



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

### **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA E HIGIÉNICO SANITARIA DE LA LECHE A NIVEL DE FINCAS GANADERAS EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA”**

**Tesis previa a la obtención del título de ingeniero agroindustrial**

**Autor: Roberto Darwin Salazar Guerrero**

**Director: Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza, MSc**

**Ibarra – Ecuador**

**2019**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA E HIGIÉNICO SANITARIA  
DE LA LECHE A NIVEL DE FINCAS GANADERAS EN LA PROVINCIA DE  
PICHINCHA”**

Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**APROBADA:**

Ing. Miguel Aragón, MSc.  
**DIRECTOR DE TESIS**

**FIRMA**

Ing. Marco Lara, MSc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**FIRMA**

Ing. José Pais, PhD.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**FIRMA**

Ing. Jimmy Núñez, MSc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**FIRMA**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA:

En cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100340680 – 6
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	SALAZAR GUERRERO ROBERTO DARWIN
<b>DIRECCIÓN:</b>	IMBABURA-OTAVALO – AV. SUCRE JUNTO A LAS CABAÑAS DEL LAGO
<b>E-MAIL:</b>	sgdarwin22@gmail.com
<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0992381521
DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA E HIGIÉNICO SANITARIA DE LA LECHE A NIVEL DE FINCAS GANADERAS EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA”
<b>AUTOR:</b>	SALAZAR GUERRERO ROBERTO DARWIN
<b>FECHA:</b>	25 DE OCTUBRE DE 2019
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERO AGROINDUSTRIAL
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	ING. MIGUEL ARAGÓN ESPARZA, MSc

## **2.- CONSTANCIAS**

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar los derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 25 días del mes de Octubre del 2019

**EL AUTOR:**

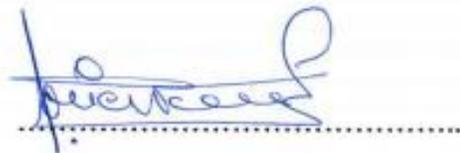
(Firma)  .....

**Nombre:** Roberto Darwin Salazar Guerrero

**C.C:** 100340680-6

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Roberto Darwin Salazar Guerrero, con cédula de ciudadanía 100340680-6 bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miguel Aragón Esparza', is written over a horizontal dotted line.

Ing. Miguel Aragón Esparza, MSc  
**DIRECTOR DE TESIS**



**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A  
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, **Roberto Darwin Salazar Guerrero** con cédula de identidad Nro. **100340680-6**; manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA E HIGIÉNICO SANITARIA DE LA LECHE A NIVEL DE FINCAS GANADERAS EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA”** que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniero Agroindustrial** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 25 días del mes de Octubre del 2019

Roberto Darwin Salazar Guerrero

C.C: 100340680-6

## DECLARACIÓN

Manifiesto que la siguiente obra es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por tanto es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica Del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 25 días del mes de Octubre del 2019



.....

Roberto Darwin Salazar Guerrero  
C.C: 100340680-6

## DEDICATORIA

*A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a culminar hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, perseverancia y valentía, de no temer las adversidades.*

*A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar siempre en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me han acompañado en cada etapa de mi vida.*

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida. A mi madre Josefa, por ser la principal promotora de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos y valores que me ha inculcado.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, a toda la facultad de Ingeniería en ciencias Agropecuarias y en especial a los docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial. A mi director de tesis Ing. Jimmy Cuarán mil gracias por darme la oportunidad de ser parte del proyecto y quien en los inicios de esta investigación me ayudo en gran parte; y al Ing. Miguel Aragón, MSc. quien fue mi director hasta culminar esta tesis, infinitamente gracias por las incontables horas de enseñanza y paciencia.

A mis asesores, Dr. José País, Ing. Jimmy Núñez, Ing. Marco Lara quienes han contribuido con sus conocimientos durante el desarrollo de esta tesis.

A la FUNDACIÓN ALPINA por el financiamiento y el apoyo técnico brindado durante la ejecución de la parte experimental del proyecto.

A todos mis familiares y amigos que me ayudaron de manera desinteresada, infinitamente gracias por toda la ayuda y la buena voluntad.

## **TABLA DE CONTENIDOS**

ÍNDICE DE TABLAS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vi
SUMMARY .....	viii

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUCCIÓN**

1.1	PROBLEMA.....	1
1.2	JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3	OBJETIVOS .....	3
1.3.1	OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3

### **CAPÍTULO II**

#### **MARCO TEÓRICO**

2.1	COMPONENTES NUTRICIONALES DE LA LECHE .....	4
2.2	PROPIEDADES SENSORIALES.....	4
2.3	PRODUCTIVIDAD DE LA LECHE.....	5
2.4	CALIDAD .....	6
2.4.1	CALIDAD DE LA LECHE .....	7
2.4.2	CALIDAD COMPOSICIONAL FÍSICOQUÍMICA DE LA LECHE ...	7
2.4.3	CRIOSCOPIA DE LA LECHE .....	9
2.4.4	CALIDAD HIGIÉNICA .....	9

2.4.5	CALIDAD SANITARIA .....	10
2.4.6	CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE LA LECHE.....	11
2.5	LEGISLACIÓN ECUATORIANA PARA EL PAGO DE LECHE .....	11
2.6	INFLUENCIA DE MANEJO DEL GANADO EN LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE.....	12
2.7	MASTITIS SOBRE LA CALIDAD DE LA LECHE .....	13
2.8	ASPECTOS GENERALES DEL ORDEÑO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE LA LECHE .....	13
2.9	BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO Y PUNTOS CRÍTICOS.....	14
2.10	TOMA DE MUESTRAS .....	15
2.11	MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	15
2.11.1	CONTEO BACTERIANO TOTAL (CBT) .....	16
2.11.2	CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS).....	16
2.12	BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO .....	16
2.13	IMPORTANCIA DE MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO .....	16
2.14	PLAN DE MEJORA.....	17

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	18
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS .....	19
3.3	MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	20
3.3.1	POBLACIÓN.....	21
3.3.2	MUESTRA.....	21

3.3.3	RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS .....	24
3.4	MÉTODOS .....	27
3.4.1	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS E HIGIÉNICO-SANITARIA DE LA LECHE.....	27
3.4.2	DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS .....	28
3.4.3	ELABORACIÓN DEL MANUAL DE MANEJO DE ORDEÑO DE LA LECHE PARA MEJORAR LA CALIDAD.....	28
3.4.4	DESARROLLO DEL PLAN DE MEJORA.....	28

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN PICHINCHA.....	29
4.1.1	DESCRIPCIÓN DE LOS CANTONES EN ESTUDIO .....	29
4.1.2	UNIDADES PRODUCTORAS DE LECHE.....	32
4.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS E HIGIÉNICO-SANITARIA DE LA LECHE .....	33
4.2.1	RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS .....	33
4.2.2	RESULTADO HIGIÉNICO-SANITARIO .....	50
4.2.3	DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS MEDIANTE CORRELACIÓN .....	59
4.2.4	ELABORACIÓN DEL MANUAL DE MANEJO DE LA LECHE.....	68
4.2.5	DESARROLLO DEL PLAN PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LECHE .....	68

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	CONCLUSIONES .....	69
5.2	RECOMENDACIONES.....	71
	BIBLIOGRAFÍA .....	72
	ANEXOS .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Destino de la leche en la elaboración de productos en la industria láctea .....	5
<b>Tabla 2.</b> Producción de leche en el Ecuador por provincia .....	6
<b>Tabla 3.</b> Producción de leche en la provincia de Pichincha .....	6
<b>Tabla 4.</b> Composición de la leche (%) de diferentes razas de bovinos lecheros y parámetros fisicoquímicos de la norma INEN 9 .....	8
<b>Tabla 5.</b> Calidad composicional en algunos países .....	8
<b>Tabla 6.</b> Rangos de calidad composicional de leche .....	8
<b>Tabla 7.</b> Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda (%ST, grasa, proteína, crioscopia) exigidos en la norma INEN .....	9
<b>Tabla 8.</b> Rangos de calidad de leche CBT (cel/ml) .....	10
<b>Tabla 9.</b> Rangos de calidad de leche CCS (cel/ml) .....	11
<b>Tabla 10.</b> Métodos de análisis .....	15
<b>Tabla 11.</b> Ubicación del área de estudio .....	18
<b>Tabla 12.</b> Número de fincas ganaderas por cantones en la provincia de Pichincha...	21
<b>Tabla 13.</b> Estratificación de las muestras .....	22
<b>Tabla 14.</b> Distribución de muestras por cantón .....	22
<b>Tabla 15.</b> Muestreo homogenizado .....	24
<b>Tabla 16.</b> Características fisicoquímicas e higiénico sanitario de la leche .....	27
<b>Tabla 17.</b> Porcentaje de unidades productoras de leche según tenencia de tierra .....	32
<b>Tabla 18.</b> Requisitos fisicoquímico e higiénico sanitario norma INEN 09 .....	33
<b>Tabla 19.</b> Parámetros de conteo bacteriano total (CBT) .....	51

<b>Tabla 20.</b> Promedio general por cantón del conteo de células somáticas de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados. ....	57
<b>Tabla 21.</b> Correlación de actividades de la rutina de ordeño frente al conteo de bacterias totales (CBT).....	60
<b>Tabla 22.</b> Correlación de actividades de la rutina de ordeño frente al conteo de células somáticas (CBT) .....	65
<b>Tabla 23.</b> Códigos por cantón con parroquia y sin parroquia .....	79
<b>Tabla 24.</b> Codificación por cantón y parroquia.....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Variación del porcentaje de proteína por cantón. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.....	34
<b>Figura 2.</b> Promedio general por cantón del porcentaje de proteína de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.....	35
<b>Figura 3.</b> Variación del porcentaje de proteína según tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.....	36
<b>Figura 4.</b> Promedio general según tamaño de la UPA del porcentaje de proteína de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados. ....	37
<b>Figura 5.</b> Variación del porcentaje de grasa por cantón. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.....	38
<b>Figura 6.</b> Promedio general por cantón del porcentaje de grasa de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.....	39
<b>Figura 7.</b> Variación del porcentaje de grasa según tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC. ....	40
<b>Figura 8.</b> Promedio general según tamaño de la UPA del porcentaje de grasa de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados. ....	41

<b>Figura 9.</b> Variación del porcentaje de sólidos totales por cantón. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC. ....	42
<b>Figura 10.</b> Promedio general por cantón del porcentaje de sólidos totales de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados. ....	43
<b>Figura 11.</b> Variación del porcentaje de sólidos totales según tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC. ....	44
<b>Figura 12.</b> Promedio general según tamaño de la UPA del porcentaje de sólidos totales de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados. ....	45
<b>Figura 13.</b> Variación del valor Crioscópico por cantón. Las líneas rojas indican el rango del valor crioscópico aceptable, valores superiores e inferiores determinan existencia de adulteración en la leche. ....	46
<b>Figura 14.</b> Promedio general de la Crioscopía de la leche por cantón. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados. ....	47
<b>Figura 15.</b> Variación del valor Crioscópico por tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango del valor crioscópico aceptable, valores superiores e inferiores determinan existencia de adulteración en la leche. ....	48
<b>Figura 16.</b> Promedio general de la Crioscopía de la leche según tamaño de la UPA. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados. ....	49
<b>Figura 17.</b> Variación del conteo de bacterias totales (CBT) por cantón. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC. ....	51

<b>Figura 18.</b> Promedio general por cantón del conteo de bacterias totales de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados. ....	52
<b>Figura 19.</b> Variación del conteo de bacterias totales (CBT) según tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC. ....	53
<b>Figura 20.</b> Promedio general según tamaño de la UPA del conteo de bacterias totales de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados. ....	54
<b>Figura 21.</b> Variación del conteo de células somáticas (CCS) por cantón. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC. ....	56
<b>Figura 22.</b> Variación del conteo de células somáticas (CCS) según tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC. ....	58
<b>Figura 23.</b> Promedio general según tamaño de la UPA del conteo de células somáticas de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados. ....	59
<b>Figura 24.</b> Análisis de Pareto de actividades de rutina de ordeño que influye en el conteo de bacterias totales (CBT) .....	63
<b>Figura 25.</b> Análisis de Pareto de actividades de rutina de ordeño que influye en el conteo de células somáticas (CCS). ....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Check list de auditoria para ganaderos.....	78
<b>Anexo 2.</b> Kit de utensilios para la toma de muestras .....	79
<b>Anexo 3.</b> Codificación de las muestras.....	79
<b>Anexo 4.</b> Categorización de los resultados según calidad de la leche .....	80
<b>Anexo 5.</b> Categorización de los resultados según calidad de la leche .....	81
<b>Anexo 6.</b> Tabla pagos por calidad de leche cruda, acuerdo ministerial 394.....	84
<b>Anexo 7.</b> Interpretación de resultados de CCS .....	85
<b>Anexo 8.</b> Certificado de participación en el proyecto “Diagnóstico de la calidad de la leche en la provincia de Pichincha, 2017” .....	85

## RESUMEN

El objetivo principal para llevar a cabo el estudio fue, determinar las características fisicoquímicas e higiénico-sanitaria de la leche en la provincia de Pichincha a nivel de fincas ganaderas, mediante el uso de la lista de chequeo para ganaderos establecido en una investigación previa, en la provincia de Carchi en conjunto con la Fundación Alpina y la Universidad Técnica del Norte, frente a los resultados de laboratorio de las muestras tomadas, lo cual permitió caracterizar la leche que se produce en la provincia de Pichincha tomando como referencia la norma INEN 9:2012 y los parámetros de Agrocalidad con respecto a la calidad de la leche.

La metodología empleada fue exploratoria y experimental, para lo cual se generó la base de datos mediante muestreo estratificado de todos los ganaderos registrado por Agrocalidad, obteniendo una muestra de 552 unidades productoras. Luego se tomó las muestras para el análisis fisicoquímico (Proteína, grasa, sólidos totales y crioscopia), higiénico (Conteo bacteriano total - CBT) y sanitario (Conteo de células somáticas - CCS), las cuales en términos de calidad permite determinar el rendimiento en la manufactura de productos lácteos, el tiempo de vida útil, la sanidad de los animales y los precios, por lo que la leche cruda desde ser producida de manera cuidadosa y responsable ya que es el punto de donde parte para que los productos sean de calidad.

Para el análisis de datos se empleó estadística descriptiva mediante el uso de programas estadísticos (infoStat y Stata 4,0) para lo cual se estratificó las unidades productoras en grande, mediano y pequeño según extensión territorial de los productores. Como resultado se obtuvo que el mayor problema existente prima entre los pequeños productores ya que en este sector no tiene un sistema de enfriamiento por lo que la leche se acidifica debido a la contaminación microbiana, ocasionando el alto conteo de bacterias totales. Posteriormente los resultados obtenidos permitieron determinar los puntos críticos y así el desarrollo del manual de la rutina de ordeño para mejorar la calidad de la leche y el desarrollo del plan de mejora.

## **SUMMARY**

The main objective to carry out the study was to determine the physicochemical and hygienic-sanitary characteristics of milk in the province of Pichincha at the level of livestock farms, by using the checklist for farmers established in a previous investigation, in The province of Carchi together with the Alpine Foundation and the Technical University of the North, compared to the laboratory results of the samples taken, which allowed characterizing the milk produced in the province of Pichincha taking as reference the standard INEN 9:2012 and Agrocalidad parameters regarding milk quality.

The methodology used was exploratory and experimental, for which the database was generated by stratified sampling of all farmers registered by Agrocalidad, obtaining a sample of 552 production units. The samples were then taken for the physicochemical analysis (Protein, fat, total solids and cryoscopy), hygienic (Total bacterial count - CBT) and sanitary (Somatic cell count - CCS), which in terms of quality allows to determine the yield in the manufacture of dairy products, the shelf life, the health of the animals and the prices, so that raw milk has been produced carefully and responsibly since it is the point from which it leaves for the products to be of quality.

For the data analysis, descriptive statistics were used through the use of statistical programs (infoStat and Stata 4.0) for which the large, medium and small production units were stratified according to the territorial extension of the milk producer. As a result, it was obtained that the biggest problem exists among small producers, since in this sector it does not have a cooling system, so milk is acidified due to microbial contamination, causing the high total bacteria count. Subsequently, the results obtained allowed to determine the critical points and thus the development of the manual of the milking routine to improve the quality of the milk and the development of the improvement plan.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 PROBLEMA

La leche es uno de los alimentos de mayor importancia en el mundo, sin embargo, cuando su manejo es deficiente, la leche puede ocasionar problemas de industrialización y salud del consumidor, así como también el incumplimiento del parámetro mínimo exigido por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 9:2012.

A pesar de que la calidad de la leche sea el resultado de factores ambientales, fisiológicos, genéticos, alimenticio. Muchas veces la calidad de la leche está relacionada a la limpieza de los utensilios, recipientes de ordeño, almacenamiento, transporte, higiene, salud de los ordeñadores, manejo adecuado del hato lechero, etc. (Buenas Prácticas de Ordeño). Todos estos factores ocasionan problemas en la calidad fisicoquímica e higiénico-sanitaria de la leche a causa de la falta de conocimiento del productor. Esto genera que la leche sea vulnerable al desarrollo microbiano, lo cual ocasiona una serie de modificaciones químicas y como consecuencia de ello la acidificación, coagulación, rancidez de la leche. Muchas veces las industrias lácteas son afectadas al recibir leche en malas condiciones ya que esto ocasiona que el rendimiento sea baja y el tiempo de percha de los derivados lácteos sea mucho más corto, razones por las cuales las industrias lácteas realizan el pago por la materia prima según los resultados del análisis de laboratorio como se estipula en el acuerdo ministerial 394. Por lo que los pequeños y medianos ganaderos, se ven afectados debido a que en este sector las malas prácticas de rutina de ordeño es más común, lo cual ocasiona que la leche se acidifique con mucha facilidad durante el tiempo de espera para entregar al carro recolector o el tanquero que recoge la leche, originando que el contaje de células somáticas y contaje bacteriano total sean demasiadas altas provocando que la tarifa de la leche sea la mínima o en peor de los casos se rechace afectando la economía de los productores.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

En el año 2016 la producción total de leche en el país fue de 5'319.288 litros de leche de las cuales el 16% fue la producción de Pichincha siendo como el mayor productor del país con un promedio en producción de 10,5 l/vaca/día muy superior al promedio nacional que es de 5,9 l/vaca/día, de acuerdo a estas cifras se puede determinar que en Pichincha existe importante actividad lechera, por lo que se hace necesario el mejoramiento de los sistemas de producción.

Actualmente no existe información en torno a la calidad de la leche, por lo que se plantea a partir de un diagnóstico rápido de los sistemas de producción de los 8 cantones que conforma la provincia de Pichincha identificar puntos críticos en la producción para evaluar el comportamiento de los parámetros productivos, así como fisicoquímico, higiénico y sanitario de la leche, para evidenciar su calidad y a la vez que esta información permita definir los planes de mejora en los diferentes ámbitos parroquial, cantonal y provincial. Mediante capacitaciones, transferencia de tecnología, así como también la asistencia técnica y lograr de esta manera mejorar el precio de la leche de los pequeños y medianos productores, obtener mayor rendimiento en tina en las industrias y desarrollar una ganadería sostenible que sea el puntal del mejoramiento de las condiciones de vida de las familias dedicadas a esta actividad en todo el ámbito provincial.

Por lo tanto, es necesario obtener información actualizada de la producción lechera en la provincia de Pichincha para que se puedan tomar acciones ante esta causa y por ende logren diseñar y establecer operaciones que permitan manejar de mejor manera esta actividad.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la calidad fisicoquímica e higiénico-sanitaria de la leche a nivel de fincas ganaderas en la provincia de Pichincha

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las características fisicoquímicas, higiénicas y sanitarias de la leche.
- Determinar puntos críticos mediante correlación para procedimientos de producción de leche que cumpla requerimientos de calidad.
- Elaborar manual de manejo de la leche en las fincas ganaderas para mejorar su calidad.
- Desarrollar un plan que mejore la calidad de leche en las fincas ganaderas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

La leche es el producto de la secreción normal de las glándulas mamarias de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción (Norma INEN 9:2012).

#### **2.1 COMPONENTES NUTRICIONALES DE LA LECHE**

**Proteína.**-La proteína específica y mayoritaria de la leche (80%) es la caseína. Está en suspensión formando micelas, no se coagula al calentar la leche a 100°C pero si al bajar el pH a 4,6. El 20% restante son las proteínas del suero, lactoalbúminas y lactoglobulinas, que tienen importantes funciones inmunológicas.

**Grasa.**- Es la responsable de las características físicas, organolépticas y nutritivas. Los dos componentes mayoritarios son los ácidos grasos saturados y el colesterol.

**Lactosa.**- Es el hidrato de carbono o azúcar de la leche, que es una fuente de energía y permite la absorción de calcio.

**Minerales.**- Aporta varios minerales (P, Mg, K, Zn), la más importante es el calcio.

**Vitaminas.**- Contiene vitaminas hidrosolubles (B1, B2, niacina y ácido fólico) y liposolubles (Vitamina. A) (Sociedad Argentina de Nutrición, 2013)

#### **2.2 PROPIEDADES SENSORIALES**

**Fase visual.**- Es un líquido blanco viscoso, opaco, ligeramente amarillo según el contenido de b-caroteno de la materia grasa

**Fase olfativa.**- Es ligeramente perceptible, sin embargo, la leche es acido cuando contiene bacterias coliformes, adquiere el olor característico de un establo o a estiércol de las vacas, por lo cual se le da el nombre de “olor a vaca”.

**Fase gustativa.**- La leche fresca tiene un sabor medio dulce, neutro debido a la lactosa que contiene.

## 2.3 PRODUCTIVIDAD DE LA LECHE

Según la información que arroja las tablas de encuesta de superficie y producción agropecuaria continuas ESPAC (2014), la región Sierra aporta con un 73% de producción de leche en el Ecuador siendo el 5,3 l/vaca/día el promedio nacional de la producción de leche. En comparación a Colombia, la región trópico alto (regiones frías) de acuerdo con el informe de contexto ganadero en el año 2014 la productividad en esta zona fue de 39,87% siendo la región de mayor producción en Colombia con promedio nacional de producción de leche de 6,2 l/vaca/día.

En el apartado de la “producción lechera en el Ecuador” publicado por el diario el Telégrafo en el año 2014 indica que en el Ecuador del total de producción nacional (5’596.361 millones litros) de la leche, la industria láctea formal procesa diariamente 2’662.560 litros de leche que representa el 47,57% situación similar del sector lácteo Colombiano en donde el 48,98% es manejado por el sector formal del total de producción que es de 6.718 millones de litros (Fedegan, 2014). La leche que se acopia en la industria es destinada para la elaboración de productos, como las que se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Destino de la leche en la elaboración de productos en la industria láctea

<b>Derivado lácteo</b>	<b>Ecuador</b>	<b>Colombia</b>
Queso	31%	20%
Leche en funda	27%	14%
Leche en cartón	20%	33%
Leche en polvo	11%	20%
Yogurt	10%	-
Otros	1%	13%

**Fuente:** El telégrafo (2014); Fedegan (2015)

Para el año 2015, el Centro de la Industria Láctea (CIL) estima una producción de 5.90 millones de litros de leche por día. En el año 2016 fueron de 5.50 millones, un 7% menos en la producción de leche cruda (CIL, 2017)

**Tabla 2.** Producción de leche en el Ecuador por provincia

<b>Provincia</b>	<b>Vacas ordeñadas</b>	<b>Leche (m<sup>3</sup>)</b>
Azuay	176 661	814,3
Pichincha	81 570	715,4
Manabí	188 104	642,5
Cañar	81 878	489,6
Cotopaxi	59 174	429,1
Chimborazo	64 156	408,7
Otros	347 494	2 096,7
<b>Total</b>	<b>999 037</b>	<b>5 596,4</b>

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (INEC, 2016)

Según ESPAC 2016, la provincia de Pichincha produce a nivel nacional el 16% de litros de leche siendo el mayor productor de todo Ecuador, seguido por Manabí con 12% y Azuay con 11% siendo las provincias con mayor representación a nivel nacional.

**Tabla 3.** Producción de leche en la provincia de Pichincha

<b>Año</b>	<b>Número de vacas ordeñadas</b>	<b>Producción total de leche (lt)</b>
2016	80.640	845.963
2015	91,427	893,463
2014	81.570	715.422
2013	97.460	873.272
2012	103.485	802.077
2011	112.388	970.516
2010	108.334	918.202
2009	101.433	794.247
2008	149.542	1.086.337
2007	139.908	908.538
2006	132.988	1.050.927

Fuente: ESPAC (2006 – 2016)

## 2.4 CALIDAD

Dentro de la tecnología de alimentos existe la norma; “la calidad de un alimento nunca puede incrementarse, en el mejor de los casos podemos aspirar a mantenerla constante”, esto se debe a las fuerzas de deterioro de la naturaleza que tienden a degradar los alimentos, entendiéndose como deterioro los procesos físicos, químicos,

enzimáticos, microbianos que tienden a degradar la materia orgánica. Por lo tanto, un alimento como la leche que se obtiene con una baja calidad en el ordeño por ausencia de sanidad e higiene no puede nunca mejorar su atributo de calidad original; mediante la refrigeración solo se puede aspirar a detener el proceso de deterioro o minimizarlo hasta la llegada a la planta procesadora en donde la calidad del alimento se estabilizara mediante otros procesos como la pasteurización o la esterilización (Zavala, 2005).

#### **2.4.1 CALIDAD DE LA LECHE**

Ferraro (2012) indica que la calidad de la leche empieza en la sala de ordeño, donde los equipos, personal y la infraestructura debe ser adecuada y cumplir con procedimientos que asegure su calidad. Intervienen varios factores interrelacionados y complementarios que determinarán el valor que tendrá para ser vendida como materia prima para elaborar productos con valor agregado, los cuales son factores fisicoquímicos, higiénicos y sanitarios. En este proceso las unidades productoras de leche, al ser un punto de partida, se convierte en el condicionante de todos los eslabones de la cadena de valor.

#### **2.4.2 CALIDAD COMPOSICIONAL FÍSICOQUÍMICA DE LA LECHE**

Se evalúa mediante la medición del contenido de sólidos totales, grasa y proteína, parámetros que determina el rendimiento de producción en la industria y el valor nutricional. Los parámetros varían según: la raza, el clima, la alimentación, la salud, la edad y periodo de lactancia (Gigli, 2015).

Por ejemplo, existe diferencia significativa en la composición de la leche según la raza. Las vacas Jersey tienen un rendimiento de producción en volumen mucho menor que una vaca Holstein, pero su contenido en proteína, grasa y sólidos totales es mucho mayor como se detalla en la tabla 4.

**Tabla 4.** Composición de la leche (%) de diferentes razas de bovinos lecheros y parámetros fisicoquímicos de la norma INEN 9

<b>RAZA</b>	<b>GRASA</b>	<b>PROTEÍNA</b>	<b>LACTOSA</b>	<b>CENIZAS</b>	<b>SNG *</b>	<b>ST**</b>
Ayrshire	4,00	3,53	4,67	0,68	8,90	12,90
Guemsey	4,95	3,91	4,93	0,74	9,40	14,61
Holstein F.	3,40	3,32	4,87	0,68	8,86	12,26
Jersey	5,37	3,92	4,93	0,71	9,54	14,91
Suizo Pardo	4,01	3,61	5,04	0,73	9,40	12,41
NTE INEN	3,0	2,9	-	0,65	8,2	11,2

Fuente: Reyes, Molina & Coca (2010); NTE INEN 9 (2015)

La exigencia mínima del parámetro composicional según normativa en Ecuador con respecto a Colombia y Perú se puede determinar que Colombia maneja un sistema de control similar al de Ecuador con una variación en sólidos totales de 11,3 y 11,2 respectivamente mientras que el país con mayor exigencia en este aspecto es Perú.

**Tabla 5.** Calidad composicional en algunos países

<b>Componente</b>	<b>Ecuador</b>	<b>Colombia</b>	<b>Perú</b>
Grasa	3%	3%	3,2
Proteína	2,9%	2,9%	3,0
Sólidos totales	11,2%	11,3%	11,4

Fuente: NTE IENE 9 (2015); NTC (2002); NTP (2003)

AGROCALIDAD clasifica los componentes de la leche en tres rangos diferentes para determinar su calidad composicional.

**Tabla 6.** Rangos de calidad composicional de leche

<b>Componente</b>	<b>Calidad Baja</b>	<b>Calidad Media</b>	<b>Calidad Alta</b>
Sólidos Totales (%)	≤11,2	11,21 - 11,70	11,71 - 12,70
Grasa (%)	≤3	3,10 - 3,70	3,71 - 4,50
Proteína (%)	≤2,90	2,91 - 3,50	3,51 - 4,0
Sólidos no graos (%)	≤8,20	8,21 - 8,70	8,71 - 9,70

Fuente: AGROCALIDAD (2016)

**Tabla 7.** Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda (%ST, grasa, proteína, crioscopia) exigidos en la norma INEN

<b>Requisitos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Sólidos Totales	%	11,2	-
Materia grasa	%	3,0	-
Proteína	%	2,9	-
Crioscopia	°H	-0,555	-0,530

Fuente: NTE INEN 9 (2012, 2015)

### **2.4.3 CRIOSCOPIA DE LA LECHE**

La determinación del punto crioscópico es un parámetro importante para la medición de adulterantes en leches, principalmente cuando la leche ha sido alterada mediante la adición de agua. Teniendo en cuenta que se requiere utilizar métodos oficiales para su determinación y facilitar la toma de medidas sanitarias en los casos que los valores del punto de crioscopia estén por fuera de los rangos admisibles (Meta, 2016).

La leche tiene un punto de congelación inferior al del agua. Su valor promedio es de  $-0,545^{\circ}\text{H}$  y se considera una constante fisiológica que solamente varía dentro de límites muy reducidos ( $-0,535$  a  $-0,555^{\circ}\text{H}$ ), porque depende de la presión osmótica de la secreción láctea (Universidad del Zulia, 2012). La norma INEN 9:2015 establece para la leche cruda un punto crioscópico entre  $-0,540$  a  $-0,555^{\circ}\text{H}$ .

El descenso crioscópico normal observada en la leche se debe principalmente a la lactosa y sales minerales que se encuentra en solución. La grasa y las proteínas no influyen significativamente sobre esta propiedad. En cambio la acidificación debida a la fermentación de la lactosa, si aumenta el descenso crioscópico por la formación de un mayor número de moléculas de soluto originada en el proceso fermentativo. Por esta razón el método crioscópico solo puede ser aplicado a leches frescas, con una acidez no mayor de 20ml de NaOH 0,1 N/100 ml de leche o no más de 5.000.000 bacterias/ml (Universidad del Zulia, 2012).

### **2.4.4 CALIDAD HIGIÉNICA**

Es la condición que hace referencia al nivel de higiene en la cual se obtiene y manipula la leche. Su valoración se realiza por el conteo bacteriano total (CBT) y se

expresa en unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml). El contenido microbiano de la leche cruda se transcribe en los productos que se elabora y en la vida útil del producto. Por eso resulta indispensable partir de una leche cruda de máxima calidad higiénica, en el cuidado y control de todas y cada una de las etapas desde su origen hasta el momento en que se la utiliza como materia prima dentro de la planta de procesamiento.

En Ecuador de acuerdo con la norma INEN 9:2015, el límite máximo de contaje bacteriano es de 600.000 UFC/ml, mientras que en Colombia y Perú es de 700.000 UFC/ml y 1'000.000 UFC/ml respectivamente.

AGROCALIDAD maneja una tabla de rangos para determinar la calidad de leche por conteo bacteriano total (Tabla 8).

**Tabla 8.** Rangos de calidad de leche CBT (cel/ml)

<b>Calidad alta</b>	<b>Calidad media</b>	<b>Calidad baja</b>
CBT ≤ 300 000	300 000 > CBT ≤ 600 000	> 600 000

Fuente: Agrocalidad (2016)

#### **2.4.5 CALIDAD SANITARIA**

Según Méndez & Osuna (2007) la calidad sanitaria está relacionada con la puesta en práctica de planes de control y erradicación de infecciones que puedan significar riesgo para el consumidor, el personal de la finca y animales. Celis & Juarez (s.f), indican que para lograr una buena calidad sanitaria es imprescindible el adecuado control de la mastitis subclínica, así como mantener el rodeo libre de brucelosis y participar en los planes de control de fiebre aftosa. El conteo de células somáticas es el método más utilizado para el diagnóstico de la mastitis. Se recomienda llevar mínimo una vez al mes, los valores normales deben ser menores a 400.000 cel/ml.

En Ecuador el límite máximo de células somáticas según INEN 9:2015 es de 500.000 células por cada mililitro de leche similar al de Perú, mientras que en Colombia es menor la exigencia en este aspecto permitiendo una máximo de 700.000 células por mililitro.

**Tabla 9.** Rangos de calidad de leche CCS (cel/ml)

<b>Calidad alta</b>	<b>Calidad media</b>	<b>Calidad baja</b>
CBT ≤ 300 000	300 000 > CCS ≤ 700 000	> 700 000

Fuente: Agrocalidad (2016)

#### **2.4.6 CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE LA LECHE**

Según la norma NTE INEN 9:2015 la leche debe ser:

**Color**, blanco opalescente o ligeramente amarillento.

**Olor**, suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

**Aspecto**, homogéneo, libre de materias extrañas.

### **2.5 LEGISLACIÓN ECUATORIANA PARA EL PAGO DE LECHE**

El ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca del Ecuador (MAGAP) mediante el decreto del acuerdo ministerial número 394 indica en el Art. 2 que “ las industria lácteas, y en general toda persona natural o jurídica que adquieran leche cruda están obligados a pagar en finca y/o centro de acopio a los productores de leche cruda el 52,4% del precio de venta al público (PVP) vigente del litro de leche UHT en funda (1.000 ml) a nivel nacional más componentes, calidad higiénica y calidad sanitaria.

Para realizar el pago al productor de leche cruda en finca y/o centro de acopio, se tendrá en cuenta las bonificaciones por calidad sanitaria que el agente comprador otorgará al proveedor de leche cruda cuando: los hatos se encuentren certificados como libres de brucelosis y tuberculosis y/o por Buenas Prácticas Ganaderas. Las bonificaciones antes mencionadas se adicionarán de manera obligatoria al precio resultante del uso de la tabla oficial” (MAGAP, 2013).

Por lo tanto, el precio de la leche en la finca y/o centro de acopio más bonificación presenta el siguiente modelo.

**Precio leche cruda** $P_{FCA} = [(Precio\ sustentación_{OF} + Componentes_{OF}) + (Calidad\ higienica_{OF})] + (Bonificaciones_{OF})$

**Bonificaciones** $_{OF} = Calidad\ Sanitaria^a + Buenas\ Prácticas\ Ganaderas^b$

**PFCA.-** Precio pagado en Finca o Centro de acopio

**(OF).-** Oficial

**(a).-** Hatos certificados por AGROCALIDAD como libre de brucelosis y/o tuberculosis

**(b).-** Predios certificados por AGROCALIDAD con Buenas Prácticas Ganaderas.

En el Art. 3 del acuerdo ministerial 394, MAGAP (2013) se establece como Tabla Oficial Obligatoria el pago por litro de leche al productor en finca o centro de acopio por componentes, cuanto más alto es el porcentaje de grasa y proteína mayor será el pago del litro de leche como se especifica en el Anexo 6.

Art. 7 del capítulo 3 del acuerdo ministerial 394 MAGAP (2013). Con el propósito de incentivar al productor a la implementación de Buenas Prácticas de Ganadería de impulsar la Sanidad Animal del hato lechero nacional, las personas naturales o jurídicas, sean estas industrias lácteas bajo cualquier modalidad, esto es, artesanales, micro, pequeñas, medianas o grandes, y centros de acopio, pagaran bonificaciones por calidad sanitaria y Buenas Prácticas Ganaderas de acuerdo con lo que se establece a continuación:

**a) Bonificación por Calidad Sanitaria:** 0,01 ctv. por litro de leche cruda, a los predios *certificados como predio libre de brucelosis y tuberculosis*.

**b) Bonificación por Buenas Prácticas Ganaderas:** 0,02 ctv. por litro adicionales a la bonificación por calidad sanitaria, si fuera el caso a *predios certificados con Buenas Prácticas Ganaderas*.

## **2.6 INFLUENCIA DE MANEJO DEL GANADO EN LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE**

La sanidad en el hato es determinante para obtener una leche de buenas características higiénicas. Esta debe ser más preventiva que curativa. Para lo cual es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Se debe tener una vaca saludable y bien nutrida

- Evitar la presencia de parásitos externos como moscas y garrapatas, se puede recurrir a productos naturales o biológicos
- Las enfermedades que más afectan la calidad de la leche son la mastitis, las fiebres de varios orígenes, la brucelosis
- En caso de que se presenten enfermedades, se deben aplicar rápidamente los tratamientos respectivos.
- En el manejo y trato de la vaca el hombre juega un rol fundamental ya que es muy importante que el arreo de los animales sea tranquilo. El estrés genera disminución de las defensas naturales del animal y mayor susceptibilidad a desarrollar infecciones. Además, estas situaciones interfieren en el proceso normal de bajada de leche (Reyes, Molina & Coca, 2010).

## **2.7 MASTITIS SOBRE LA CALIDAD DE LA LECHE**

La mastitis causa un aumento en las células somáticas, el conteo de células somáticas (CCS) es el número de células por mililitro de leche, es por consiguiente un indicador útil para la concentración de leucocitos en leche. El CCS, es usado como un indicador de la salud de la glándula mamaria. Por lo cual se puede concluir que una leche con bajo número de células somáticas es una leche de buena calidad en lo referente a la salud del animal.

La mastitis es la enfermedad que ocasiona mayores pérdidas económicas en la industria láctea y los productores, provocando disminución tanto en la producción individual como en la calidad de la leche obtenida (Garcia & Casado, 2002).

## **2.8 ASPECTOS GENERALES DEL ORDEÑO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE LA LECHE**

De acuerdo con Pérez (2011) el ordeño es el acto de extraer la leche de la glándula mamaria, ya sea en forma manual o mecánica, luego de estimular adecuadamente a la vaca y liberar la leche de la ubre. Al estimular al animal, se libera la hormona oxitocina, que a su vez estimula la contracción de las células mioepiteliales. Pasos del ordeño para maximizar la producción y minimizar mastitis:

- Estimular a la vaca y así lograr la bajada de la leche.
- Verificar si hay presencia de mastitis (signos de inflamación de la ubre, retirar la primera porción de leche y observar si hay presencia de coágulos, y fibras).
- Lavar e introducir los pezones en desinfectantes efectivos y aprobado por autoridades sanitarias
- Secar y colocar los pezones
- Verificar el flujo de la leche
- Al final del ordeño, cerrar el vacío antes de remover las pezoneras
- Volver a introducir los pezones en el desinfectante (sellado)
- Desinfectar las unidades de ordeño.
- Los animales con síntoma clínico de enfermedades deben ser segregados o ser los últimos en ser ordeñados, con un equipo distinto o a mano y la leche no se utiliza para el consumo humano.

## **2.9 BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO Y PUNTOS CRÍTICOS**

Antes del ordeño, estos se asocian al confort animal y ambiente, a las enfermedades que afectan al rodeo lechero, al estado fisiológico del animal (calostro y leche de lactancias muy avanzadas) y al uso de sustancias químicas (medicamentos, hormonas, agroquímicos, etc.) que pueden pasar a la leche.

Durante el ordeño, son las que determinan la calidad original del producto. Estos se relacionan a las condiciones de manipulación de la leche durante el ordeño en los cuales se ve involucrado la rutina, las características, mantenimiento de las maquinarias y el estado de las instalaciones de la sala de ordeño.

Después del ordeño, la degradación de la calidad original, está relacionada a su conservación en el tambo (frio) y a su transporte hasta la industria. En estos puntos la relación animal, operador y ambiente son aspectos fundamentales para lograr un producto de calidad. Es por ello que se plantea la importancia de la capacitación del personal a cargo de cada una de estas tareas, y la implementación de una serie de

consideraciones referidas a una correcta rutina de ordeño (Riquelme, N. y Bonifaz, N., 2012)

## 2.10 TOMA DE MUESTRAS

Para tomar muestras se debe considerar los siguientes pasos (Agrocalidad, 2015):

- Se deberá contar con un envase esterilizado para la muestra.
- El cucharón debe ser adaptado al tarro, bidón y tanque frío a muestrear.
- Introducir el cucharón dos veces en la leche volcando el contenido dentro del mismo tarro.
- Extraer la muestra introduciendo el cucharón como mínimo 15-20 cm por debajo del nivel de leche.
- Volcar el contenido del cucharón dentro del envase recolector de muestra evitando derrames.
- Cerrar herméticamente el envase de la muestra e identificarlo con la información solicitada por el laboratorio.
- Colocar las muestras de leche recolectada dentro del refrigerador (*cooler*), y trasladarlas inmediatamente al laboratorio para su análisis. La muestra deberá estar acompañada con la información y documentación correspondiente.

## 2.11 MÉTODOS DE ANÁLISIS

Según Contero (2008), en la actualidad los métodos químicos como Gerber, Kjeldahl y otros similares ya no son los únicos para analizar grasa, proteína y otros parámetros en los alimentos, ya que existen nuevos métodos que son menos costosos y más rápidos.

**Tabla 10.** Métodos de análisis

Característica	Análisis	Método
Fisicoquímica	Grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y no grasos	Infrarrojo
Sanitaria	Contaje de células somáticas	Fluoróptico
Higiénica	Contaje total de bacterias (UFC/ml)	Fluorópticos-electrónicos

Fuente: Contero (2008)

### **2.11.1 CONTEO BACTERIANO TOTAL (CBT)**

La principal causa se relaciona con problemas de limpieza de los equipos de ordeño así como también la mezcla de leche con mastitis con la leche sana, contribuye al aumento de colonias bacterianas. El pago de la leche por la calidad, el recuento bacteriano se traduce como unidades formadoras de colonias por mililitros (UFC/ml). Así la leche de buena calidad es la que contiene menor a 30000 UFC/ml (Agrocalidad 2015).

### **2.11.2 CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS)**

La mastitis en sí es la inflamación de la ubre de la vaca provocada por microorganismos que la atacan. La vaca frente a este ataque reacciona a través de los glóbulos blancos con defensa a los agentes infecciosos, lo cual aparece en la leche como células somáticas, en mayor o menor proporción de acuerdo con la gravedad de la infección. La mastitis disminuye el rendimiento de producción de la leche por lo que se evidencia en pérdidas económicas en todo el mundo (Hazard, 1997).

Las células somáticas son simplemente células del organismo (varios tipos de leucocitos o células blancas de la sangre) y normalmente están presentes en la leche en niveles bajos de 400 UFC/ml (Carrión, 2001).

## **2.12 BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO**

Las buenas prácticas de ordeño son un pilar fundamental para la obtención de una materia prima de calidad, que permite un óptimo procesado de la leche y un producto final de excelencia. La producción de leche de la mejor calidad, a más de conseguir productos lácteos con alto nivel nutritivo como sensorial también permite obtener mejores productos desde el punto de vista higiénico-sanitario (Gonzales, 2015).

## **2.13 IMPORTANCIA DE MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO**

Un manual permite controlar procesos de una manera eficiente, los que permite al operador seguir pasos y procedimientos para llevar a cabo una actividad. De acuerdo

Vivanco Vergara, publicado en la revista de la Universidad y Sociedad en el año 2017 indica que en la actualidad todos los campos a nivel mundial se rigen de acuerdo a los procesos, para que este se desarrolle de una manera eficiente.

Debe contener, actividades y registros, lo cual constituye un documento para la formación del personal y para cualquier parte interesada (cliente, proveedor, socio, etc) que desee conocer la actividad y el funcionamiento general, por lo que un manual de ordeño debe contener (Gonzales, 2015)

- Estructura clara y sencilla.
- No muy extenso
- Lenguaje sencillo

## **2.14 PLAN DE MEJORA**

Es el conjunto de procedimientos, acciones y metas diseñadas, orientado de manera planeada, organizada y sistemática con el fin de desarrollar cambios positivos. El mejoramiento de procesos hoy en día es una herramienta que permite a las organizaciones no solo mejorar la calidad de los productos, sino autoevaluar continuamente sus factores competitivos e identificar oportunidades de mejora y ser más productivos y competitivos (Moreno, 2017). Todo cambio genera un problema que debe solucionarse eficientemente, de modo tal que los cambios no se dejen al azar o a la improvisación, sino que se planeen de forma ordenada y consecuente (Chiavenato, 1999).

De esta manera el mejoramiento de procesos se convierte en una metodología de solución a los problemas que enfrenta, constituyéndose en una herramienta importante a la hora de dinamizar y modernizarla.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la provincia de Pichincha en los ocho cantones que lo conforma. Los análisis fisicoquímicos, higiénicos y sanitarios de la leche se realizaron en los laboratorios de la unidad pasteurizadora Quito en Chimbacalle (Calle Pedro Pinto 610 y Av. Napo - Quito) provincia de Pichincha.

**Tabla 11.** Ubicación del área de estudio

Provincia	P	I	C	H	I	N	C	H	A
<b>Cantón</b>	Cayambe	Mejía	Pedro Moncayo	Pedro Vicente Maldonado	Puerto Quito	Quito	Rumiñahui	San Miguel de los Bancos	
<b>Extensión territorial(km<sup>2</sup>)</b>	1.350	1.459	339.10	656,5	640,7	4.183	134,0	839,0	
<b>Altitud(m.s.n.m)</b>	2.830	3.163	2.341	620,0	140,0	2.850	2.550	1.100	
<b>Precipitación media anual(mm)</b>	873,0	1.043	1.300	3.300	1.500	1.273	308,0	3.493	
<b>Temperatura media anual(°C)</b>	13,5	11,9	14,8	16,0	25,0	13,9	16,4	20,6	

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

## **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

### **Materia prima e insumos**

- ✓ Leche
- ✓ Azidiol
- ✓ Bronopol
- ✓ Alcohol etílico (98°)

## **Materiales y equipos de laboratorio**

- ✓ Cucharon de acero inoxidable
- ✓ Atomizador
- ✓ Jarra
- ✓ Frascos de plástico estéril
- ✓ Enfriador (*cooler*)
- ✓ Pila de hielo
- ✓ Toallas desechables
- ✓ Etiquetas con código de barras
- ✓ Gotero
- ✓ Lista de chequeo (*check list*) de fincas (*BPO*)

## **Equipos**

- ✓ MilkoScan
- ✓ FossoMatic
- ✓ BactScan
- ✓ Baño María
- ✓ Refrigeradora
- ✓ Computadora

## **Indumentaria**

- ✓ Guantes desechables
- ✓ Mascarilla
- ✓ Mandil
- ✓ Botas

## **3.3 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

Antes de llevar a cabo la investigación se realizaron reuniones con representantes del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pichincha, Fundación Alpina y de la Asociación Ecuatoriana de Buiatría (AEB) para determinar la mejor base de datos con fuentes más actuales y confiables de las unidades productoras. Como

resultado se determinó como la más actual y mejor fuente, la base de datos que maneja la AEB. En base a estos datos se determinó aleatoriamente las unidades productoras donde se tomaron las muestras de leche y se aplicó la lista de chequeo (*check list*) para la evaluación de la rutina de ordeño. La lista de chequeo (*Anexo 1*) que se utilizó fue avalada por la Fundación Alpina en una investigación previa, que se realizó en la provincia de Carchi lo cual consta de actividades relevantes para el cumplimiento de buenas prácticas de ordeño. La toma de muestras y la aplicación de la lista de chequeo (*check list*) se realizaron los meses Junio y Julio del 2017.

### 3.3.1 POBLACIÓN

La población está conformada por 20.383 unidades de producción agropecuaria (UPA) distribuidas en 8 cantones de la provincia de Pichincha: Cayambe, Mejía, Pedro Moncayo, Pedro Vicente Maldonado, Puerto Quito, Quito, Rumiñahui y San Miguel de los Bancos. Para efectuar el trabajo de investigación, se seleccionó las UPA's de todos los cantones mencionado anteriormente de manera aleatoria.

**Tabla 12.** Número de fincas ganaderas por cantones en la provincia de Pichincha

<b>CANTONES</b>	<b>FINCAS</b>
CAYAMBE	5233
PEDRO MONCAYO	1062
QUITO	6632
MEJIA	4224
RUMIÑAHUI	822
PEDRO VICENTE MALDONADO	791
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS	980
<b>Total</b>	<b>20383</b>

Fuente: Agrocalidad, (2016)

### 3.3.2 MUESTRA

Para determinar la muestra, se usó la fórmula estadística de una población finita utilizando la base de datos de las fincas registradas por Agrocalidad. La muestra se determinó con un error máximo admisible del 5%. Se estratifica la población de acuerdo a la altitud, temperatura, raza y tipo de pasto de las unidades productoras de leche de Pichincha por razones de muestreo en las siguientes zonas:

- **Zona Norte:** Cayambe y Pedro Moncayo
- **Zona Centro:** Distrito Metropolitano de Quito
- **Zona Sur:** Mejía y Rumiñahui
- **Zona Noroccidente:** San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito

Para el cálculo de muestra por cantón, se utiliza la fórmula estadística:

$$a) \quad n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{Ne^2 + Z^2 p \cdot q} \quad \text{Ec: 3.3.2 - 1}$$

**Tabla 13.** Estratificación de las muestras

<b>Leyenda</b>	<b>Norte</b>	<b>Centro</b>	<b>Sur</b>	<b>Nocc</b>
z= Nivel de confiabilidad de 95%	1,96	1,96	1,96	1,96
p= Probabilidad de frecuencia = 0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
q= Probabilidad de no ocurrencia = 0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
N= Población	6295	6632	5046	2410
E= Error de muestreo 5%	0,05	0,05	0,05	0,05
n=Tamaño de la muestra	362	363	357	331
<b>TOTAL</b>		<b>1414</b>		

**Fuente:** Proyecto, evaluación de la calidad fisicoquímica e higiénico-sanitario de leche en Pichincha, 2017

La distribución de la muestra por cantones, es la siguiente:

**Tabla 14.** Distribución de muestras por cantón

<b>CANTONES</b>	<b>FINCAS</b>	<b>%</b>	<b>Muestra</b>
CAYAMBE	5233	0,26	363
MEJÍA	4224	0,21	293
PEDRO MONCAYO	1062	0,05	74
PEDRO VICENTE MALDONADO	791	0,04	55
PUERTO QUITO	639	0,03	44
QUITO	6632	0,33	460
RUMIÑAHUI	822	0,04	57
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS	980	0,05	68
<b>TOTAL</b>	<b>20,383</b>	<b>1</b>	<b>1,414</b>

**Fuente:** Proyecto, evaluación de la calidad fisicoquímica e higiénico-sanitario de leche en Pichincha, 2017

Dado que el tamaño de la muestra es demasiado grande y como se cuenta con una población homogénea de acuerdo al número de cabezas de ganado, se hace uso de una segunda fórmula para reducir el tamaño de la muestra.

$$\mathbf{b) } n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)} \quad \mathbf{Ec: 3.3.2 - 2}$$

Dónde:

**n** = Tamaño de la muestra a calcular

**N** = Tamaño del universo

**Z** = Desviación del valor medio para lograr el nivel de confianza deseado. En función del nivel de confianza, se usa un valor determinado que viene dado por la forma que tiene la distribución de Gauss. Los valores a utilizar son:

Nivel de confianza 95% -> **Z**=1,96

**e** = Margen de error máximo admitido (5%)

**p** = Proporción a encontrar. (0.05)

La razón de que esta **p** aparezca en la fórmula como 0,05 se debe a la homogenización de las fincas por número de vacas. Cuando una población es muy uniforme, la convergencia a una población normal es más precisa, lo que permite reducir el tamaño de muestra. Normalmente cuando no existe información sobre el valor que se espera encontrar se usa **p**=50%, sin embargo como se tiene información, se usa el valor aproximado que se esperaba.

**Tabla 15.** Muestreo homogenizado

<b>CANTONES</b>	<b>FINCAS</b>	<b>%</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tamaño de muestra homogeneidad (0.05)</b>
CAYAMBE	5233	0,26	363	72
MEJÍA	4224	0,21	293	72
PEDRO MONCAYO	1062	0,05	74	68
PEDRO VICENTE MALDONADO	791	0,04	55	67
PUERTO QUITO	639	0,03	44	66
QUITO	6632	0,33	460	72
RUMIÑAHUI	822	0,04	57	67
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS	980	0,05	68	68
<b>TOTAL</b>	<b>20,383</b>	<b>1</b>	<b>1,414</b>	<b>552</b>

**Fuente:** Proyecto, evaluación de la calidad fisicoquímica e higiénico-sanitario de leche en Pichincha, 2017

### **3.3.3 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS**

#### **3.3.3.1 Fase de campo**

Continuando con las reuniones con los representantes de las entidades mencionadas, se delegó a la AEB por la experiencia en este tipo de investigaciones, para la construcción de las rutas de movilización dentro de los cantones y establecer el contacto con los dueños de las unidades productoras. Luego de haber determinado las 552 fincas y el establecimiento de las rutas, se iniciaron los preparativos del kit de utensilios (*Anexo 2*) que serían usados para la toma de muestras.

Luego se establecieron la codificación de los envases para un mejor manejo de las muestras en el laboratorio así como también de la lista de chequeo. Se codificaron los envases considerando dos aspectos, la parte literal corresponde a dos letras donde la primera representa al cantón y la segunda a la parroquia; y una parte numérica que corresponde al número de muestra (*proveedor*) correspondiente a cada cantón. Para los cantones que no tienen parroquias se asignaron repitiendo la misma letra asignada para el cantón (*Anexo 3*).

Posteriormente para asegurar que las muestras sean bien tomadas, Fundación Alpina realizó capacitaciones para la correcta toma de muestras de leche en la cual participaron representantes del GADPP, Pasteurizadora Quito y AEB, indicando la

metodología para llenar la lista de chequeo y la importancia de una muestra bien tomada.

A la hora de visitar las unidades productoras se utilizó la indumentaria adecuada para el ingreso y se realizó la evaluación en primera instancia, el proceso sanitario e higiénico de la rutina de ordeño mediante el cumplimiento o no de las actividades descritas en la lista de chequeo y posteriormente se procedió a tomar las muestras de acuerdo con los siguientes pasos:

- Utilizar indumentaria adecuada, guantes desechables para cada toma de muestra y mascarilla.
- Usar de frascos de plástico estéril de 100 mililitro para la toma de muestra de leche cruda.
- Introducir el agitador de acero inoxidable, de tamaño acorde al recipiente a muestrear, para lograr una distribución homogénea de los componentes constitutivos de la misma especialmente de la grasa.
- Agitar mínimo 6 veces por 30 segundos en tarros o bidones
- Contar con una jarra de 1 litro de capacidad esterilizada para la muestra.
- Extraer la muestra introduciendo un cucharón de tamaño acorde al recipiente a ser muestreado como mínimo 15 – 20 cm por debajo del nivel de leche.
- Poner el contenido del cucharón dentro de la jarra recolectora de muestra evitando derrames.
- Verter aproximadamente 100 mililitro de leche en los frascos rotulados con sus respectivos inhibidores, azidiol inhibidor de desarrollo bacteriano y bronopol, conservante para muestras destinadas para el análisis de contenido de células somáticas y fisicoquímicas de la leche cruda.
- Cerrar herméticamente el envase de la muestra, homogenizar con movimientos suaves y repetitivos hasta que los conservantes se hayan disuelto completamente en la muestra.
- Transportar cuidadosamente dentro de un refrigerador a una temperatura entre 2°C y 8°C, evitando la exposición directa de la leche a la luz. Se mantuvo la

cadena de frío hasta el momento de análisis en el laboratorio de la pasteurizado Quito - Quito.

### **3.3.3.2 Fase de laboratorio**

La codificación facilitó el manejo de las muestras en el laboratorio para clasificar de acuerdo con el cantón que pertenecía la muestra. Para realizar los análisis: Físicoquímicos, conteo de células somáticas (CCS) y conteo bacteriano total (CBT), se procedió a calibrar los equipos MilkoScan™ (Físicoquímico), BactoScan™ (CBT) y Fossomatic™ (CCS) los que permiten tener un margen de error mínimo ya que estos equipos están dotados de sistemas integrados de calibración online lo cual permite obtener datos más exactos.

Para realizar el respectivo análisis las muestras de leche fueron llevadas a baño maría a una temperatura de 37°C, seguido a esto se homogenizó la muestra de leche y se procedió a colocar el análisis en el equipo correspondiente para el análisis requerido. Los resultados de todas las muestras y análisis realizados fueron guardados en una matriz de hoja Excel indicando los resultados de las 552 unidades productoras de leche.

### 3.4 MÉTODOS

#### 3.4.1 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS E HIGIÉNICO-SANITARIA DE LA LECHE

**Tabla 16.** Características fisicoquímicas e higiénico sanitario de la leche

Análisis	Método		Unidades
Grasa	Espectroscopia infrarroja	AOAC,ISO/IDF,FDA	Porcentaje % (g/100ml)
Proteína	Espectroscopia infrarroja	AOAC,ISO/IDF,FDA	Porcentaje % (g/100ml)
Sólidos totales	Espectroscopia infrarroja	AOAC,ISO/IDF,FDA	Porcentaje % (g/100ml)
Crioscopia	Espectroscopia infrarroja	AOAC,ISO/IDF,FDA	°C
Contaje bacteriano total	Citometría de flujo	AOAC,ISO/IDF,FDA	UFC/ml
Contaje de células somáticas	Citometría de flujo	AOAC,ISO/IDF,FDA	CCS/ml

FUENTE: Elaboración propia

Para la presentación de resultados se clasificó la información en tres tipos de productores en: pequeños, medianos y grandes productores de leche. El criterio utilizado para definir el tamaño de las unidades productoras es basado según la tenencia de tierra, como lo indica en el estudio “*Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador*” realizado por Riquelme, N. y Bonifaz, N. (2012), que la ganadería orientada a la producción de la leche es una actividad que involucra a todos los productores del país (pequeños, medianos y grandes ganaderos), ya que la disponibilidad de recursos el nivel del manejo técnico y administrativo es muy diferente por lo que hacer un análisis con este criterio permite obtener resultados más reales.

Se aplicó estadística descriptiva para determinar los valores promedio, mínimo, máximo y diferencia estadística de cada parámetro de calidad a nivel cantonal y provincial según las unidades mencionadas en la **tabla 16**. También se consideró la clasificación en categorías de acuerdo a los parámetros de la Agencia encargada del control y regulación para la protección y el mejoramiento de la sanidad animal, sanidad vegetal e inocuidad alimentaria (AGROCALIDAD) (*Anexo 4*) y la Norma Técnica Ecuatoriana INEN (*Anexo 5*) para determinar el porcentaje de productores que cumplen y no cumplen con la norma.

### **3.4.2 DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS**

Para dar cumplimiento con el segundo objetivo, se utilizó la lista de chequeo (*Anexo 1*). La aplicación de la lista de chequeo (*Check list*) permitió determinar el cumplimiento o no de las actividades de ordeño que se lleva a cabo en las unidades productoras de leche. La determinación de los puntos críticos se realizó comparando las actividades de la rutina de ordeño a través de los resultados de la lista de chequeo frente a los datos del análisis de laboratorio correspondiente a CBT y CCS mediante la prueba de correlación. Esto permitió identificar las correlaciones positivas y negativas, y así determinar las actividades que más influyen antes, durante y después del ordeño. Debido a que la correlación no fue significativa, se realizó el análisis de Pareto para identificar las actividades menos recurrentes las cuales se consideró como puntos críticos, ya que son actividades donde los productores no toman en consideración en la etapa de ordeño, las cuales son influyentes en la calidad de la leche.

### **3.4.3 ELABORACIÓN DEL MANUAL DE MANEJO DE ORDEÑO DE LA LECHE PARA MEJORAR LA CALIDAD**

Para el desarrollo del manual de manejo de ordeño en las unidades productoras de leche, se tomó en cuenta la normativa vigente INEN 9: 2012 y la resolución 067 del ARCSA. Se consideró los puntos críticos determinado mediante la correlación y el análisis de Pareto.

### **3.4.4 DESARROLLO DEL PLAN DE MEJORA**

Para el desarrollo del plan de mejora se consideró los puntos críticos, las cuales permitieron identificar las actividades que se debe tener en cuenta a la hora de analizar, diseñar, planificar e implementar tareas que ayude a mejorar la producción de la leche en cuanto a la composición fisicoquímica e higiénico-sanitaria.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la “Evaluación de la calidad fisicoquímica e higiénico sanitaria de la leche a nivel de fincas ganaderas en la provincia de Pichincha”. Esto se realizó mediante análisis estadístico descriptivo e interpretación, a través de diagramas de cajas, diagrama de Pareto y gráficos estadísticos teniendo en cuenta los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN (*Anexo 5*) y los parámetros de Agrocalidad (*Anexo 4*).

Concluida con la fase de campo y de laboratorio, la información obtenida es ingresada en el sistema de hoja electrónica Excel versión 2013 y analizada en InfoStat y Stata versión 14.0. La información validada es sistematizada cuyos resultados es utilizada en la interpretación de la investigación.

#### **4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN PICHINCHA**

##### **4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LOS CANTONES EN ESTUDIO**

**Cayambe**, en este cantón existen entre pequeños, medianos y grandes productores alrededor de 4.689 unidades productoras de leche de las cuales se registra un total de 21.821 vacas en producción, en su mayoría de raza Holstein, Jersey, Brows Swiss y mestizo, mayormente relacionado con los medianos y grandes productores, mientras que los pequeños productores en su mayoría tienen el ganado mestizo (Torres, 2018). Para tomar las muestras y llevar a cabo la investigación, se seleccionaron al azar 72 UPA's de entre todas las unidades productora de leche del cantón, esto corresponde al 1,54% del total de unidades productoras de leche del cantón Cayambe. La producción promedio es de 117.485 litros diarios con una media general de 12,04 litros.

**Mejía**, en este cantón existen entre pequeños, medianos y grandes productores alrededor de 3.932 unidades productoras de leche de las cuales se registra un total de 43.772 vacas en producción. De acuerdo con Cisneros & Machuca (2014), en el

cantón la mayoría de los productores poseen raza holstein seguido por la raza Brown Swiss, Jersey y cruzados. Para tomar las muestras y llevar a cabo la investigación, se seleccionaron al azar 72 UPA's de entre todas las unidades productora de leche del cantón, esto corresponde al 1,83% del total de unidades productoras de leche del cantón Mejía. La producción promedio es de 204.563 litros diarios con una media general de 13,27 litros.

**Pedro Moncayo**, en este cantón existen entre pequeños, medianos y grandes productoras alrededor de 885 unidades productores de leche, de las cuales se registra un total de 3.612 vacas en producción, en su mayoría de raza mestizo seguido por la raza Holstein, Brown Swiss, Jersey y cruzado (Castro, M. & Espin, F, 2014 Para tomar las muestras y llevar a cabo la investigación, se seleccionaron al azar 68 UPA's de entre todas las unidades productora de leche del cantón, esto corresponde al 7,68% del total de unidades productoras de leche del cantón Pedro Moncayo. La producción promedio es de 95.669 litros diarios con una media general de 10,91 litros.

**Pedro Vicente Maldonado**, en este cantón existe entre pequeños, medianos y grandes productores alrededor de 704 unidades productoras de leche de las cuales se registra un total de 10.319 vacas en producción. La raza de ganado que poseen la mayoría de los productores son: Holstein, Jersey, Brown Swiss y cruzado (Duchi, T. & Guevara, V., 2013). Para tomar las muestras y llevar a cabo la investigación, se seleccionaron al azar 67 UPA's de entre todas las unidades productora de leche del cantón, esto corresponde al 9,52 % del total de unidades productoras de leche del cantón Pedro Vicente Maldonado. La producción promedio es de 70.030 litros diarios con una media general de 6,14 litros.

**Puerto Quito**, en este cantón existen entre pequeños, medianos y grandes productores alrededor de 493 unidades productoras de leche, de las cuales se registra un total de 5.902 vacas en producción. En este cantón además del ganado de raza Holstein, Jersey y Brown Swiss también existen razas como: gyr y mestizos (Duchi, T. & Guevara, V., 2013). Para tomar las muestras y llevar a cabo la investigación, se seleccionaron al azar 66 UPA's de entre todas las unidades productora de leche del

cantón, esto corresponde al 13,39% del total de unidades productoras de leche del cantón Puerto Quito. La producción promedio es de 54.646 litros diarios con una media general de 5,81 litros.

**Quito**, en este cantón existen entre pequeños, medianos y grandes productores alrededor de 6.220 unidades productoras de leche de las cuales se registra un total de 40.376 vacas en producción, en su mayoría poseen la raza mestizo y Holstein (Castro, M. & Espin, F, 2014). Para tomar las muestras y llevar a cabo la investigación, se seleccionaron al azar 72 UPA's de entre todas las unidades productora de leche del cantón, esto corresponde al 1,16 % del total de unidades productoras de leche del cantón Quito. La producción promedio es de 183.239 litros diarios con una media general de 15,38 litros.

**Rumiñahui**, en este cantón existen entre pequeños, medianos y grandes productores alrededor de 713 unidades productoras de leche de las cuales se registra un total de 5.886 vacas en producción, la raza de ganado que poseen la mayoría de los productores es mestizo (Censo SIISE, 2012). Para tomar las muestras y llevar a cabo la investigación, se seleccionaron al azar 67 UPA's de entre todas las unidades productora de leche del cantón, esto corresponde al 9,39 % del total de unidades productoras de leche del cantón Rumiñahui. La producción promedio es de 87.607 litros diarios con una media general de 10,23 litros.

**San Miguel de los Bancos**, en este cantón existen entre pequeños, medianos y grandes productores alrededor de 984 unidades productoras de leche de las cuales se registra un total de 13.557 vacas productoras de leche, la raza de ganado que poseen la mayoría de los productores son: Holstein, Jersey, Brown Swiss y cruzado (Duchi, T. & Guevara, V., 2013). Para tomar las muestras y llevar a cabo la investigación, se seleccionaron al azar 68 UPA's de entre todas las unidades productora de leche del cantón, esto corresponde al 6,91 % del total de unidades productoras de leche del cantón San Miguel de los Bancos. La producción promedio es de 51.559 litros diarios con una media general de 5,75 litros.

#### 4.1.2 UNIDADES PRODUCTORAS DE LECHE

En la provincia de Pichincha el 60.69% de las unidades productoras de leche en estudio son pequeños productores con una extensión territorial menor a 5ha en la sierra y 50ha en la costa, continuando con el análisis; el 29,17% corresponde a medianos productores que van entre 5 a 20ha en la sierra y 50 a 100ha en la costa y el 10,14% son grandes productores de leche con extensión territorial mayor a 20ha en la sierra y 100ha en la costa, notándose que las pequeñas unidades productoras en estudio son las que predominan en la provincia, lo cual es cierto ya que Riquelme y Bonifaz (2012) indican que entre el 50 a 86% de productores de leche pertenecen a pequeñas unidades productoras, con tenencia de tierra que va de 1 a 5ha en la sierra y menor a 50ha en la costa, el mismo autor concluye que la lechería en los últimos años se ha desarrollado en función de la incorporación de la superficie razón por la cual se estratifica las unidades de producción de leche de la siguiente manera.

**Tabla 17.** Porcentaje de unidades productoras de leche según tenencia de tierra

<b>CANTONES</b>	<b>GRANDE</b> (Sierra: > 20 ha Costa: > 100 ha)	<b>MEDIANO</b> (Sierra: 5 -20 ha Costa: 50 - 100 ha)	<b>PEQUEÑO</b> (Sierra: < 5 ha Costa: < 50 ha)	<b>TOTAL CANTONAL</b>
CAYAMBE	0,91%	3,99%	8,15%	<b>13,04%</b>
MEJÍA	1,63%	4,71%	6,88%	<b>13,22%</b>
PEDRO MONCAYO	0,91%	4,89%	6,52%	<b>12,32%</b>
PEDRO VICENTE MALDONADO	0,72%	2,17%	9,24%	<b>12,14%</b>
PUERTO QUITO	0,91%	3,26%	7,61%	<b>11,78%</b>
QUITO	3,08%	6,52%	3,44%	<b>13,04%</b>
RUMINAHUI	0,72%	1,27%	10,14%	<b>12,14%</b>
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS	1,27%	2,36%	8,70%	<b>12,32%</b>
<b>TOTA PROVINCIAL</b>	<b>10,14%</b>	<b>29,17%</b>	<b>60,69%</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Diagnóstico de la calidad higiénico, sanitaria y fisicoquímica de la leche de la provincia de Pichincha, 2017

## 4.2 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS E HIGIÉNICO-SANITARIA DE LA LECHE

De acuerdo a la metodología planteada se consideró los parámetros de AGROCALIDAD (*Anexo 4*) y la Norma Técnica Ecuatoriana (*Anexo 5*) con el propósito de determinar el porcentaje de unidades productoras de leche que cumplen con los parámetros establecidos y valorar la calidad de leche que se produce en las fincas a nivel cantonal y provincial.

Según FAO (2018), la composición fisicoquímica de la leche varía de acuerdo con la raza, edad y dieta, estado de lactancia, número de partos, sistema de pastoreo, entorno físico y la estación del año, los cuales influyen también en el color, olor y sabor, por lo que las variaciones de resultados que se presenta en este estudio podrían ser debido a estos factores.

### 4.2.1 RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

La calidad fisicoquímica de la leche está determinada por el contenido de grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales, que en su conjunto son los sólidos totales; siendo la grasa y la proteína los referentes más importantes para determinar la calidad de leche y el precio FAO (2018).

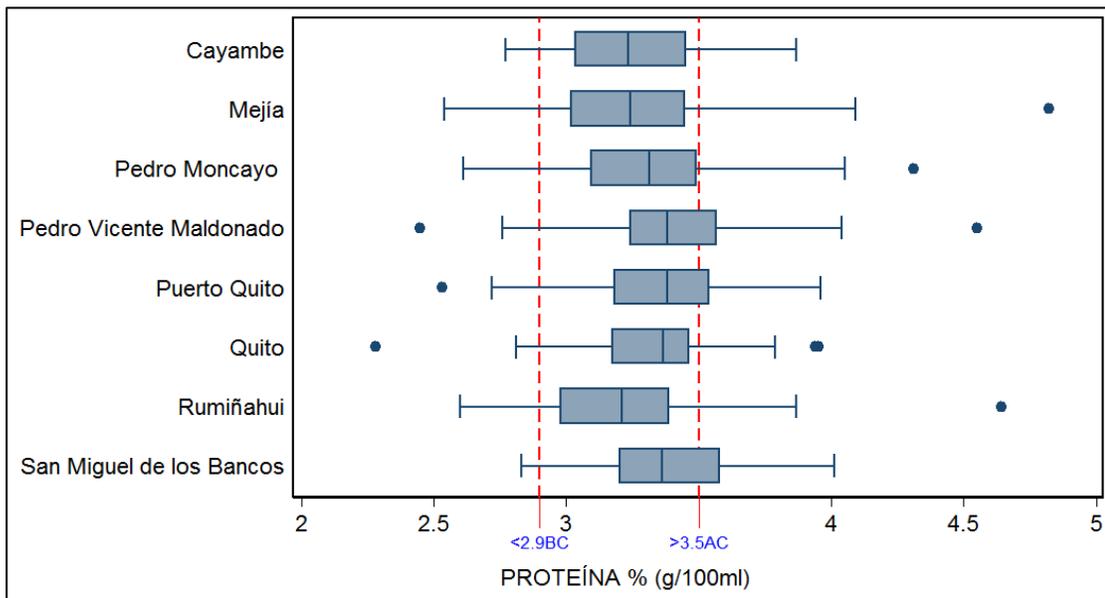
**Tabla 18.** Requisitos fisicoquímico e higiénico sanitario norma INEN 09

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo
Sólidos Totales	%	11,2	-
Materia grasa	%	3,0	-
Proteína	%	2,9	-
Crioscopia	°C	-0,555	-0,530
Higiénico	UFC/ml		<1.5x10 <sup>6</sup>
Sanitario	CCS/ml		<5x10 <sup>5</sup>

Fuente: NTE INEN 9 (2012, 2015)

#### 4.2.1.1 Contenido de proteína

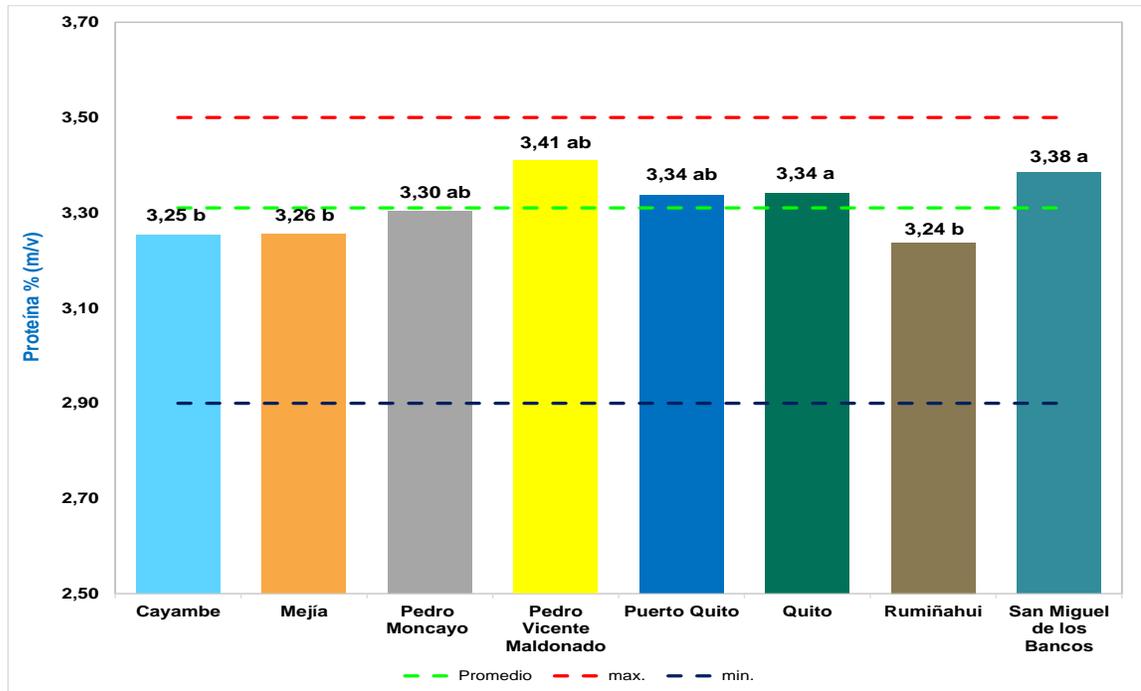
La proteína “está formada por aminoácidos, que son como los eslabones que componen una cadena que sería la proteína. Según la combinación y proporción de estos aminoácidos existen varios tipos de proteínas (Caseína, Beta-lactoglobulina Alfa-lactoalbúmina Lactoferrina, Lactoperoxidasa, Inmunoglobulinas, Lisozima), cada uno cumple funciones especializadas en la salud del ser humano. Entre las más importantes están: proteger al recién nacido, intervenir en la formación de otros componentes de la leche como la lactosa y la grasa” (Alais, 1998). Por lo expuesto la proteína es uno de los principales componentes de la leche y de acuerdo a su contenido se determina la calidad alimenticia de este producto.



**Figura 1.** Variación del porcentaje de proteína por cantón. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.

En el diagrama se observa que la variación de los datos correspondiente a la proteína es mucho mayor en el cantón Mejía y menor en Quito con respecto a los demás, sin embargo todos los cantones en su mayoría cumplen con la norma. Continuando con el análisis, al clasificar los cantones según el cumplimiento de la norma con respecto a la proteína (2.9%), San Miguel de los Bancos ocupa el primer lugar con el 99% de productores que cumplen con la norma seguido por Pedro Vicente Maldonado con el 96%, Puerto Quito con el 91%, Pedro Moncayo con el 90%, Mejía y Cayambe con el

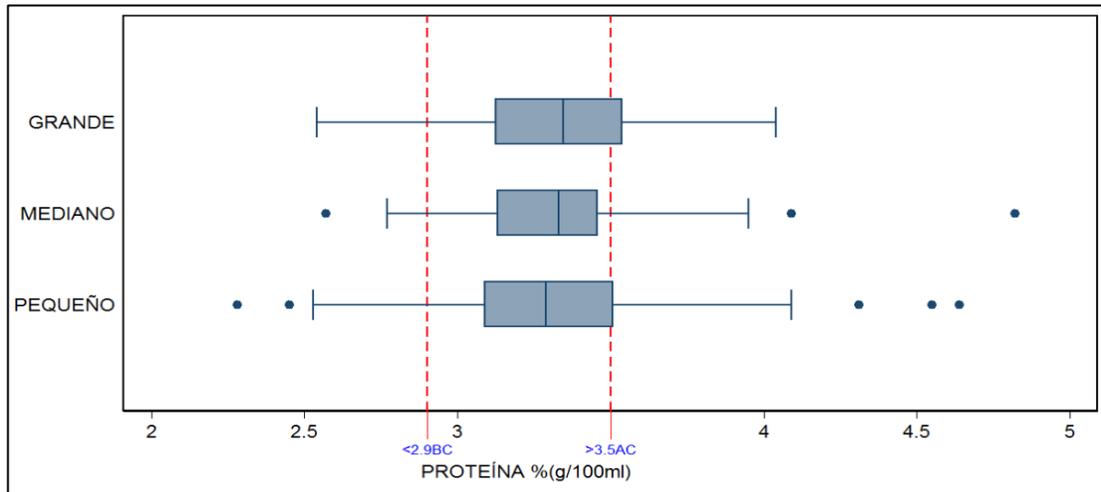
89% y Rumiñahui con el 84%, existiendo diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) de las medias comparadas entre los cantones Cayambe vs Pedro Vicente Maldonado y San Miguel de los Bancos; Mejía vs Pedro Vicente Maldonado y San Miguel de los Bancos; Rumiñahui vs Pedro Vicente Maldonado y San Miguel de los Bancos con una diferencia mínima significativa de 0.1% de proteína.



**Figura 2.** Promedio general por cantón del porcentaje de proteína de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.

Los mejores promedios de proteína se hallaron en Pedro Vicente Maldonado y San Miguel de los Bancos con valores de 3,41% y 3,38% respectivamente siendo superiores con 0,51% y 0,48% al valor mínimo exigido por la norma para este componente. Según Calderon, García, & Martínez (2006) indica que existe una relación inversa entre la producción de leche y el porcentaje de constituyentes de la misma; cuando se produce más cantidad, los componentes disminuyen por tener un mayor factor de dilución, lo cual es justificable a la investigación ya que el volumen de producción estimada es de 6.14 litros/vaca-día en el cantón Pedro Vicente

Maldonado y 5.75 litros/vaca-día en el cantón San Miguel de los Bancos en cambio en los demás cantones el promedio esta entre 10 litros/vaca-día y 15 litros/vaca-día.

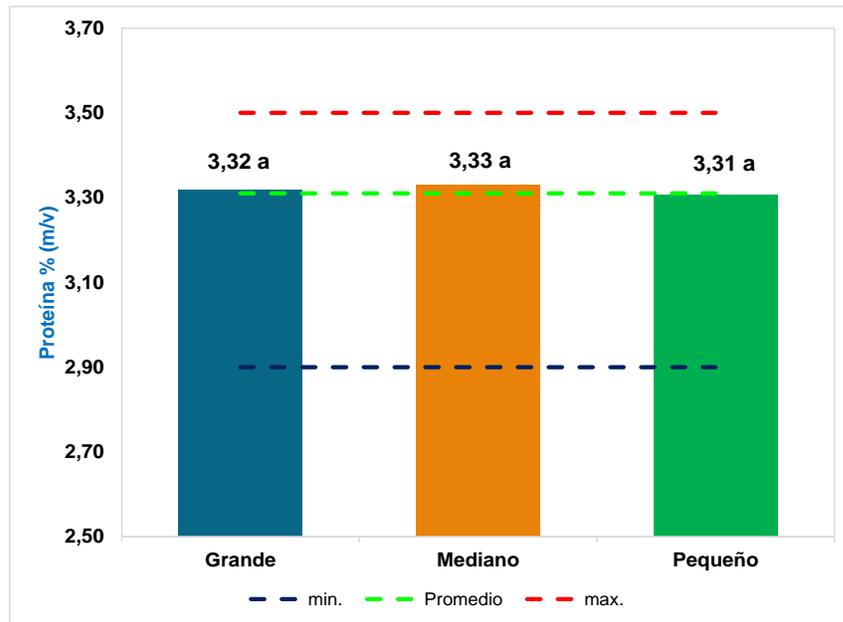


**Figura 3.** Variación del porcentaje de proteína según tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.

En la figura 3, se observa que existe mayor dispersión de datos en el grupo pequeños ganaderos, la razón de la variación puede deberse a la alimentación ya que en este grupo no existe controles en la dieta de los animales, como lo mencionan Ramos, Pabón, & Carulla (1998), en uno de los estudios realizados sobre factores nutricionales y no nutricionales que determinan la composición de la leche, que las raciones deben incluir un adecuado nivel de proteína para garantizar un adecuado flujo de amino ácidos a la glándula mamaria para la síntesis de proteína en la leche. A su vez proveer exceso o deficiente proteína en la dieta afectan la producción óptima de este nutrimento (Campabadall, C., s.f.).

Siguiendo con el análisis al clasificar las unidades productoras de leche según el cumplimiento de la norma con respecto a la proteína, los medianos productores ocupan el primer puesto con el 94% de productores que cumplen con la norma, seguido por pequeños productores con el 91% y los grandes productores con el 88%.

En la figura 4, se observa que entre el tamaño de las unidades productoras de leche estadísticamente no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ). Sin embargo, todos los cantones cumplen con el requisito mínimo de proteína estipulado por la norma.

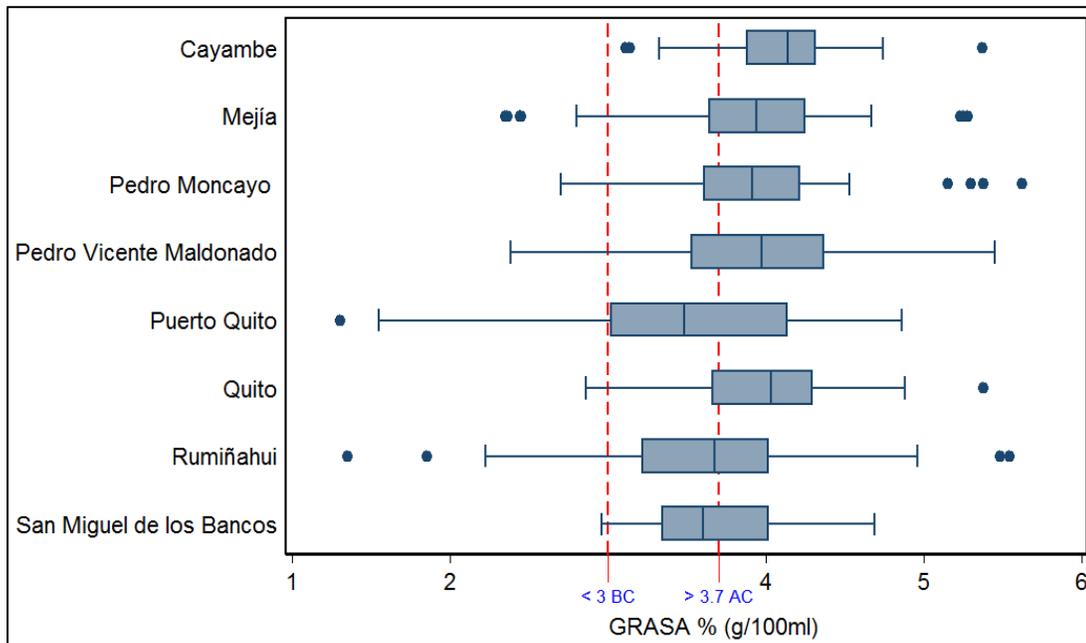


**Figura 4.** Promedio general según tamaño de la UPA del porcentaje de proteína de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.

En resumen, en la provincia de Pichincha de acuerdo al cumplimiento de la norma, el 92% de las unidades productoras de leche presenta valores mayor al 2,9% de proteína y el 8% bajo este parámetro, sin embargo el promedio de este componente a nivel provincial es de 3,3%, lo cual de acuerdo a los parámetros de Agrocalidad ubica en el rango de calidad media, esto significa que la leche puede ser utilizada en gran medida para el consumo e industrialización.

#### 4.2.1.2 Contenido de grasa

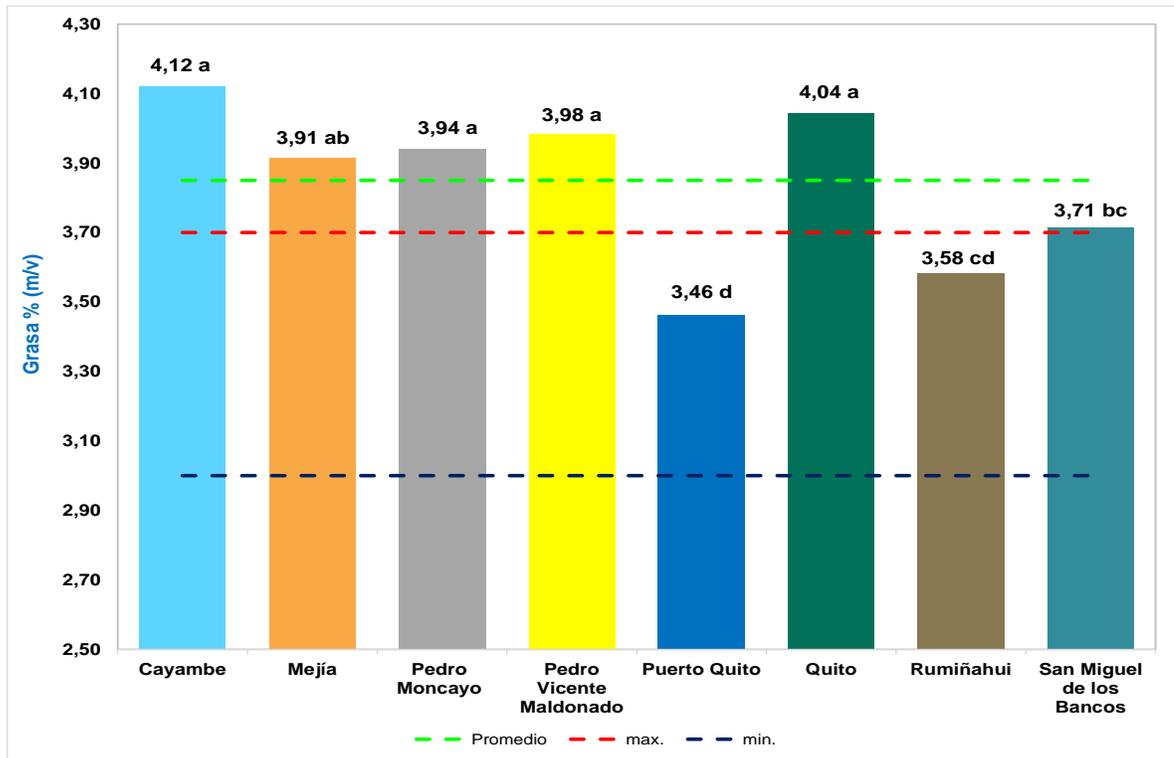
La grasa es otro elemento que determina la calidad de la leche y que sirve como referencia para determinar el precio del litro de leche; pues la norma INEN 9:2015, fija como base el 3,0% de contenido de grasa.



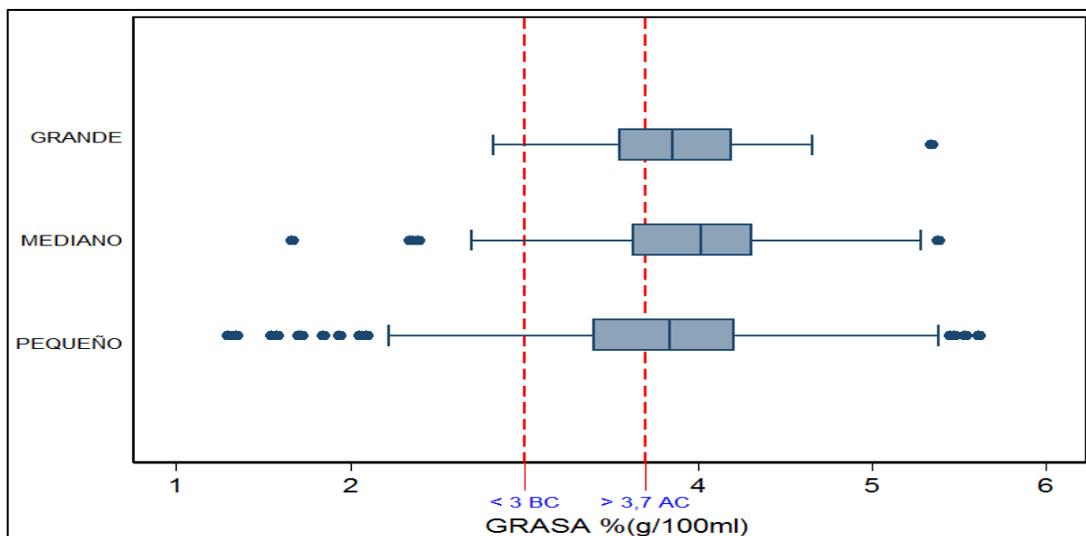
**Figura 5.** Variación del porcentaje de grasa por cantón. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.

En la figura 5, se observa que la variabilidad de los datos correspondiente a la grasa es mucho mayor en el cantón Puerto Quito y menor en Cayambe con respecto a los demás cantones. El menor flujo de variabilidad hace que en Cayambe el 100% de las unidades productoras de leche cumplan con la norma. Al ordenar los cantones según el cumplimiento de la norma con respecto a la grasa (3 %), Cayambe ocupa el primer lugar con el 100% de unidades productoras que cumplen con la norma seguido por Pedro Moncayo con el 99%, San Miguel de los Bancos y Pedro Vicente Maldonado con el 97%, Quito con el 96%, Mejía con el 93%, Rumiñahui con el 85% y Puerto Quito con el 75%. Existiendo diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) de las medias comparadas entre los cantones Cayambe vs San Miguel de los Bancos, Rumiñahui y Puerto Quito; Quito vs San Miguel de los Bancos, Rumiñahui y Puerto Quito; Pedro Vicente Maldonado vs San Miguel de los Bancos, Rumiñahui y Puerto Quito; Pedro

Moncayo vs San Miguel de los Bancos, Rumiñahui y Puerto Quito; Mejía vs Rumiñahui y Puerto Quito; San Miguel de los Bancos vs Puerto Quito, con una diferencia mínima significativa de 0,22% de grasa como se observa en la figura 6.

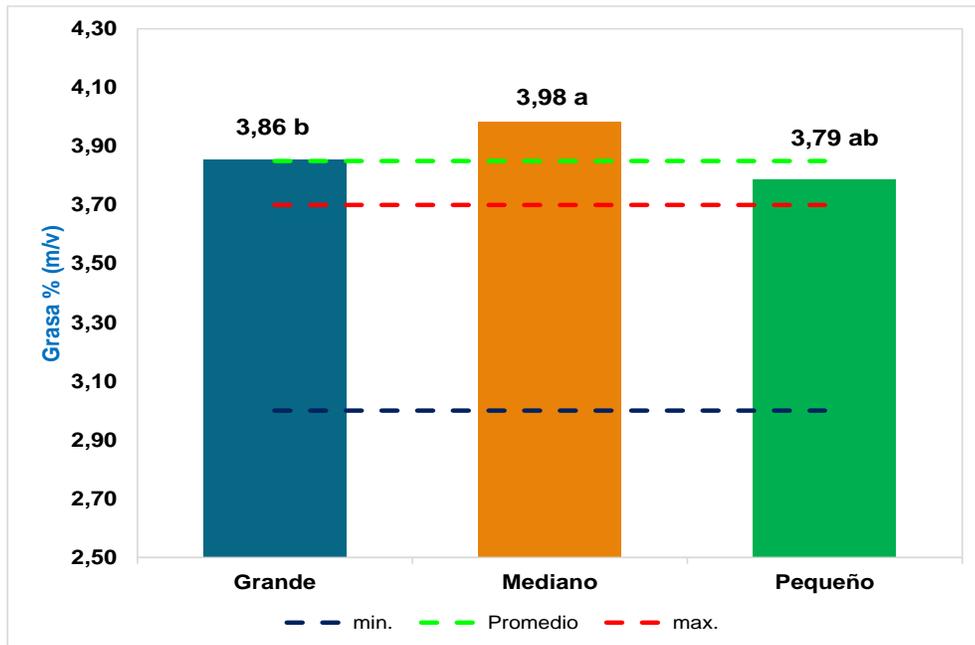


**Figura 6.** Promedio general por cantón del porcentaje de grasa de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados. El promedio general del porcentaje grasa de todos los cantones presenta valores superiores a la norma, siendo el promedio a nivel provincial 3,85% de contenido de grasa. Sin embargo, según los parámetros de Agrocalidad, todos los cantones a excepción de Puerto Quito y Rumiñahui se ubican en el rango de alta calidad, por otro lado en los cantones Cayambe y Quito se determinaron contenido de grasa en la leche más altos, con valores de 1,12% y 1,04% de grasa superiores a la norma respectivamente, lo cual puede ser debido a la totalidad del ordeño ya que según Vishweshwar & Krishnaiah (2005), la leche al inicio del ordeño contiene menos grasa que la del final, si el ordeño no esta completo el valor de la grasa disminuye.



**Figura 7.** Variación del porcentaje de grasa según tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.

En el gráfico 7, se observa que los pequeños, medianos y grandes productores presentan valores inferiores a la norma lo cual representa un 7% de unidades productoras de leche de la provincia con valores más dispersos correspondiente a pequeños productores. Según Valdés & Canto (2012), sobre alimentación de vacas lecheras afirman que varios factores podrían incidir en el bajo contenido de grasa como: enfermedades metabólicas como es la acidosis ruminal que produce el síndrome de bajo contenido de grasa en la leche, la frecuencia de ordeño (3 veces vs una vez al día) produce una leve disminución en el porcentaje de grasa, época del año, etc. En cambio Reyes, Molina & Coca (2010) afirma que la grasa constituye desde el 3,5% al 6,0%, variando entre razas de vacas y prácticas de alimentación. Una alimentación demasiado rica en concentrados que no estimula la rumia en la vaca puede resultar en una caída de porcentaje de grasa (2,0 a 2,5%). También Valdés & Canto (2012) indica que la alimentación es el factor que mayormente afecta al contenido de grasa, permitiendo aumentar hasta en una unidad porcentual (1%) dependiendo del aporte de fibra en la ración lo cual podría justificar la variabilidad de los resultados de grasa encontrado en el estudio.



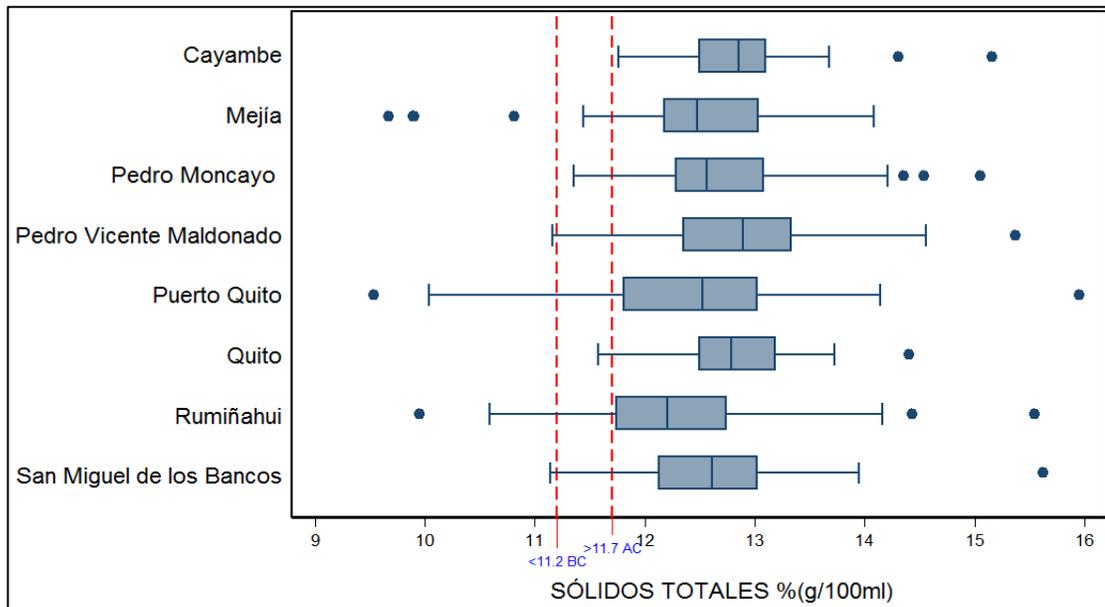
**Figura 8.** Promedio general según tamaño de la UPA del porcentaje de grasa de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.

Al clasificar las unidades productoras de leche según el cumplimiento de la norma con respecto a la grasa, los grandes productores ocupan el primer puesto con el 95% de productores que cumplen con la norma, seguido por medianos productores con el 94% y los pequeños productores con el 92%. Esto significa que en gran parte los productores están cumpliendo con los parámetros establecidos, sin embargo existe diferencia significativa ( $>95\%$ ) entre las medias comparadas de los pequeños y medianos productores con una diferencia mínima significativa de 0,18% de contenido de grasa.

En resumen, en la provincia de Pichincha el 91,46% de las unidades productoras en estudio producen leche cuyo contenido de grasa está sobre el promedio de 3,0% que especifica la norma, mientras que el 8,54% restante de la producción está bajo esta norma.

### 4.2.1.3 Contenido de sólidos totales

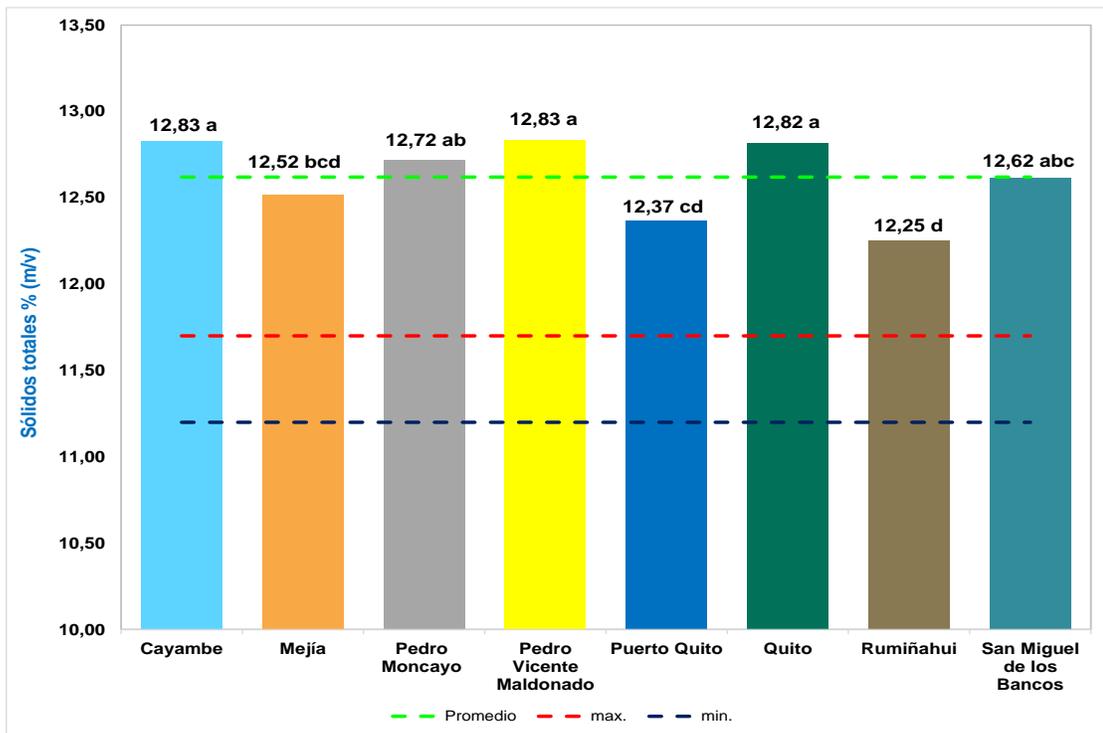
El contenido de sólidos define las pautas de pago de la leche y además determina el valor que tiene la leche cruda como materia prima para la producción de otros productos derivados (Anrique, 2013).



**Figura 9.** Variación del porcentaje de sólidos totales por cantón. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.

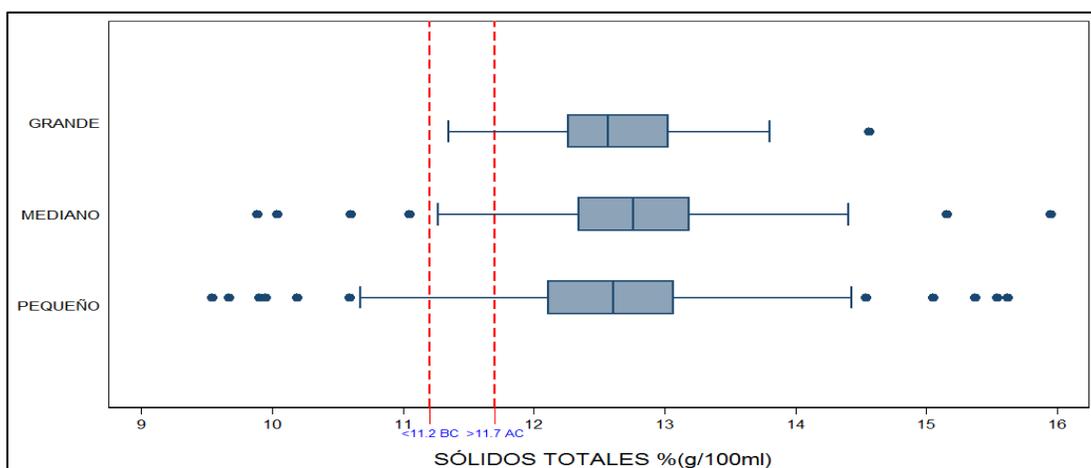
En la figura 9, se observa que la variación de los datos correspondiente a sólidos totales es mucho mayor en el cantón Puerto Quito y menor en el cantón Cayambe en comparación con los demás cantones. Al ordenar los cantones según el cumplimiento de la norma con respecto a los sólidos totales, el cantón Cayambe ocupa el primer lugar con el 100% de los productores que sobre pasan la norma ubicándose en el rango de calidad alta de acuerdo a los parámetros de Agrocalidad, sin embargo los productores de Quito y Pedro Moncayo también cumplen al 100% con la norma a pesar de que el 3% y 6% de las unidades productoras de Quito y Pedro Moncayo respectivamente se ubican en el rango de calidad media. Continuando con el análisis el 99% de los productores del cantón San Miguel de los Bancos cumplen con la norma y Pedro Vicente Maldonado con el 97%, Mejía con el 95%, Rumiñahui con el 91% y Puerto Quito con el 85% de cumplimiento. Sin embargo existen diferencia

significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados de sólidos totales entre los cantones Pedro Vicente Maldonado vs Mejía, Puerto Quito y Rumiñahui; Cayambe vs Mejía, Puerto Quito y Rumiñahui; Quito vs Mejía, Puerto Quito y Rumiñahui; Pedro Vicente Maldonado vs Puerto Quito y Rumiñahui; San Miguel de los Bancos vs Rumiñahui. Todas estas comparaciones difieren con una diferencia mínima significativa de 0,28% de sólidos totales.



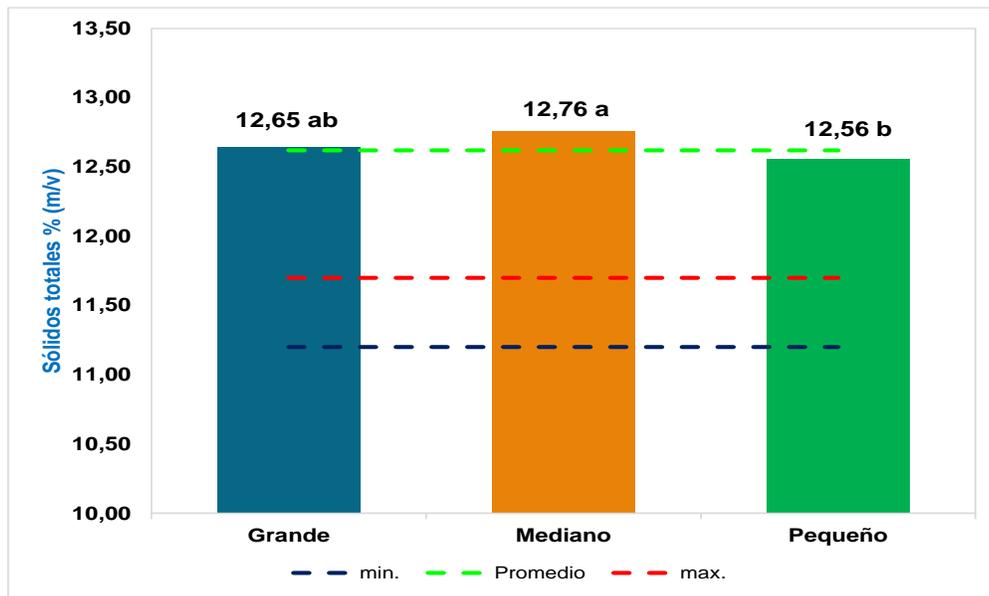
**Figura 10.** Promedio general por cantón del porcentaje de sólidos totales de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.

Los mejores promedios en cuanto al contenido de sólidos totales se encuentran en Cayambe y Pedro Vicente Maldonado las cuales, son superiores con 1.63% de sólidos totales al valor establecido por la norma. Mediante una observación general se concluye que las unidades productoras de la provincia de Pichincha producen leche de al menos del 12.18% al 13.13% de sólidos totales con una media provincial de 12.62%. Sin embargo cabe resaltar que los sólidos totales de la leche de todos los cantones cumplen y sobrepasan el valor mínimo exigido por la norma que es 11,2% de sólidos totales.



**Figura 11.** Variación del porcentaje de sólidos totales según tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.

En la figura 11, se observa que existe mayor variación de resultados en el grupo pequeños ganaderos, la razón de la variación puede deberse a la raza, dieta, salud ruminal, época del año, calidad del pasto, producción de leche, etapa de lactancia, contenido de células somáticas. Atribuir el resultado obtenido a una sola causa es equivocado, ya que son el resultado de un efecto multifactorial (Montero, 2011). Continuando con el análisis al ordenar las unidades productoras de leche según el cumplimiento de la norma con respecto a los sólidos totales, los grandes productores ocupan el primer puesto con el 100% de unidades productoras que cumplen con la norma, seguido por medianos productores con el 98% y los pequeños productores con el 94%.



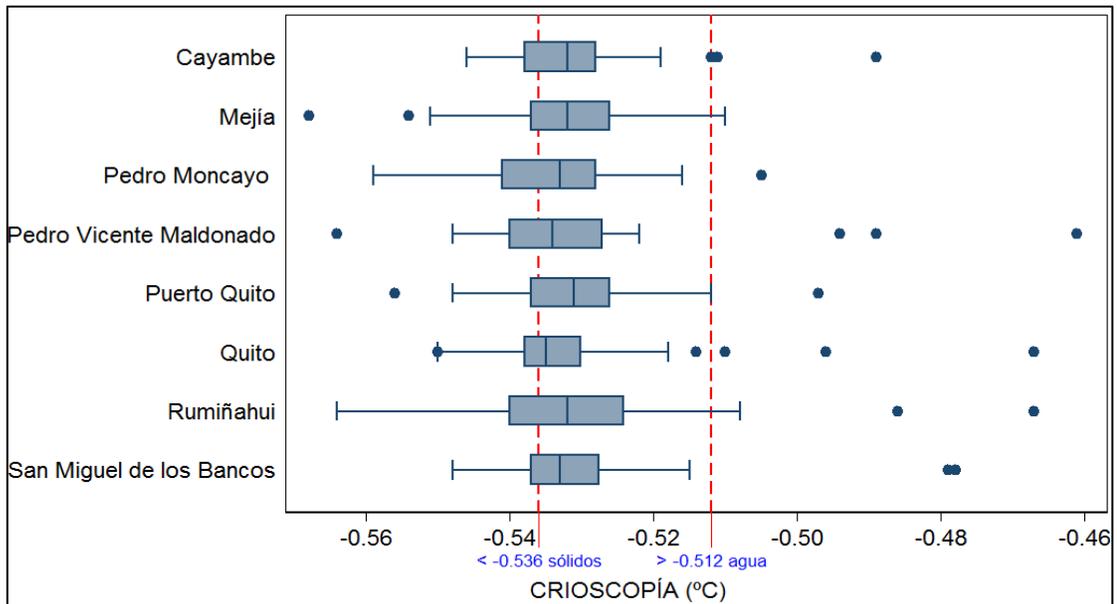
**Figura 12.** Promedio general según tamaño de la UPA del porcentaje de sólidos totales de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.

En la figura 12, se observa existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) de los promedios de sólidos totales, entre los Pequeños vs Medianos productores con diferencia mínima significativa de 0,22% de sólidos totales. Comparando la variación de los datos obtenidos en cada estrato, como se observa en la figura 11 se determina que los grandes ganaderos tienen una dispersión de observaciones mucho menor con respecto al de medianos y pequeños productores, esta variabilidad podría deberse a que el manejo del hato lechero es mucho mejor que de los medianos y pequeños ganaderos (Bonifaz & Riquelme, 2012).

En resumen, en la provincia de Pichincha el 95,83% de las unidades productoras en estudio producen leche cuyo contenido de sólidos totales está sobre el 11,2% que especifica la norma, mientras que el 4,17% restante de la producción está bajo esta norma.

#### 4.2.1.4 Crioscopia

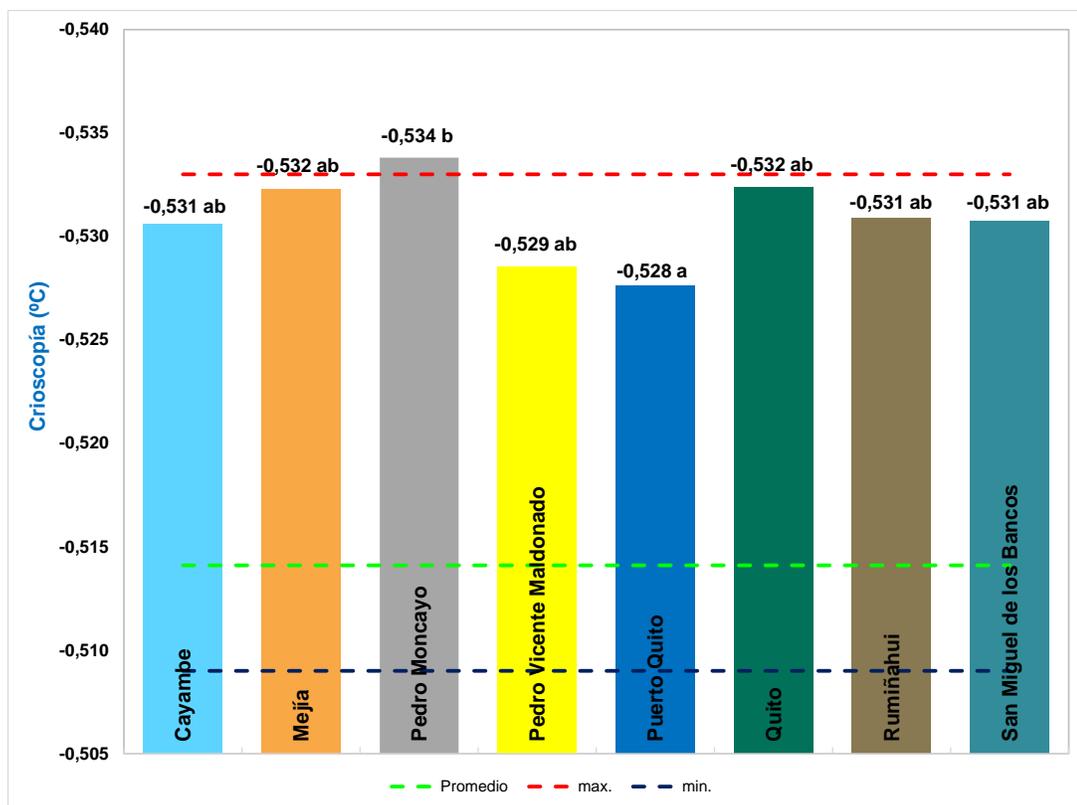
La crioscopia de la leche cruda no varía tan fácilmente como los demás parámetros y su cálculo es uno de los procesos más fieles para conocer posible adición de agua. La leche se congela en un poco menos de cero grados centígrados. La leche fresca sin adulterar esta de (-0,536°C) a (-0,512°C), con una media de (-0,520°C) (Gomez. 2005).



**Figura 13.** Variación del valor Crioscópico por cantón. Las líneas rojas indican el rango del valor Crioscópico aceptable, valores superiores e inferiores determinan existencia de adulteración en la leche.

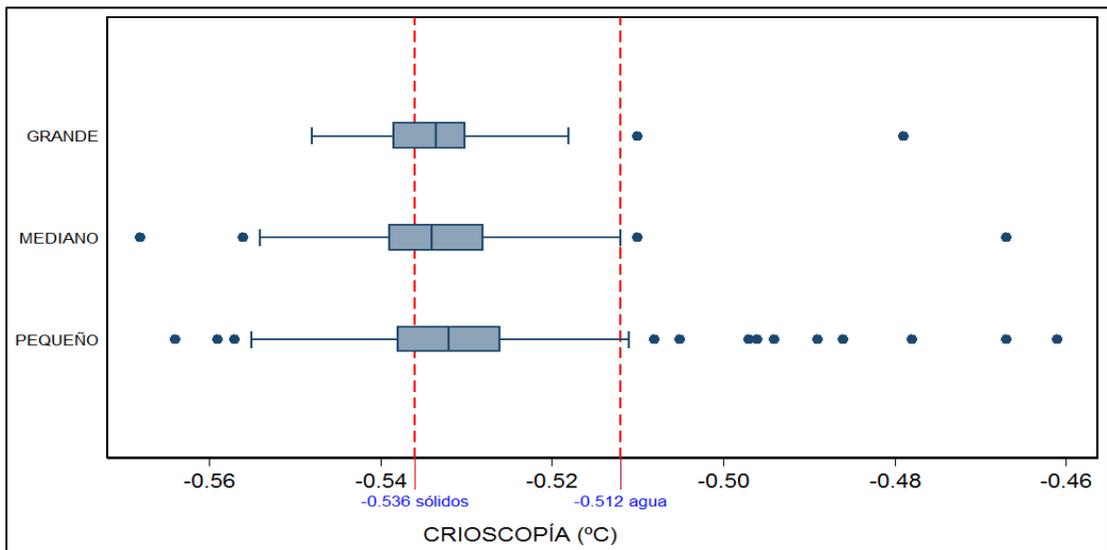
En la figura 13, se observa que la variabilidad de los datos correspondiente a la crioscopia es mucho mayor en el cantón Pedro Vicente Maldonado y menor en el cantón San Miguel de los Bancos con respecto a los demás cantones, sin embargo todos los cantones en su mayoría cumplen con la norma (-0,536°C a -0,512°C). Al ordenar los cantones según el cumplimiento de la norma con respecto a la crioscopia, San Miguel de los Bancos ocupa el primer lugar con el 68%, seguido por Mejía con el 67%, Cayambe y Puerto Quito con el 65%, Rumiñahui con el 61%, Pedro Moncayo con el 59%, Pedro Vicente Maldonado con el 57% y Quito con el 51% de cumplimiento con la norma. Continuando con el análisis, de acuerdo a los resultados de laboratorio en cuanto a la crioscopia, estadísticamente existe diferencia

significativa ( $p > 95\%$ ) entre los cantones Pedro Moncayo vs Puerto Quito con diferencia mínima significativa de  $0,005^{\circ}\text{C}$ .



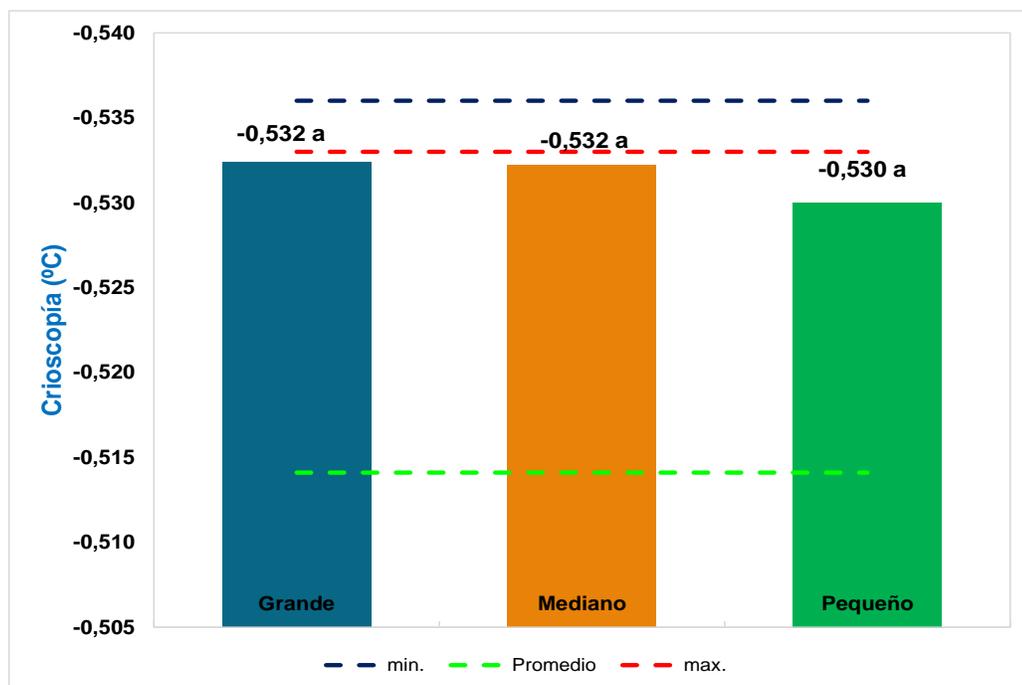
**Figura 14.** Promedio general de la Crioscopia de la leche por cantón. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.

Al observar de una manera general en la Figura 13, se puede determinar que todos los cantones presentan valores fuera del rango establecido, sin embargo los cantones que presentan valores muy alejados del rango de aceptabilidad son Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito siendo también los cantones con los mejores promedios con respecto al valor Crioscópico (Figura 14). Estos cantones se encuentran en la parte más baja sobre el nivel del mar con respecto a los demás cantones lo cual puede ser la causa de una leche aguada ya que según González M. (2012) a menor altura sobre el nivel del mar el punto crioscópico aumenta, lo cual es justificable ya que Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito se encuentran entre 605 y 850 metros sobre el nivel del mar, siendo los cantones con el piso altitudinal más bajo a nivel provincial.



**Figura 15.** Variación del valor Crioscópico por tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango del valor Crioscópico aceptable, valores superiores e inferiores determinan existencia de adulteración en la leche.

Siguiendo con el análisis, al ordenar las unidades productoras de leche según el cumplimiento de la norma con respecto a la crioscopía, los pequeños productores ocupan el primer puesto con el 63% de productores que cumplen con la norma, seguido por grandes productores con el 61% y los medianos productores con el 58% de cumplimiento. Cabe mencionar que de acuerdo a la Figura 15, tanto los grandes, medianos y pequeños productores presentan valores superiores e inferiores al rango establecido por la norma, sin embargo no presentan diferencia estadísticamente significativa (Figura 16). Cabe recalcar que la mayor variación de los resultados se presenta dentro de los pequeños productores por lo que es posible que exista problemas de acidificación para este grupo debido a que la leche no es enfriada enseguida después del ordeño lo cual de acuerdo al Departamento De Producción E Industria Animal (2014), indica que al aumentar la acidez de la leche el punto Crioscópico tiende a descender debido a la formación de un mayor número de moléculas de soluto originadas en el proceso fermentativo.



**Figura 16.** Promedio general de la Crioscopía de la leche según tamaño de la UPA. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.

En resumen, a nivel provincial el 64.13% de las unidades productoras en estudio están dentro del parámetro establecido por la norma considera como leche apta para el consumo e industrialización. El 34.42% toman valores mayores a  $-0,530\text{ }^{\circ}\text{C}$  lo cual según los parámetros de laboratorio de Agrocalidad indica adulteración por adición de agua y el 1,45% son menores a  $-0,555\text{ }^{\circ}\text{C}$ , las cuales muestran adulteración por la presencia de sólidos adulterantes (fécula, harina, agar-agar, gelatina, etc) en la leche. Sin embargo, hay que considerar que la variación de los resultados puede incidir en los resultados finales de crioscopia por las siguientes razones:

- El contenido de cenizas de la muestra afectará al punto de congelación.
- Las variaciones estacionales son generalmente leves, pero afecta el punto de congelación
- La salud del hato.
- Suplementos minerales que se den en la dieta de las vacas o los hidratos de carbono bajos dan alteración del punto de congelación.

- La raza de los animales a veces cambia el valor del punto de congelación del valor esperado de leche normal en una zona determinada.
- El conteo de bacterias alto puede haber dado lugar a algunas fermentaciones de lactosa se altera el punto de congelación normal.
- Las muestras con una acidez titulable mayor de 0,18% por lo general muestran un punto de congelación bajo y no permite correr la muestra en el equipo.
- Leche con mastitis no dará los valores normales del punto de congelación
- Contaminación con jabones o desinfectantes pueden alterar significativamente los valores esperados.
- La leche con alto contenido de calostro a menudo se congela o se muestran resultados inesperados
- Las condiciones climáticas adversas, que son situaciones de estrés en los rebaños bovinos, puedan dar resultados fuera de lo normal (Bhandari & Singh, 2011).

#### **4.2.2 RESULTADO HIGIÉNICO-SANITARIO**

El análisis de estos dos parámetros está directamente relacionado con el grado de limpieza e higiene en el proceso de ordeño de la leche y con la salud de las vacas lecheras. Mientras más limpieza e higiene hay en una sala de ordeño, equipamiento y sistema de enfriamiento de la leche, menos bacterias o gérmenes están presentes en la leche (Baserría, 2011).

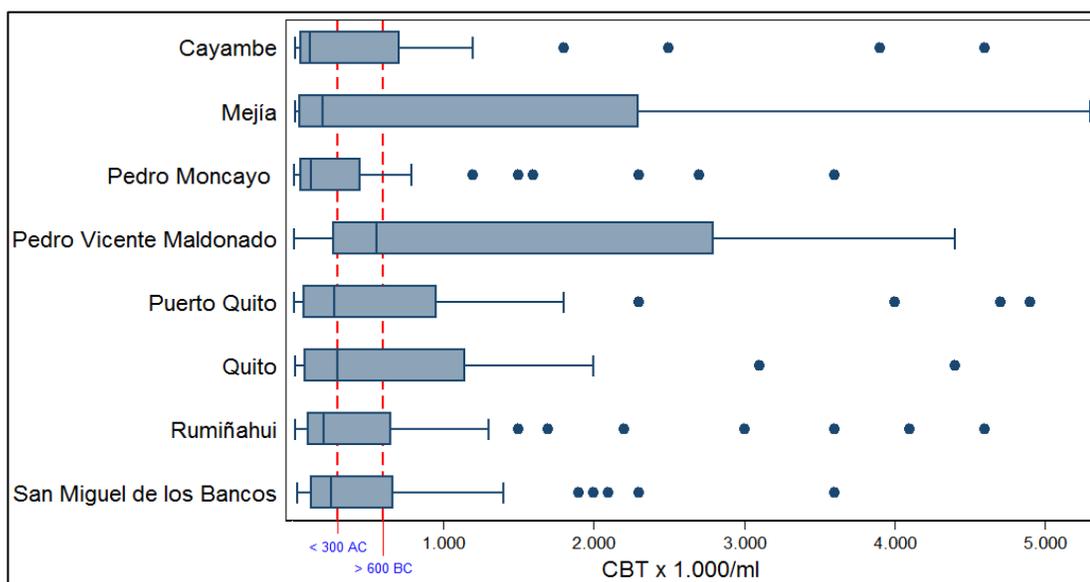
##### **4.2.2.1 Conteo bacteriano total (CBT)**

Los parámetros y límites máximos, que determinan la calidad higiénica de la leche, y que en ningún momento pueden excederse, están descritos en la norma INEN 9:2015, que se utiliza como referencia para determinar la calidad de la leche analizada en el presente estudio así como también los parámetros de Agrocalidad como se observa en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Parámetros de conteo bacteriano total (CBT)

CALIDAD	Rangos de contenido de CBT en 1 ml
A	<300.000 CBT /ml corresponde a <b>ALTA</b>
B	De 300.000-600.000 CBT /ml corresponde a <b>MEDIA</b>
C	>600.000 CBT/ml corresponde a <b>BAJA</b>

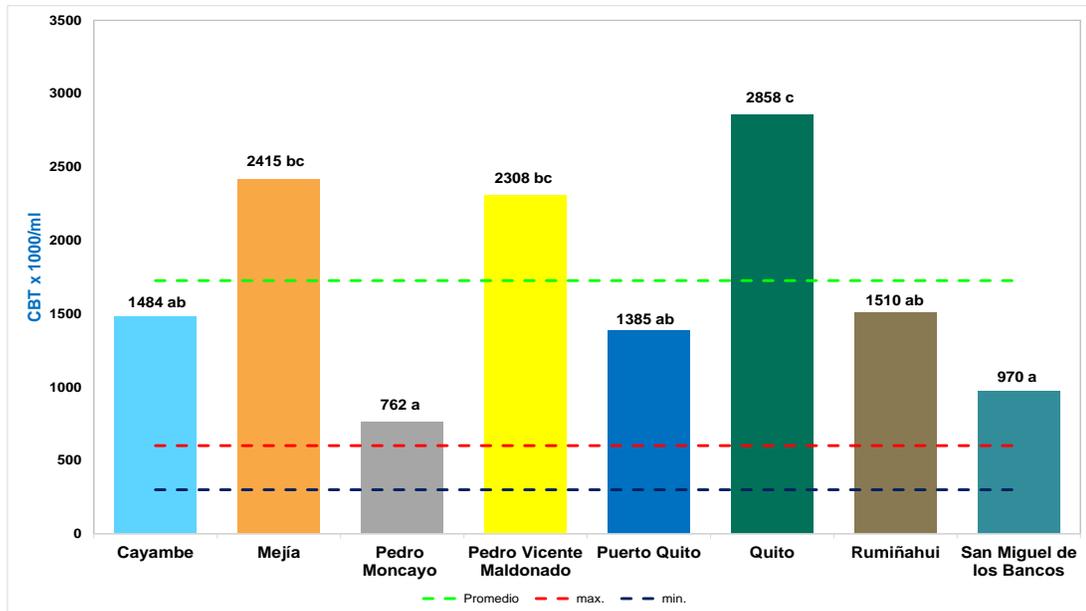
Fuente: Agrocalidad (2017)



**Figura 17.** Variación del conteo de bacterias totales (CBT) por cantón. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.

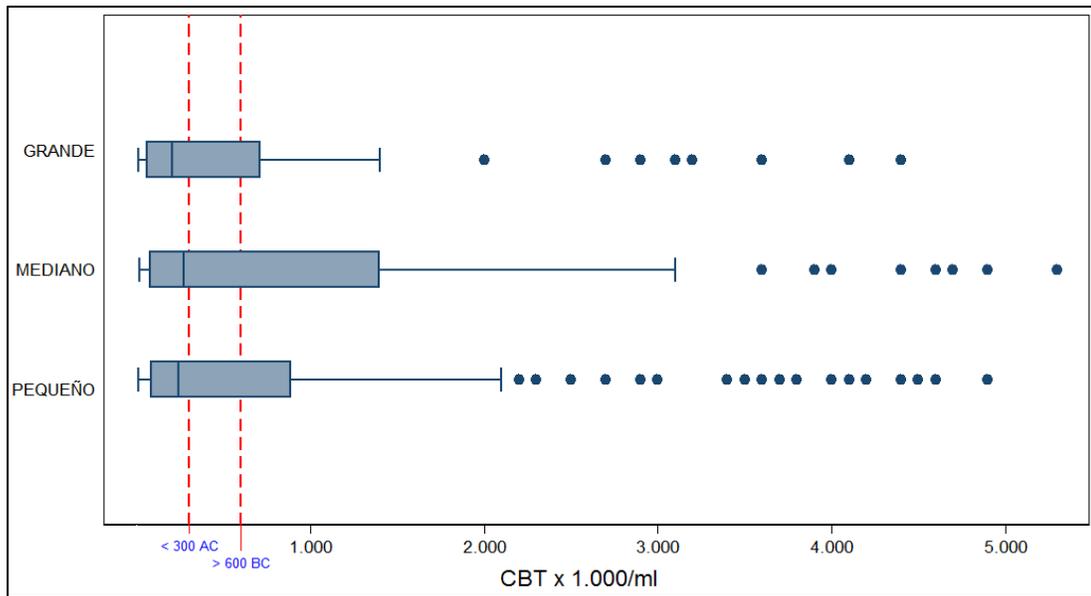
En la figura 17, se observa que todos los cantones presentan valores mayor al rango de aceptabilidad de acuerdo a los parámetros de Agrocalidad (2017). El promedio de todos los cantones está dentro del rango de alta calidad a excepción de Pedro Vicente Maldonado y Mejía, sin embargo se encuentra en el rango de calidad media que también es considerada leche apta para el consumo humano e industrialización. Los cantones Mejía y Pedro Vicente Maldonado toman valores desde 59,972 CBT/ml a 2'907,328 CBT/ml y 270,506 CBT/ml a 2'766,036 CBT/ml respectivamente. Por otro lado el cantón Quito presenta valores muy extremos que llegan hasta 26'451,291 CBT/ml, siendo el cantón con mayores problemas en cuanto al conteo de bacterias

totales. En cambio Pedro Moncayo es el cantón que presenta los valores más bajos en carga microbiana, presentando valor promedio cantonal de 761,719.4 CBT/ml.



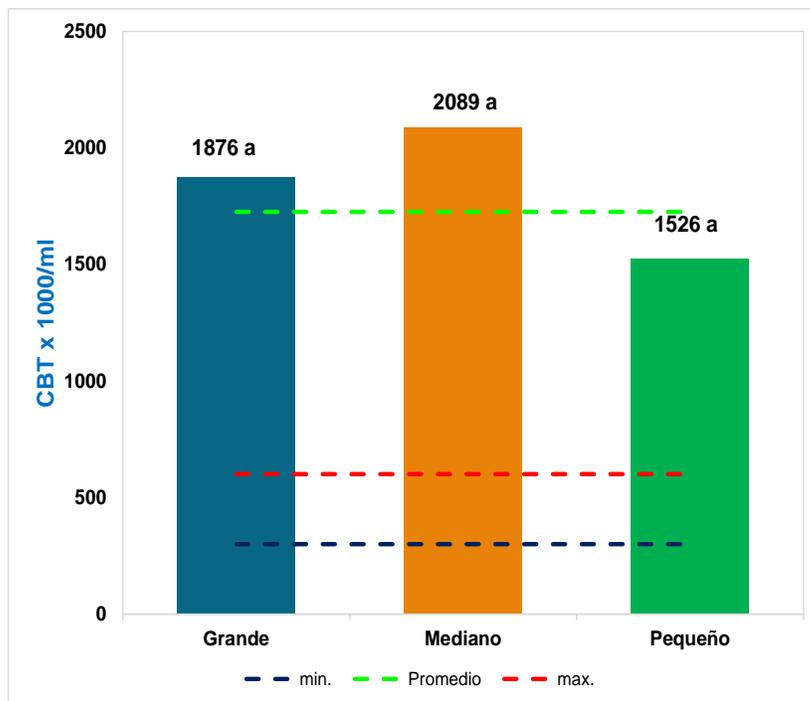
**Figura 18.** Promedio general por cantón del conteo de bacterias totales de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.

Como se observa en la Figura 18, estadísticamente existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios de CBT comparados. Los cantones Pedro Moncayo vs Pedro Vicente Maldonado, Mejía y Quito; San Miguel de los Bancos vs Pedro Vicente Maldonado, Mejía y Quito; Puerto Quito vs Quito con una diferencia mínima significativa de 1.242.895 de bacterias totales por mililitro de leche. Continuando con el análisis, al ordenar los cantones según el cumplimiento de la norma con respecto a al conteo de bacterias totales, Pedro Moncayo ocupa el primer puesto con el 81% de productores que cumplen con la norma seguido por Rumiñahui con el 73%, Cayambe con el 72%, San Miguel de los Bancos con el 71%, Puerto Quito con el 68%, Quito con el 61%, Mejía con el 60% y Pedro Vicente Maldonado con el 51% de cumplimiento.



**Figura 19.** Variación del conteo de bacterias totales (CBT) según tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.

En la figura 19, se observa que los grandes, medianos y pequeñas unidades de producción lechera a nivel provincial, presenta valores promedio de 1`876,386; 2`089,220 y 1`524, 953 de CBT/ml respetivamente, lo que demuestra que están sobre el parámetro máximo permitido por Agrocalidad (> 600000 CBT/ml – baja calidad), resaltando que el grupo con mayor índice de carga bacteriana son los mediano productores. Continuando con el análisis de acuerdo al tamaño de las unidades productoras de leche, estadísticamente no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios de conteo de bacterias totales.



**Figura 20.** Promedio general según tamaño de la UPA del conteo de bacterias totales de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.

Al ordenar las unidades productoras de leche según el tamaño de la UPA, los grandes productores ocupan el primer lugar con el 69% de cumplimiento con la norma, seguido por pequeños productores con el 68% de cumplimiento y 62% correspondiente a los medianos productores que cumplen con la norma. Según González, Sánchez, & Coca (2010), menciona que la carga microbiana inicial está directamente relacionada a la limpieza de los utensilios, almacenamiento y transporte y estima que más del 95% de las causas de elevados conteo de bacterias totales es por la deficiencia en el lavado, higiene y limpieza de equipos y utensilios de ordeño, o están asociadas a las deficiencias de enfriamiento del producto recién ordeñado.

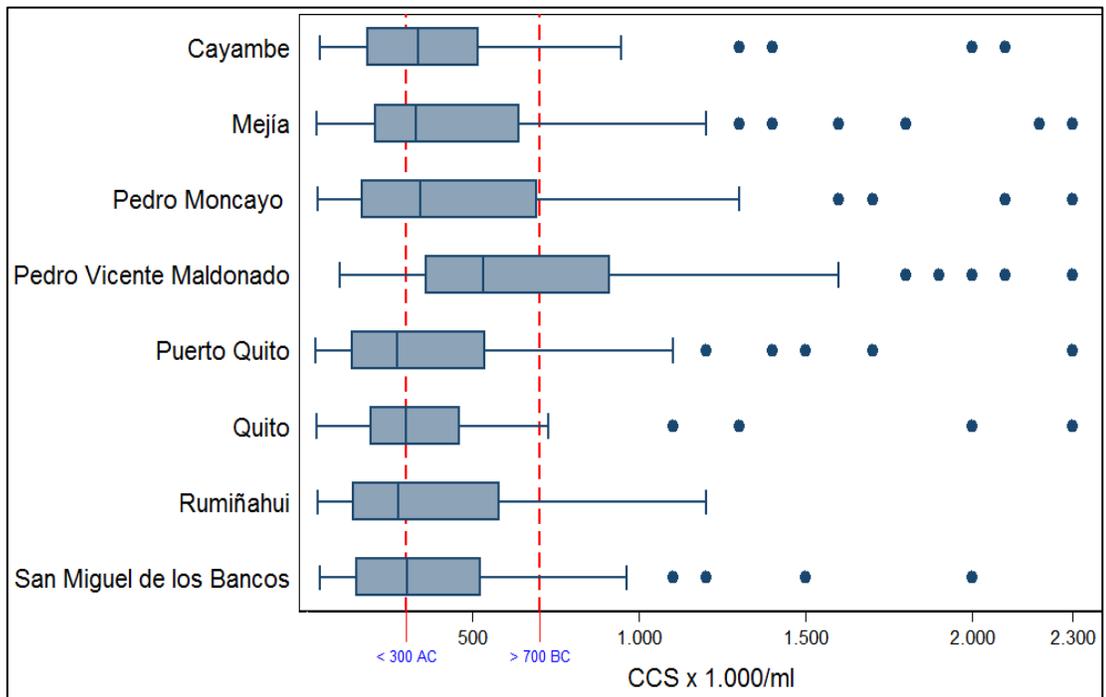
En resumen, a nivel provincial el 54 % de las unidades productoras de leche se considera leche de alta calidad, el 13% de calidad media y el 33% de mala calidad. Sumando el porcentaje de leche de alta y media calidad que también es considerada aceptable para el consumo humano, se determina que la producción de leche en la provincia de Pichincha es apta en un 67%, valor que es similar al estudio de Cabezas (2019) quien indica que la leche en la provincia de Pichincha está dentro del rango de aceptabilidad en un 66.62%. De acuerdo a estos resultados obtenidos se determina

perdida de 58,872 litros de leche equivalente a 9,183 dólares diarios, valor que se determina según el precio oficial (0.42 ctv) establecido en el acuerdo ministerial 394 sobre la calidad y normativa de la leche.

#### **4.2.2.2 Contaje de células somáticas (CCS)**

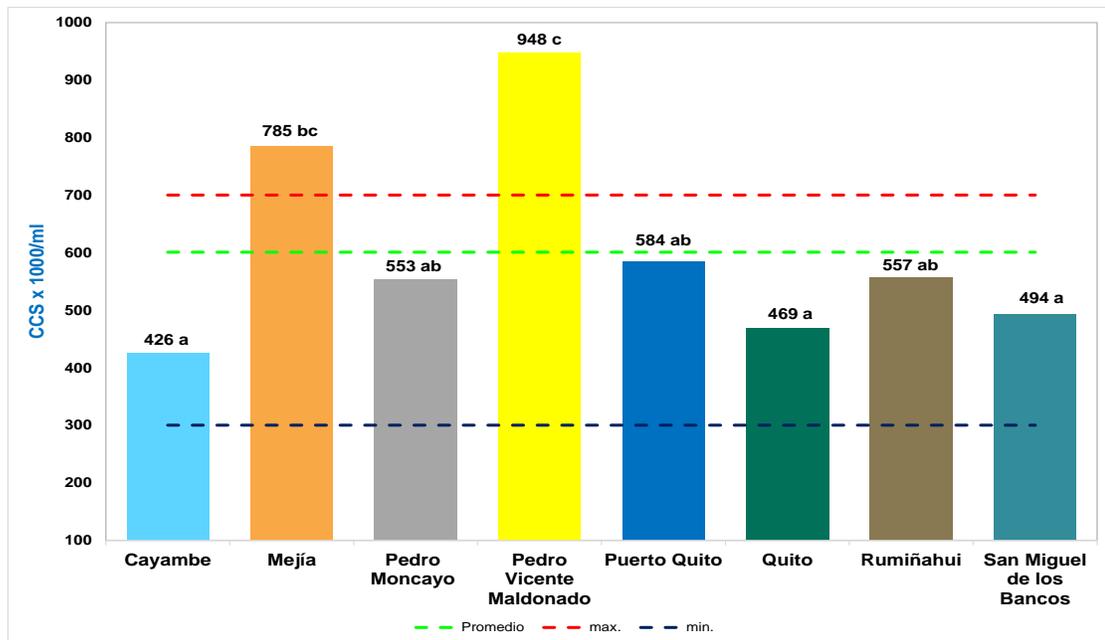
Las células somáticas están constituidas por una asociación de leucocitos y células epiteliales. Los leucocitos se introducen en la leche en respuesta a la inflamación que puede aparecer debido a una enfermedad o, a veces, a una lesión. Las células epiteliales se desprenden del revestimiento del tejido de la ubre (Blowey y Edmondson, 1995). También el contenido de células somáticas en la leche permite conocer datos claves sobre la función y el estado de salud de la glándula mamaria lactante y debido a su cercana relación con la composición de la leche un criterio muy importante de calidad de la leche (Wolter y Kloppert, 2004).

De manera general a nivel provincial, todos los cantones presentan algunas observaciones de conteo de células somáticas mayor a 750,000 CCS/ml, las cuales son consideradas como leche con mastitis (ver Anexo 6), siendo Mejía el cantón con mayor variación de datos, sin embargo todas las unidades productoras de la provincia de Pichincha a excepción de Pedro Vicente Maldonado (43.28% leche con mastitis) caen dentro del rango de la norma, es decir por lo menos el 75% de las observaciones de cada cantón no exceden el rango de alteración del estado sanitario. Refiriendonos al análisis de conteo de células somáticas, el cantón Pedro Vicente Maldonado presenta valores muy altos presentando el mayor porcentaje de leche con mastitis, por lo que se deben tomar acciones que permitan mejorar la calidad de leche en este cantón en cuanto a tema sanitario. Por otro lado el cantón con menor variación de conteo de células somáticas por mililitro de leche es Quito.



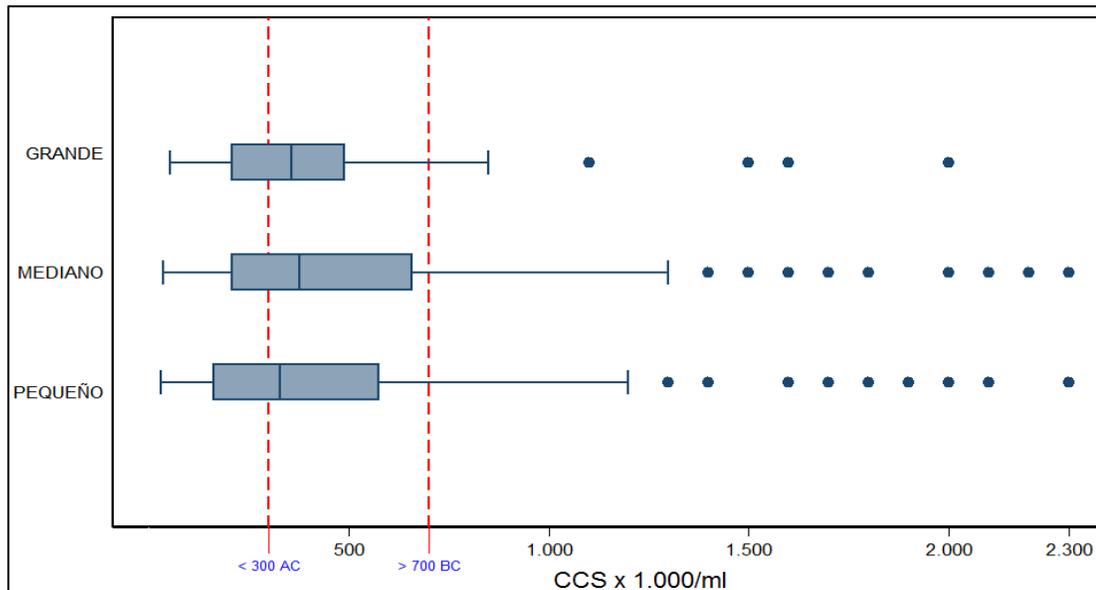
**Figura 21.** Variación del conteo de células somáticas (CCS) por cantón. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.

Continuando con el análisis al ordenar los cantones según el cumplimiento de la norma, el cantón Quito ocupa el primer puesto con el 78% de productores que cumplen con la norma, seguido por San Miguel de los Bancos con el 74% de cumplimiento, Cayambe con el 72%, Puerto Quito con el 71%, Rumiñahui con el 64%, Pedro Moncayo y Mejía con el 62% y Pedro Vicente Maldonado con el 40% de cumplimiento. De acuerdo a los resultados de laboratorio en cuanto al conteo de células somáticas, estadísticamente existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados de conteo de células somáticas de los siguiente cantones: Cayambe vs Mejía, Cayambe vs Pedro Vicente Maldonado, Mejía vs Quito, Mejía vs San Miguel de los Bancos, Pedro Moncayo vs Pedro Vicente Maldonado, Pedro Vicente Maldonado vs Puerto Quito, Pedro Vicente Maldonado vs Quito, Pedro Vicente Maldonado vs Rumiñahui, Pedro Vicente Maldonado vs San Miguel de los Bancos.



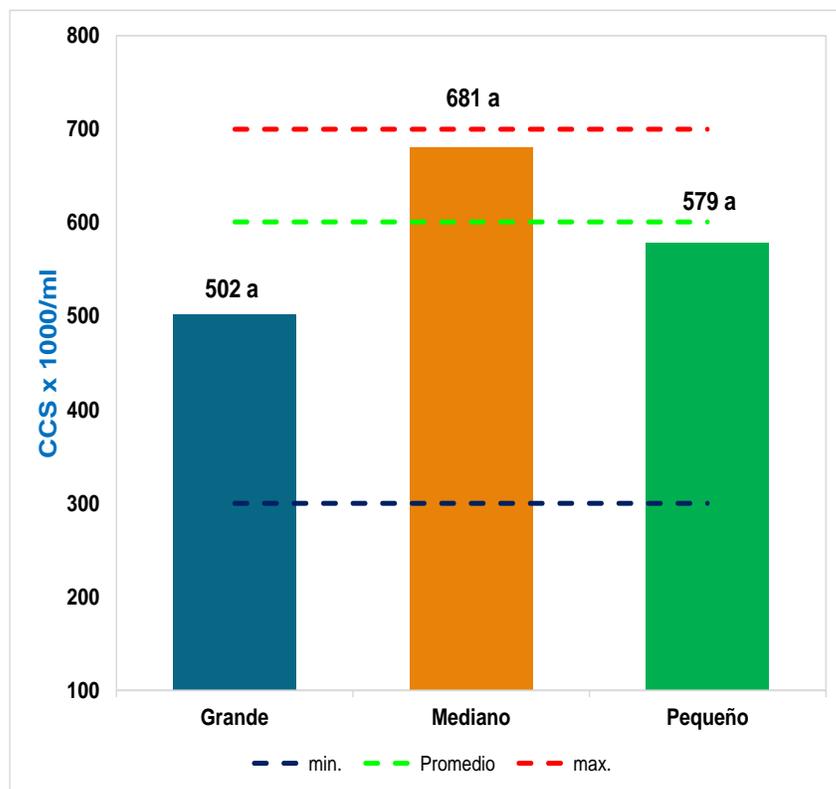
**Figura 22.** Promedio general por cantón del conteo de células somáticas de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.

El análisis según el tamaño de las unidades productoras de leche (Figura 22), en la provincia de Pichincha existe mayor variación de datos entre los medianos productores, siendo también la mayor dispersión en cuanto al conteo bacteriano total (CBT). Por otro lado los grandes ganaderos presentan valores más homogéneos, sin embargo también presentan valores que sobrepasan el rango de aceptabilidad de la norma INEN (14.29% de leche con mastitis). Según Cervantes, et al., (2007), la mastitis reduce la producción láctea entre 5 - 25%, así como el contenido de grasa, caseína, lactosa y sólidos en general e incrementa la concentración de proteína del suero, por lo cual reduce la calidad y el valor industrial de la leche.



**Figura 23.** Variación del conteo de células somáticas (CCS) según tamaño de la UPA. Las líneas rojas indican el rango de calidad - Baja Calidad (BC), Alta Calidad (AC), Calidad media valores entre BC y AC.

Los resultados determinan que el 77% de las unidades productoras correspondiente a los pequeños productores cumplen con la norma seguido por los grandes productores que cumplen con la norma en un 66% y medianos productores con el 60%. Los problemas que repercute en el incumpliendo de la norma es debido a la ausencia de higiene tanto del personal como de los equipos y utensilios de ordeño (Cedeño et al., 2015) Continuando con el análisis según el tamaño de las unidades productoras de leche, no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios de conteo de células somáticas compradas.



**Figura 24.** Promedio general según tamaño de la UPA del conteo de células somáticas de la leche. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 95\%$ ) entre los valores medios comparados.

En resumen, a nivel provincial la calidad de la leche en cuanto a CCS/ml, el 14,67% es muy bueno, 21,38% buena y 12,32% satisfactoria, que da un total del 48,37% considerado como leche apta para el consumo humano e industrialización. Un 51,63% de la muestra es considerada como peligrosa debido a la alteración en el estado sanitario de los bovinos, principalmente por la presencia de mastitis subclínica y clínica. En cuanto al rango de parámetros definido por Agrocalidad a nivel provincial el 42,75% es de calidad alta, el 34,78% de calidad media y el 22,46% de calidad baja.

#### 4.2.3 DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS MEDIANTE CORRELACIÓN

Para determinar los puntos críticos mediante correlación, se utilizó la base de datos de los resultados cumplidos en relación a las preguntas de la lista de chequeo (*Check list*) que influye en el conteo bacteriano total y el conteo de células somáticas frente a

los resultados de laboratorio de todas las unidades productoras de leche. Para lo cual se realizó prueba de Spearman con un nivel de significancia de 0.05, de esta manera se estableció las correlaciones positivas y negativas que tienen mayor incidencia en la calidad de la leche.

#### 4.2.3.1 Puntos críticos identificados en relación a CBT

**Tabla 20.** Correlación de actividades de la rutina de ordeño frente al conteo de bacterias totales (CBT)

ORDEÑO	ACTIVIDAD	N	RHO	SIG.	
ANTES	V1	Existe agua suficiente y de calidad en la UPA para realizar el ordeño, el lavado de las instalaciones, de los equipos y demás requerimientos de la UPA.	552	-0,0663	0,1194
	V2	Se realiza algún tipo de tratamiento adicional para mejorar la calidad del agua.	552	-0,0203	0,6343
	V3	El ordeño se realiza en un sitio cómodo para los animales y las personas, cuenta con una cubierta.	552	-0,0129	0,7622
	V5	El ordeño se realiza en horas regulares para crear un hábito en los animales.	552	-0,0445	0,2965
DURANTE	V15	Alimenta a los terneros con leche en baldes	552	-0,0962	<b>0,024</b>
	V16	El área de ordeño está siempre limpia	552	-0,0197	0,6437
	V17	Las personas encargadas del ordeño cuidan su limpieza personal (manos limpias, uñas cortas, etc.)	552	-0,0386	0,3645
	V18	Las personas encargadas del ordeño llevan ropa limpia y específica para el trabajo a realizar.	552	-0,0224	0,5988
	V19	Cuenta con materiales de limpieza y desinfección para el ordeño	552	-0,0656	0,1235
	V20	Los materiales son de uso exclusivo para el ordeño	552	-0,0311	0,4659
	V21	Durante el ordeño hay una persona para sujetar las vacas y otra para ordeñar	552	-0,0634	0,1367
	V22	La persona que ordeña realiza la limpieza de sus manos con agua y jabón.	552	-0,0245	0,5653
	V23	Lava pezones o las ubres en caso de necesidad con agua limpia y las seca antes de ordeñar.	552	-0,0507	0,2337
	V24	Lava sus manos durante el ordeño luego de cada contaminación	552	-0,0916	<b>0,0315</b>
	V26	Durante el ordeño manual, se evita la presencia de otros animales domésticos que puedan contaminar la leche y/o causar algún accidente.	552	0,0096	0,8217
	V27	Desinfecta los pezones con un producto específico para esto (PRESELLADO).	552	-0,0744	<b>0,0809</b>
	V28	Descarta los primeros chorros de leche.	552	-0,0255	0,5497

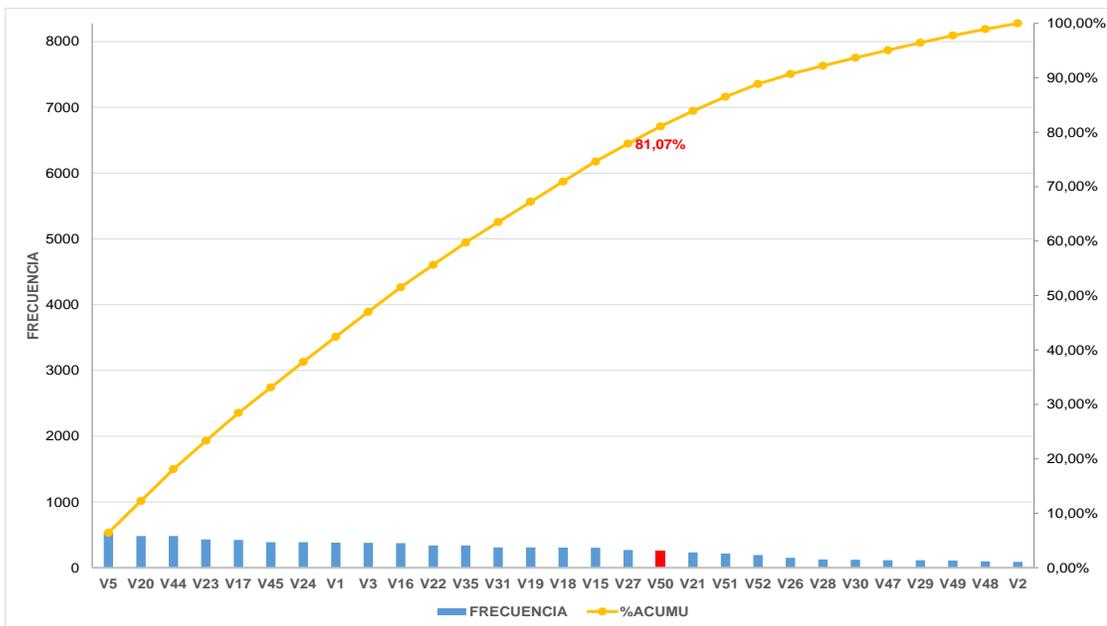
	V29	Los equipos e implementos para el ordeño mecánico de los animales y que están en contacto con la leche están fabricadas con materiales resistentes, inertes, no presentan fugas, son impermeables y fácilmente desmontables para su limpieza.	552	-0,0066	0,877
	V30	El exterior e interior del equipo de ordeño, están limpios y en buen estado, especialmente la línea de vacío, mangueras, líneas de conducción de leche, están limpias (observar con linterna)	552	-0,0342	0,4224
	V31	El equipo opera con una presión de vacío entre 40 y 48 PSI, se evita el sobre ordeño, se retiran pezoneras cortando el vacío.	552	-0,0095	0,8236
	V35	Los recipientes (baldes) donde se recoge la leche son de acero o aluminio, excepto de plásticos, no son tóxicos, son resistentes a la corrosión por detergentes ácidos y alcalinos, no están recubiertos con pinturas y se encuentran limpios y desinfectados previo a su uso.	552	-0,0021	0,9607
	V44	Lava sus tanques y balde de ordeño a fondo	552	-0,0387	0,364
	V45	Deja sus tanques de leche boca abajo, no en contacto con el suelo, para que escurran desde el día anterior	552	-0,0836	<b>0,0498</b>
	V47	Los equipos de ordeño llevan un control de reposición, funcionamiento y mantenimiento de todos sus componentes, se nota el buen estado de pezoneras, colectores, mangueras y líneas de conducción de leche	552	-0,0419	0,3259
DESPÚES	V48	El ciclo de lavado alcalino inicia a 75°C y sale a 45°C, el ciclo de lavado ácido se lo hace entre 30° - 40°C, hay un termómetro para verificar temperaturas	552	-0,027	0,5264
	V49	Para lavar y desinfectar se utilizan químicos autorizados y en dosis recomendadas por sus fabricantes, luego el agua para lavar equipos está clorada, de buena calidad.	552	-0,0323	0,4477
	V50	Usa filtros para cernir la leche son desechables o permiten una correcta limpieza y desinfección.	552	-0,0716	<b>0,0591</b>
	V51	Inmediatamente después del ordeño, la leche se enfría a 4° en menos de 2 horas.	552	-0,0793	<b>0,0628</b>
	V52	El predio cuenta con un local aislado y equipo de enfriamiento para el almacenamiento de la leche.	552	-0,0539	0,2057

Al correlacionar las actividades de la lista de chequeo (*Check list*) frente a los resultados de laboratorio mediante la prueba de Spearman se obtuvo valores negativos, lo cual permite determinar que el uso de la lista de chequeo tiene afecto

práctico, ya que el resultado obtenido indica que si el cumplimiento es alto, el conteo de bacterias totales disminuye. Por lo tanto hacer uso de la lista de chequeo frente a los resultados de laboratorio permite identificar punto críticos de las actividades que se lleva a cabo antes, durante y después del ordeño. Por lo tanto, las actividades realizadas correctamente en el ordeño influye en los resultados CBT, lo que coincide con los resultados de Silva, Kagunala & Weerakkody (2016) que la aplicación de buenas prácticas de gestión, tienen un efecto significativo en los niveles de microorganismos de la leche cruda.

Las actividades que tienen mayor significancia (0.05) e influyen en los resultados del conteo de bacterias totales fueron las siguientes:

- Alimenta a los terneros con leche en baldes (V15)
- Lava sus manos durante el ordeño luego de cada contaminación (V24)
- Desinfecta los pezones con un producto específico para esto (PRESELLADO (V27)
- Deja sus tanques de leche boca abajo, no en contacto con el suelo, para que escurran desde el día anterior (V45)
- Usa filtros para cernir la leche son desechables o permiten una correcta limpieza y desinfección (V50)
- Inmediatamente después del ordeño, la leche se enfría a 4° en menos de 2 horas (V51)



**Figura 25.** Análisis de Pareto de actividades de rutina de ordeño que influye en el conteo de bacterias totales (CBT)

Al analizar las actividades que incumplen en la rutina de ordeño, se determina que existe mayor problema durante el ordeño, lo cual es justificable, ya que según Magariños (2000) menciona que la contaminación de la leche se produce durante el ordeño, transporte y manufactura, donde la leche entra en contacto con el personal, equipos, materiales y utensilios que también son una fuente de contaminación bacteriana. Por lo que es necesario hacer énfasis en las actividades como: lavado de pezones con agua circulante, secado con toalla individual, desinfección de manos del ordeñador, lavado de las pezoneras con flujos de agua caliente antes de cada ordeño. Reyes, (2010) estima que más del 95% de causas elevadas en el conteo de bacterias totales es debido a la mala práctica de ordeño, la calidad del agua utilizada para lavar los equipos y utensilios lo cuales básico para evitar la contaminación de la leche, o pueden estar asociadas a las deficiencias de enfriamiento de la leche en la etapa del ordeño, el hacer uso de materiales de acero inoxidable o aluminio permite mantener la leche en mejores condiciones (Pérez, 2018).

Las actividades de la rutina de ordeño, antes, durante y después, que influyen en los resultados de conteo de bacterias totales son:

### **Antes**

- Se realiza algún tipo de tratamiento adicional para mejorar la calidad del agua (V2).

### **Durante**

- El exterior e interior del equipo de ordeño, están limpios y en buen estado, especialmente la línea de vacío, mangueras, líneas de conducción de leche, están limpias (observar con linterna) (V29).
- El equipo opera con una presión de vacío entre 40 y 48 PSI, se evita el sobreordeño, se retiran pezoneras cortando el vacío (V30).
- Los equipos e implementos para el ordeño mecánico de los animales y que están en contacto con la leche están fabricadas con materiales resistentes, inertes, no presentan fugas, son impermeables y fácilmente desmontables para su limpieza (V28).
- Desinfecta los pezones con un producto específico para esto (PRESELLADO) (V26).
- Durante el ordeño hay una persona para sujetar las vacas y otra para ordeñar (V21).

### **Después**

- El ciclo de lavado alcalino inicia a 75°C y sale a 45°C, el ciclo de lavado ácido se lo hace entre 30° -40°C, hay un termómetro para verificar temperaturas (V48).
- Para lavar y desinfectar se utilizan químicos autorizados y en dosis recomendadas por sus fabricantes, luego el agua para lavar equipos está clorada, de buena calidad (V49).
- Los equipos de ordeño llevan un control de reposición, funcionamiento y mantenimiento de todos sus componentes, se nota el buen estado de pezoneras, colectores, mangueras y líneas de conducción de leche (V47).

- El predio cuenta con un local aislado y equipo de enfriamiento para el almacenamiento de la leche (V52).
- Inmediatamente después del ordeño, la leche se enfría a 4° en menos de 2 horas (V51).
- Usa filtros para cernir la leche son desechables o permiten una correcta limpieza y desinfección (V50).

#### 4.2.3.2 Puntos críticos identificados en relación a CCS

**Tabla 21.** Correlación de actividades de la rutina de ordeño frente al conteo de células somáticas (CBT)

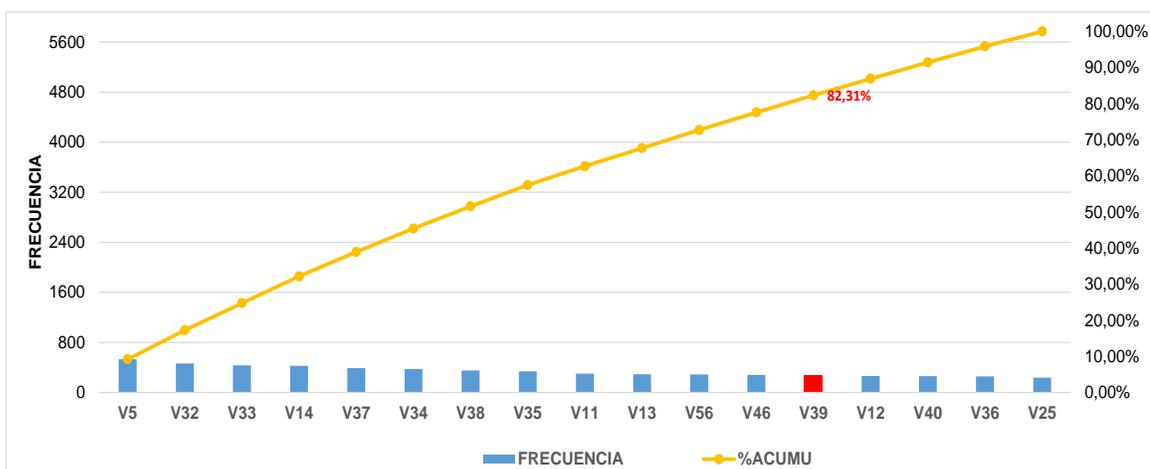
ORDEÑO	ACTIVIDAD	N	RHO	SIG.
ANTES	V5 El ordeño se realiza en horas regulares para crear un hábito en los animales.	552	-0,0475	0,2651
	V11 Las personas que trabajan en la UPA conocen el método del CMT para detectar Mastitis y realiza su tratamiento.	552	-0,0153	0,7192
	V12 Hace CMT por lo menos cada mes o cada vez que requiere un correcto manejo sanitario en mastitis	552	0,0158	0,7111
	V13 Realiza registro de vacas con secado mediante antibiótico específico y controla calendarios de preñes	552	-0,0437	0,305
	V14 Cuida del periodo de retiro de leche de acuerdo al antibiótico utilizado	552	-0,0348	0,4149
	DURANTE	V25 Usa toalla o papel específico para secar la ubre e individuales para cada vaca.	552	0,0136
V32 El ordeño se mantiene en un ambiente tranquilo para las vacas, hay buen trato a los animales.		552	-0,0534	0,2102
V33 El tipo de ordeño es a mano llena (correcto método de ordeño) evitando causar dolor al momento del ordeño, hay un orden preestablecido		552	<b>-0,0654</b>	0,125
V34 Se realiza ordeños completos de leche postrera.		552	-0,0488	0,2523
V35 Durante el ordeño manual, se evita la presencia de otros animales domésticos que puedan contaminar la leche y/o causar algún accidente.		552	-0,0167	0,6953
V36 Tiene medidas preventivas para evitar mastitis subclínica		552	0,0019	0,9642

	V37	Considera al ordeño a fondo como medida de control de mastitis	552	0,0209	0,624
	V38	Considera que la mastitis subclínica es infecciosa y pasa de vaca en vaca en las manos del ordeñador	552	0,0111	0,7947
	V39	Desinfecta las manos del ordeñador para control de mastitis	552	-0,0359	0,4004
	V40	Tiene un orden de ordeño según el CMT	552	-0,0031	0,9421
<b>DESPUÉS</b>	V46	Realiza sellado de la ubre luego del ordeño (SELLADO).	552	0,0299	0,483
	V56	Conoce sobre la mastitis subclínica	552	0,0156	0,7144

Las actividades que tienen mayor significancia (0,5) e influyen en los resultados del conteo de células somáticas no se identificó ninguna actividad, sin embargo la variable 33 se acerca a la significancia la cual es:

- El tipo de ordeño es a mano llena (correcto método de ordeño) evitando causar dolor al momento del ordeño, hay un orden preestablecido (V33).

Las actividades que influyen en el conteo de células somáticas únicamente se determinaron las actividades que se realizan antes y durante el ordeño.



**Figura 26.** Análisis de Pareto de actividades de rutina de ordeño que influye en el conteo de células somáticas (CCS).

Las actividades del ordeño que más influyen en los resultados de conteo de células somáticas son:

## **Antes**

- Hace CMT por lo menos cada mes o cada vez que requiere un correcto manejo sanitario en mastitis.

## **Durante**

- Desinfecta las manos del ordeñador para control de mastitis
- Tiene un orden de ordeño según el CMT
- Tiene medidas preventivas para evitar mastitis subclínica
- Usa toalla o papel específico para secar la ubre e individuales para cada vaca.

Es importante mencionar que los procedimientos para mejorar la calidad de la leche en las fincas son extremadamente complejos que requiere del esfuerzo conjunto de todos los sectores relacionados. Es así, que se deben implementar capacitaciones, lo que, contribuirá para estimular el conocimiento y el procedimiento para mejorar la calidad de la leche que es imprescindible para el desarrollo de la producción.

La identificación de los puntos críticos tuvo como fin complementar el objetivo del desarrollo del manual y el plan de mejora que permita mejorar la calidad y la producción de la leche en la Provincia de Pichincha ya que como indica Díaz y Uría (2009), la producción pecuaria es la base para reducir los peligros que afectan a la salud del consumidor, lo cual es importante para alcanzar un nivel de aptitud sanitaria adecuada.

Dormirbas (2009), concluye que para mejorar la calidad de la leche debe existir incentivo para los productores, ya que ello permite que cumplan con procedimientos de rutina de ordeño logrando buena calidad de leche y en el caso de ser necesario tomar acciones correctivas. Diaz & Uria (2009) indica que la producción primaria es la etapa esencial ya que permite reducir peligros que impactan a la salud de los consumidores y evitar posibles contaminaciones que en etapas posteriores de producción cuando no sea posible reducir o alcanzar un nivel de aptitud sanitaria adecuada.

#### **4.2.4 ELABORACIÓN DEL MANUAL DE MANEJO DE LA LECHE**

Para elaborar el manual se partió de los puntos críticos definidos, también se tomó en cuenta la resolución 067 de ARCSA y la norma INEN 09 conforme se avanzó con la investigación, en el manual se considera las condiciones generales de instalaciones, procedimientos, limpieza, desinfección de los utensilios además técnicas de ordeño y métodos de enfriamiento que permita mantener en mejores condiciones la leche hasta ser enviada en el carro recolector de leche o tanquero.

#### **4.2.5 DESARROLLO DEL PLAN PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LECHE**

La determinación de puntos críticos mediante la correlación de test de Spearman y el análisis de Pareto, permitió identificar las acciones de mejora a aplicar con lo cual durante la investigación se analizó y se diseñó la planificación de las tareas, para conseguir mejorar las condiciones de calidad de la leche en la provincia de Pichincha.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Al finalizar la investigación sobre la “Evaluación de la calidad fisicoquímica e higiénico sanitaria de la leche a nivel de fincas ganaderas en la provincia de Pichincha” se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- En el análisis de calidad fisicoquímica de la leche, se determinó que la producción de leche en la provincia de Pichincha es de buena calidad respecto a su composición, sobrepasando los valores establecidos por la norma INEN 09. Destacándose los grandes productores, debido a que realizan un manejo técnico integral en sus producciones.
- En la provincia de Pichincha en cuanto a la higiene de la leche, se encuentra en la categoría de baja calidad según la norma de Agrocalidad (> 600.000 CBT/ml de leche), encontrándose valores de conteo de bacterias totales más altos en los pequeños y medianos productores. Esto se debe a las limitantes en la rutina de ordeño.
- A nivel provincial el 33% de producción que se encuentra en pequeños y medianos productores superan aún más el conteo bacteriano total, lo que indica una leche de baja calidad y esto se traduce en pérdida de 58.872 litros de leche diario (24.726 dólares), como resultado de un ordeño inadecuado.
- En cuanto al contenido de células somáticas, a nivel provincial el 48,37% de producción según la norma de Agrocalidad (> 700.000 CCS/ml de leche) es considera leche en óptimas condiciones y el 51.63% de leche con una ligera alteración en el estado sanitario, siendo el factor determinante la falta de sistemas modernos de ordeño
- Los puntos críticos que determinan la calidad de la leche en grandes productores y aún más en los medianos y pequeños ganaderos, es producir sin prácticas de ordeño en antes, durante y después del ordeño, actividades que

definen la calidad de la leche, tanto higiénica como sanitaria en los productores.

- Se comprobó que el uso del check list de auditoria para fincas ganaderas en el ordeño es factible para identificar las actividades que influyen en la calidad de la leche.
- Se concluye que el manual técnico y el plan de mejora de acuerdo a los resultados del estudio, permitirá mejorar los aspectos de manejo de ordeño técnico y mejorar la calidad higiénico-sanitaria de la leche en pequeños, medianos y grandes productores de leche.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Implementar en los sectores ganaderos de la provincia de Pichincha, el uso práctico del manual propuesta en esta tesis de investigación, así como también la realización de capacitaciones de acuerdo al plan de mejora de los temas propuesto a los pequeños y medianos productores para mejorar la calidad de la leche.
- Implementar control de calidad de leche por los entes de gobierno, Agrocalidad e industrias lecheras, para lograr un mejor impacto en las acciones correctivas que se realicen.
- Los centros de acopio deben aplicar normas de capacitación de ordeño y manejo de leche a los ganaderos, teóricas-prácticas y al mismo tiempo la remuneración de la leche sean de acuerdo a lo establecido por el gobierno, que es por calidad.
- Se recomienda realizar estudios de correlación entre prácticas de ordeño frente a la calidad higiénico sanitaria de la leche, en diferentes pisos altitudinales que permita relacionar las actividades de ordeño con la calidad de la leche.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad . (2015). *Agrocalidad*. From Instructivo para toma de muestras de leche cruda: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/laboratorios/control-calidad-leche/instructivo-toma-de-muestra-leche-cruda-laboratorios-agrocalidad.pdf>
- Alais, C. (1998). *Ciencias de la leche, principios de técnica lechera*. Mexico: Continental S.A.
- Anrique, R. (2013). *Tecnoláctea consorcio lechero*. From Tecnoláctea consorcio lechero: <https://www.consorciolechero.cl/tecnolactea/main-solidos-en-leche/>
- Artica, L. (2014). *luisartica*. From Métodos para el análisis fisicoquímico de la leche y derivados lácteos: <https://luisartica.files.wordpress.com/2011/11/metodos-de-analisis-de-leche-2014.pdf>
- Baserria, V. A. (2011). *Vista Alegre Baserria*. Retrieved 09 25, 2019 from <http://www.vistaalegrebaserria.com/index.php/es/vista-alegre-baserriko-esnea/84-gure-baserriko-esnearen-osasun-eta-elikadura-kalitatea>
- Bogialli S, D. C. (2007). *simple and rapid confirmatory assay for analyzing antibiotic residues of the macrolide class and lincomycin in bovine milk and yoghurt; hot water extraction followed by liquid chromatography/tandem mass spectrometry*.
- Bonifaz, N., & Riquelme , N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *LA GRANJA*.
- Bonifaz, N., & Riquelme, N. (2011). Buenas Prácticas de Ordeño y la Calidad Higiénica de la leche en el Ecuador. *LA GRANJA*.
- Bradley, G. (2005). *Use and interpretation of somatic cell count data in dairy cows*.
- Cabrera , M., & Villa, J. (2008). *“Cómo obtener leche de buena calidad*.

- Calderon, A., García, F., & Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leche crudas en diferentes regiones de Colombia. *MVZ Córdoba*, 732.
- Campabanal, C. (s.f). *Factores que afectan el contenido de sólidos de la leche*. Argentina: MAYER.
- Carlos. (2014, 06 18). *Milk analysis*. From FAO: <http://www.fao.org/3/a-au135e.pdf>
- Carreto, L. (2005). *Impacto de la presencia de antibióticos*. Montevideo: 5° Taller Panamericano de.
- Cedeño, D., Vera, L., Gavilanes, P., Saltos, J., Llor, R., Zambrano, J., . . . Moreira, J. (2015). Factores que afectan la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda . *Investigación y difusión científica agropecuaria*, 53.
- Celis, M., & Juárez, D. (2009). *Microbiología de la leche*. Bahía Blanca: edUTecNe.
- Cervantes, P., Hernández , A., Bonilla, D., Martínez , J., & Lamothe, C. (2007). Mastitis y células somáticas: factores no nutricionales que alteran la composición láctea. *Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Universidad Veracruzana* , 11.
- Chandan, R. C. (2013). *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. Minnesota: John Wiley & Sons, Inc.
- Contero, R. (2008). La calidad de la leche: un desafío en el Ecuador. *LA GRANJA*, 27.
- Dubach, J. (1988). *El ABC para la quesería rural de los Andes*. Quito.
- Ferraro, D. (2012, 08 17). *Asociación pro calidad de la leche y sus derivados*. From Concepto de calidad de leche. Su importancia para la calidad del producto final y para la salud del consumidor: [http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/calidad\\_de\\_leche.htm.pdf](http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/calidad_de_leche.htm.pdf)
- FOSS. (s.f). *FOSS*. From BactoScan FC The approved rapid method for determination of total bacteria in raw milk: [www.foss.dk](http://www.foss.dk)

- FRAZIER, W. (1999). *Microbiología de la leche*. Mexico: Herrero.
- Fundación Alpina. (2017). *Proyecto: Diagnóstico de la calidad higiénica, sanitaria y físico química de la leche de la provincia de Pichincha, 2017*. Quito.
- García Álvarez, J., & Casado Cimiano, P. (2002). Matitis y calidad de la leche. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, 6,7,8.
- Gereber, D. N. (1994). *Tratado práctico de los análisis de leche*. Santander: Graficas ROA, S.Ll.
- Gigli, I. (2015). *LA BUENA LECHE: Aspectos biológicos y su industrialización*. Buenos Aires: MAJPUE.
- Gonzales, P. (2015). *Buenas prácticas de ordeño*. Lima: Cáritas del Perú.
- González. (2017, 05 05). *EcuadorUniversitario.com*. From UTE realiza estudios para mejorar la calidad de leche en Pichincha: <http://ecuadoruniversitario.com/noticias-universitarias/ute-realiza-estudio-para-mejorar-la-calidad-de-la-leche-en-pichincha/>
- González, G., Sánchez, B., & Coca, R. (2010). Calidad de la leche cruda. *Primer foro sobre ganadería lechera de la zona alta de Veracruz*, 7.
- González, M. (2012). Estudio del punto crioscópico de leche cruda bovina, en dos pisos altitudinales y dos épocas del año, Ecuador 2012. *UPS*, 82.
- Guille, J. (2008, 03 12). *Universidad autónoma de Aguascalientes*. From Manual de prácticas: Aseguramiento de la calidad sanitaria de la leche y los productos lácteos: <http://www.uaa.mx/centros/cca/MVZ/M/9/Manualdepracticac4.pdf>
- Hazard, S. (1997). *Calidad de leche*. Carillanca: INIA. Retrieved 05 25, 2017 from *Calidad de la leche: Introducción*: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR31868.pdf>
- Hazard, S. (s.f). *Variación de la composición de la leche*. Santiago de Chile: INIA.
- INEC. (2012). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC*.

- INEC, E. (2014). *Instituto Nacional de Estadística y Censo*. From Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2014: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua/>
- INEN. (2012). *NTE 0010*.
- Llangari, P. (1991). *Fundamentos Básicos en el Manejo e Higiene de la leche*. Quito: Estación Experimental Santa Catalina.
- Martínez, M., & Gómez, C. (2013). Calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias lácteas de sucre, Colombia. *Bioteología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 95.
- Maza, M., & Legorreta, P. (2011). *Generalidades de la leche y los productos lácteos*. Mexico: CANILEC.
- Mendez, V., & Osuna, L. (2007). Caracterización de la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda en algunos sistemas productivos de la región del alto de Chicamocha (Departamento de Boyacá). Bogotá D.C., Boyacá, Colombia.
- meta, D. d. (2016). *Determinación del punto de crioscopia de leches*.
- Molina Santillán, F. (2009). *Determinación de la calidad de la leche cruda, aplicando un progrma de capacitación en 4 comunidades de la parroquia Pintag*. Riobamba.
- Monge, D. (2017). Diseño de un centro de acopio modelo para leche cruda. *Universidad Técnica del Norte*.
- Montero, A. (2011). Factores que influncian el porcentaje de sólidos totales de la leche. *ECAG Informa*, 1.
- Moreno Benjumea, Á. A. (2017). *Plan de mejoramiento de los procesos de producción de productos lácteos en el establecimiento penitenciario Popayán*. Popayán, Colombia: UNIDAD.

- NTE, I. (2012, 01). *INEN Servicio Ecuatoriano de Normalización*. From Instituto Ecuatoriano de Normalización:  
[http://apps.normalizacion.gob.ec/filesserver/2016/nte\\_inen\\_9-5.pdf](http://apps.normalizacion.gob.ec/filesserver/2016/nte_inen_9-5.pdf)
- Pérez, M. (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos*. Mexico, D.F: CANILEC.
- Porporatto, C., & Felipe, V. (2010). *Mastitis, Confort Animal y Calidad de Leche*. Villa María: EDIVIM.
- Rafael Vizcarra, D. T. (2015). *LA LECHE DEL ECUADOR - Historia de la lechería ecuatoriana*. Quito.
- Ramos, R., Pabón, M., & Carulla, J. (1998). Factores nutricionales y no nutricionales que determinan la composición de la leche. *Medicin veterinaria y zootécnia*, 3.
- REDVET. (2007, 09 09). *Veterinaria.org*. From Métodos de detección de la mastitis bovina: <http://www.veterinaria.org/revistas//redvet/n090907/090702.pdf>
- Reyes, G., Molina, B., & Coca, R. (2010). *Calidad de la leche cruda*. Mexico: Universidad Veracruzada.
- RODRÍGUEZ, M. G. (2007). *Control de calidad de la leche*. Andalucía.
- s/n. (2010, Julio 31). *Características organolépticas físico-química y bromatológicas del grupo de los lácteos*. From [http://files.uladech.edu.pe/docente/32770118/Bromatologia/Sesion\\_02/sesion\\_2\\_caracteriticas\\_organolepticas\\_fisicas\\_quimicas\\_de\\_los\\_lacteos.pdf](http://files.uladech.edu.pe/docente/32770118/Bromatologia/Sesion_02/sesion_2_caracteriticas_organolepticas_fisicas_quimicas_de_los_lacteos.pdf)
- Sociedad Argentina de Nutricion, S. (2016, 06 03). *Charlas para la comunidad: Lacteos y derivados*. From Charlas para la comunidad: Lacteos y derivados: [http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/lacteos\\_y\\_derivados.pdf](http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/lacteos_y_derivados.pdf)
- UNAD. (2005, 11 30). *Infolactea*. From Definición, composición, estructura y propiedades de la leche: [http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/301105\\_LECTURA\\_Revision\\_de\\_Presaberes.pdf](http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/301105_LECTURA_Revision_de_Presaberes.pdf)

- Vishweshwar, K., & Krishnaiah, N. (2005). Quality control of milk and processing. *Dairying*, 9.
- Vivanco Vergara, M. E. (2017). Los manuales de procedimiento como herramientas de control. *Universidad y Sociedad*, 1.
- Zavala, J. M. (2005). Direccion General de Promoción Agraria. In J. M. Zela, *Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche* (p. 35).
- Zela, J. M. (2005). *ASPECTOS NUTRICIONALES Y TECNOLÓGICOS DE LA LECHE*. Lima: DGPA.
- Zulia, U. d. (2012). *Determinación de adulteración de la leche con agua, cloruros y sacarosa*. Maracaibo.

# ANEXOS

## Anexo 1. Check list de auditoría para ganaderos

		<b>LISTA DE CHEQUEO PARA VERIFICACIÓN DE BPO Y MANEJO DE LA LECHE EN FINCA</b>			AUDITOR: FECHA: HORA DE LA AUDITORIA:	
Código muestreo:		Pertenece a una asociación: Si ( ) No ( )			% CUMPLIMIENTO BPO: <b>0%</b>	
Nombre del productor/a:		Estado:			% CUMPLIMIENTO PARA CBT: <b>0%</b>	
Dueño/a del CA con el que se comercializa la leche:		Bueno: -76% -68%			% CUMPLIMIENTO PARA CCS: <b>0%</b>	
Sitio/Comunidad:		Parroquia:			Alerta: 75-67% 66-45%	
		Cantón:			Crítica: -67% -45%	
		PUNTAJE: CUMPLE = 1 ; NO CUMPLE = 0 ; n/a = no aplica			% CUMPLIMIENTO BPO: <b>0%</b>	

ITEMS A CALIFICAR	VARIABLE A EVALUAR	PTO. MAX	PTO. OBT	% CUMPLIMIENTO BPO	OBSERVACIONES				
LA COLETA DE LA LECHE	Manejo general de la finca	Existe agua suficiente y de calidad en la UPA para realizar el ordeño, el lavado de las instalaciones, de los equipos y demás requerimientos de la UPA.	3		0%				
		Se realiza algún tipo de tratamiento adicional para mejorar la calidad del agua.	3						
		El ordeño se realiza en un sitio cómodo para los animales y las personas, cuenta con una cubierta.	1						
		Alimenta a los terneros con leche en baldes	1						
		Se garantiza que todos los animales obtengan su ración diaria de alimento, a través de la dotación de pastizales y sales minerales.	1						
		La UPA cuenta con registros que permiten conocer de la totalidad de los animales su estado fisiológico, tratamientos, etc.	1						
		Los medicamentos permanecen con las etiquetas y se verifica la fecha de caducidad antes del uso.	1						
		Los agrobiocidas se almacenan por lo menos a 40 metros de distancia del lugar de almacenamiento de la leche	1						
		<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>0</b>					
		Genesidades del ordeño	Genesidades del ordeño	El ordeño se realiza en horas regulares para crear un hábito en los animales.		1		0%	
El área de ordeño está siempre limpia	3								
Las personas encargadas del ordeño cuidan su limpieza personal (manos limpias, uñas cortas, etc)	2								
Las personas encargadas del ordeño llevan ropa limpia y específica para el trabajo a realizar.	1								
Cuenta con materiales de limpieza y desinfección para el ordeño	2								
Lava sus tanques y balde de ordeño a fondo	3								
Deja sus tanques de leche boca abajo, no en contacto con el suelo, para que escurran desde el día anterior	1								
Los materiales son de uso exclusivo para el ordeño	1								
Durante el ordeño hay una persona para sujetar las vacas y otra para ordeñar	1								
La persona que ordeña realiza la limpieza de sus manos con agua y jabón.	3								
De ordeño mecánico	De ordeño mecánico	Lava pesones o las ubres en caso de necesidad con agua limpia y jabón.	2		0%				
		Lava sus manos durante el ordeño luego de cada contaminación	3						
		Usa toalla o papel específico para secar la ubre e individuales para cada vaca.	2						
		Desinfecta los pesones con un producto específico para esto (PRESELLADO).	2						
		Descarta los primeros chorros de leche.	1						
		Realiza sellado de la ubre luego del ordeño (SELLADO).	3						
		<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>0</b>					
		De ordeño manual	De ordeño manual	Los equipos e implementos para el ordeño mecánico de los animales y que están en contacto con la leche están fabricados con materiales resistentes, inertes, no presentan fugas, son impermeables y fácilmente desmontables para su limpieza.		1		0%	
				Los equipos de ordeño llevan un control de reposición, funcionamiento y mantenimiento de todos sus componentes, se nota el buen estado de pesoneras, colectores, mangueras y líneas de conducción de leche		1			
				El ciclo de lavado alcalino inicia a 75°C y sale a 45°C, el ciclo de lavado ácido se lo hace entre 30° -40°C, hay un termómetro para verificar temperaturas		1			
Para lavar y desinfectar se utilizan químicos autorizados y en dosis recomendadas por sus fabricantes, luego el agua para lavar equipos está clorada, de buena calidad.	1								
El exterior e interior del equipo de ordeño, están limpios y en buen estado, especialmente la línea de vacío, mangueras, líneas de conducción de leche, están limpias (observar con linterna)	3								
El equipo opera con una presión de vacío entre 40 y 48 PSI, se evita el sobreordeño, se retiran pesoneras cortando el vacío.	1								
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>			<b>0</b>					
De ordeño manual	De ordeño manual			Los recipientes (baldes) donde se recoge la leche son de acero o aluminio, excepto de plásticos, no son tóxicos, son resistentes a la corrosión por detergentes ácidos y alcalinos, no están recubiertos con pinturas y se encuentran limpios y desinfectados previo a su uso.	3		0%		
				El ordeño se mantiene en un ambiente tranquilo para las vacas, hay buen trato a los animales.	1				
				El tipo de ordeño es a mano llena (correcto método de ordeño) evitando causar dolor al momento del ordeño, hay un orden preestablecido	1				
		Se realiza ordeños completos de leche postrera.	2						
		Durante el ordeño manual, se evita la presencia de otros animales domésticos que puedan contaminar la leche y/o causar algún accidente.	1						
		<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>0</b>					
		Procesos	Procesos	<b>TOTAL COLETA DE LA LECHE</b>	<b>59</b>	<b>0</b>		0%	
				Usa filtros para cernir la leche son desechables o permiten una correcta limpieza y desinfección.	1				
				Inmediatamente después del ordeño, la leche se enfría a 4° en menos de 2 horas.	8				
				El predio cuenta con un local aislado y equipo de enfriamiento para el almacenamiento de la leche.	2				
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>			<b>0</b>					
Lactancia	Lactancia			a) Leche de un animal, que fue diagnosticado o confirmado por un médico veterinario y que presenta una enfermedad clínica transmisible al hombre (zoonosis), como la leptospirosis, la salmonelosis, la brucelosis y la tuberculosis.	1		0%		
				b) Leche de un animal en fase cabstral (mínimo 4 días y/o 8 ordeños después del parto).	1				
				c) Leche que contiene medicamentos, sustancias inhibitorias, residuos químicos o alguna otra sustancia que puede comprometer la seguridad alimentaria del consumidor.	1				
				<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>0</b>			
				Manejo de la UPA	Manejo de la UPA	Identifica los tipos de raza para calidad y producción más adecuados para su zona.			1
		Sabe como escoger a un animal con fines de producción de leche en base a calidad	1						
		Realiza inseminación artificial seleccionando pajuelas para mejoramiento de la calidad.	1						
		Selecciona y aplica técnicas de alimentación y nutrición en las etapas de crecimiento, desarrollo, levante, producción, gestación y lactancia.	1						
		Selecciona y aplica técnicas de alimentación y nutrición con fines de mejoramiento de la calidad de la leche.	1						
		Las personas que trabajan en la UPA conocen el método del CMT para detectar Mastitis y realiza su tratamiento.	1						
Hace CMT por lo menos cada mes o cada vez que requiere un correcto manejo sanitario en mastitis	5								
Conoce sobre la mastitis subclínica	1								
Tiene medidas preventivas para evitar mastitis subclínica	1								
Considera al ordeño a fondo como medida de control de mastitis	1								
Considera que la mastitis subclínica es infecciosa y pasa de vaca en vaca en las manos del ordeñador	1								
Desinfecta las manos del ordeñador para control de mastitis	1								
Tiene un orden de ordeño según el CMT	1								
Realiza registro de vacas con secado mediante antibiótico específico y controla calendarios de preñes	1								
Cuida del periodo de retro de leche de acuerdo al antibiótico utilizado	1								
Lleva registro sanitario de sus vacas	1								
Conoce cuáles son las enfermedades transmisibles al ser humano.	1								
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>0</b>							
<b>TOTAL MANEJO DE LA LECHE</b>		<b>35</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>					
<b>TOTAL LINEA</b>		<b>94</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>					

PARÁMETROS TÉCNICOS DE LA UPA	
Superficie total de la UPA (ha):	
Superficie arrendada (ha):	
Superficie dedicada a la ganadería (ha):	
PRODUCTIVIDAD DEL HATO	
Detalle	Cantidad
Producción promedio diario de leche	Litros
Producción promedio vaca/día	Litros
Precio promedio de venta de litro de leche en finca	USD
INVENTARIO DE ANIMALES	
Categoría	No de anim
Terneras hasta 1 año	
Vaconas	
Vientre (preñadas por primera vez)	
Vacas secas (preñadas de 7 meses)	
Vacas en producción	

## Anexo 2. Kit de utensilios para la toma de muestras

- Guantes quirúrgicos
- Esferos
- Frascos Estériles
- Mascarilla
- Cucharon de acero inoxidable
- Jarra de acero inoxidable
- Alcohol antiséptico
- Azidiol
- Check list

## Anexo 3. Codificación de las muestras

**Tabla 22.** Códigos por cantón con parroquia y sin parroquia

CANTÓN	CÓDIGO
Mejía	M
Cayambe	C
Pedro Moncayo	P
Quito	Q
Rumiñahui	R
<b>Cantones sin parroquias</b>	
San Miguel de los Bancos	BB
Pedro Vicente Maldonado	VV
Puerto Quito	PP

**Tabla 23.** Codificación por cantón y parroquia

QUITO	COD	MEJIA	COD	CAYAMBE	COD	PEDRO MONCAYO	COD	RUMIÑAHUI	COD
Nanegal	QN	Aloag	MG	Ayora	CA	La Esperanza	PE	Cotogchoa	RC
Nanegalito	QO	Aloasi	MA	Oton	CT	Tabacundo	PT	Rumipamb a	RR
Pacto	QC	Chaupi	MC	Cuzubamba	CB	Tupigachi	PU	Sangolqui	RS
Gualea	QG	Cutuglagua	ML	Azcasubi	CZ	Malchingui	PM		
Lloa	QL	Tambillo	MT	Cangagua	CG	Tocachi	PO		
Nono	QÑ	Uyambicho	MU	Cayambe	CC				

San José de Minas	QJ	Machachi	MM	Juan Montalvo	CJ
Pintag	QP	Tandapi	MD	Olmedo	CO
Yaruqui	QY				
El Quinche	QQ				
Pifo	QF				
Amaguaña	QA				
Atahualpa	QH				
Calacali	QK				
Chillogallo	QI				

Ejemplo de codificación

**M** = Cantón Mejía

**G** = Parroquia Aloag

**01** = Número de proveedor

**MG – 01.-** Muestra tomada del cantón **Mejía** de la parroquia de **Aloag** del proveedor número **01**.

#### Anexo 4. Categorización de los resultados según calidad de la leche

	Alta	Media	Baja
<b>Sólidos Totales (%)</b>	>11,7	11,2 - 11,7	<11,20
<b>Grasa (%)</b>	>3,7	3,0 – 3,7	<3.0
<b>Proteína (%)</b>	>3,5	2,9 – 3,5	<2,9
<b>CCS/ml</b>	<301000	301000-700000	>70000
<b>CBT (ufc/ml)</b>	<301000	301000-600000	>600000

Fuente: Agrocalidad, 2017

## Anexo 5. Categorización de los resultados según calidad de la leche

CDU: 637.133.4 ICS: 67.100.01		CIU: 3112 AL 03.01-401
<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>LECHE CRUDA REQUISITOS</b>	<b>NTE INEN 9:2012 Quinta revisión 2012-01</b>
<p><b>1. OBJETO</b></p> <p><b>1.1</b> Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la leche cruda de vaca, destinada al procesamiento.</p> <p><b>2. ALCANCE</b></p> <p><b>2.1</b> Esta norma se aplica únicamente a la leche cruda de vaca. La denominación de leche cruda se aplica para la leche que no ha sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición.</p> <p><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p><b>3.1</b> Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p><b>3.1.1</b> <i>Leche</i>. Producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo.</p> <p><b>3.1.2</b> <i>Leche cruda</i>. Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento, es decir su temperatura no ha superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre (no más de 40°C).</p> <p><b>4. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p><b>4.1</b> La leche cruda se considera no apta para consumo humano cuando:</p> <p><b>4.1.1</b> No cumple con los requisitos establecidos en el Capítulo 5 de la presente norma.</p> <p><b>4.1.2</b> Es obtenida de animales cansados, deficientemente alimentados, desnutridos, enfermos o manipulados por personas afectadas de enfermedades infectocontagiosas.</p> <p><b>4.1.3</b> Contiene sustancias extrañas ajenas a la naturaleza del producto como: conservantes (formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio, lactoperoxidasa adicionada), adulterantes (harinas, almidones, sacarosa, cloruros, suero de leche, grasa vegetal), neutralizantes, colorantes y residuos de medicamentos veterinarios, en cantidades que superen los límites indicados en la tabla 1.</p> <p><b>4.1.4</b> Contiene calostro, sangre, o ha sido obtenida en el período comprendido entre los 12 días anteriores y los 7 días posteriores al parto.</p> <p><b>4.1.5</b> Contiene gérmenes patógenos o un contaje microbiano superior al máximo permitido por la presente norma, toxinas microbianas o residuos de pesticidas, y metales pesados en cantidades superiores al máximo permitido.</p> <p><b>4.2</b> La leche cruda después del ordeño debe ser enfriada, almacenada y transportada hasta los centros de acopio y/o plantas procesadoras en recipientes apropiados autorizados por la autoridad sanitaria competente.</p> <p><b>4.3</b> En los centros de acopio la leche cruda debe ser filtrada y enfriada, a una temperatura inferior a 10°C con agitación constante</p> <p><b>4.4</b> Los límites máximos de pesticidas serán los que determine el Codex Alimentarius CAC/MRL 1 (Continúa)</p>		

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

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

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

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

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

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

#### 5.1.2 Requisitos físicos y químicos

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

**TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda.**

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: a 15 °C A 20 °C	-	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa) <sup>4</sup>	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	*
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °H	-0,536 -0,555	-0,512 -0,530	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	3	-	NTE INEN 018
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasterización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultrapasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 78 % en volumen			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes <sup>1)</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes <sup>2)</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes <sup>3)</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativo		NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativo		Prueba de anillo PAL (Ring Test)
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS <sup>5)</sup>	ug/l	---	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del codex <sup>6)</sup>

\* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.

\*\* °C= °H · f, donde f= 0,9656

\*\*\* Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento

1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.

2) Neutralizantes: orina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.

3) Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero de leche, grasas vegetales.

4) \*Fracción de masa de B, W<sub>0</sub>: Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación "% (m/m)" no deberá usarse.

5) Se refiere a aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera.

6) Establecidos por el comité del Codex sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos

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

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

**TABLA 2. Límites máximo para contaminantes**

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

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

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

Requisito	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aeróbios mesófilos REP, UFC/cm <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>5</sup>	NTE INEN 1529-5
Recuento de células somáticas/cm <sup>3</sup>	7,0 x 10 <sup>5</sup>	AOAC – 978.26

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

## 6. INSPECCIÓN

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

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

Anexo 6. Tabla pagos por calidad de leche cruda, acuerdo ministerial 394

TABLA OFICIAL DE PAGO AL PRODUCTOR MAS CALIDAD															
PROPUESTA MAGAP															
PRECIO BASE		0,42		INGRESE SU PRECIO				0,4200		Index % sobre precio de sustentacion					
Base contenido GRASA		3,00						\$/Kg Grasa		2,4		Por decima % Grasa		0,0024 0,5714 %	
Base contenido PROTEINA		2,90						\$/Kg Proteina		4,5		Por decima % Proteina		0,0045 1,0714 %	
Proteina ->															
<b>Grasa</b>	<b>2,80</b>	<b>2,90</b>	<b>3,00</b>	<b>3,10</b>	<b>3,20</b>	<b>3,30</b>	<b>3,40</b>	<b>3,50</b>	<b>3,60</b>	<b>3,70</b>	<b>3,80</b>	<b>3,90</b>	<b>4,00</b>		
3,0	0,4155	0,4200	0,4245	0,4290	0,4335	0,4380	0,4425	0,4470	0,4515	0,4560	0,4605	0,4650	0,4695		
3,1	0,4179	0,4224	0,4269	0,4314	0,4359	0,4404	0,4449	0,4494	0,4539	0,4584	0,4629	0,4674	0,4719		
3,2	0,4203	0,4248	0,4293	0,4338	0,4383	0,4428	0,4473	0,4518	0,4563	0,4608	0,4653	0,4698	0,4743		
3,3	0,4227	0,4272	0,4317	0,4362	0,4407	0,4452	0,4497	0,4542	0,4587	0,4632	0,4677	0,4722	0,4767		
3,4	0,4251	0,4296	0,4341	0,4386	0,4431	0,4476	0,4521	0,4566	0,4611	0,4656	0,4701	0,4746	0,4791		
3,5	0,4275	0,4320	0,4365	0,4410	0,4455	0,4500	0,4545	0,4590	0,4635	0,4680	0,4725	0,4770	0,4815		
3,6	0,4299	0,4344	0,4389	0,4434	0,4479	0,4524	0,4569	0,4614	0,4659	0,4704	0,4749	0,4794	0,4839		
3,7	0,4323	0,4368	0,4413	0,4458	0,4503	0,4548	0,4593	0,4638	0,4683	0,4728	0,4773	0,4818	0,4863		
3,8	0,4347	0,4392	0,4437	0,4482	0,4527	0,4572	0,4617	0,4662	0,4707	0,4752	0,4797	0,4842	0,4887		
3,9	0,4371	0,4416	0,4461	0,4506	0,4551	0,4596	0,4641	0,4686	0,4731	0,4776	0,4821	0,4866	0,4911		
4,0	0,4395	0,4440	0,4485	0,4530	0,4575	0,4620	0,4665	0,4710	0,4755	0,4800	0,4845	0,4890	0,4935		
4,1	0,4419	0,4464	0,4509	0,4554	0,4599	0,4644	0,4689	0,4734	0,4779	0,4824	0,4869	0,4914	0,4959		
4,2	0,4443	0,4488	0,4533	0,4578	0,4623	0,4668	0,4713	0,4758	0,4803	0,4848	0,4893	0,4938	0,4983		
4,3	0,4467	0,4512	0,4557	0,4602	0,4647	0,4692	0,4737	0,4782	0,4827	0,4872	0,4917	0,4962	0,5007		
4,4	0,4491	0,4536	0,4581	0,4626	0,4671	0,4716	0,4761	0,4806	0,4851	0,4896	0,4941	0,4986	0,5031		
4,5	0,4515	0,4560	0,4605	0,4650	0,4695	0,4740	0,4785	0,4830	0,4875	0,4920	0,4965	0,5010	0,5055		

CAMBIOS POR REDUCTASA													
Base Hrs		3											
Cambio por cada 1/2 h		0,015											
						Precio por componentes		0,4200		Ingrese un precio			
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0				
	0,3900	0,4050	0,4200	0,4350	0,4500	0,4650	0,4800	0,4950	0,5100				

CAMBIOS POR CONTEOS BACTERIALES TOTALES (CBT)													
Base (x 1000)		300											
Cambios unitarios (x 1000)		30											
Rangos en x 1000													
						Precio por componentes		0,4200					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Desde	0	31	61	91	121	151	181	211	241	271			
Hasta	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300			
	0,51	0,5	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42			
Rangos en x 1000													
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Desde	301	331	361	391	421	451	481	511	541	571			
Hasta	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600			
	0,41	0,4	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32			

CAMBIOS UFC (Unidades Formadoras de Colonias)													
Base (x 1000)		300											
Cambios unitarios (x 1000)		10											
						Precio por unidad de rango		0,0031		Ingrese un precio			
		0,4200											
Precio por componentes		0,4200											
Desde	0	11	21	31	41	51	61	71	81	91			
Hasta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			
	0,5099	0,5068	0,5037	0,5006	0,4975	0,4944	0,4913	0,4882	0,4851	0,482			
Desde	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191			
Hasta	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200			
	0,4789	0,4758	0,4727	0,4696	0,4665	0,4634	0,4603	0,4572	0,4541	0,451			
Desde	201	211	221	231	241	251	261	271	281	291			
Hasta	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300			
	0,4479	0,4448	0,4417	0,4386	0,4355	0,4324	0,4293	0,4262	0,4231	0,42			
Desde	301	311	321	331	341	351	361	371	381	391			
Hasta	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400			
	0,4169	0,4138	0,4107	0,4076	0,4045	0,4014	0,3983	0,3952	0,3921	0,389			
Desde	401	411	421	431	441	451	461	471	481	491			
Hasta	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500			
	0,3859	0,3828	0,3797	0,3766	0,3735	0,3704	0,3673	0,3642	0,3611	0,358			
Desde	501	511	521	531	541	551	561	571	581	591			
Hasta	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600			
	0,3549	0,3518	0,3487	0,3456	0,3425	0,3394	0,3363	0,3332	0,3301	0,327			

## Anexo 7. Interpretación de resultados de CCS

GRADO	Rangos de contenido de CCS en 1 ml
A	Menos de 125.000 Células corresponde a <b>MUY BUENO</b>
B	126000 a 250.000 Células corresponde a <b>BUENO</b>
C	251000 a 350.000 Células corresponde a <b>SATISFACTORIO</b>
D	351000 a 500.000 Células corresponde a <b>PELIGRA EL ESTADO SANITARIO</b>
E	501000 A 750.000 Células corresponde a <b>ALTERACIÓN DEL ESTADO SANITARIO</b>
F	Más de 751.000 Células corresponde a <b>MASTITIS</b>

Fuente: Norma NTE INEN 9 (2015)

## Anexo 8. Certificado de participación en el proyecto “Diagnóstico de la calidad de la leche en la provincia de Pichincha, 2017”



Quito, 04 de julio de 2018

### CERTIFICADO DE PARTICIPACIÓN

Por medio de la presente certifico que el Señor **Roberto Darwin Salazar Guerrero** con cédula No. 1003406806, estudiante de la Universidad Técnica del Norte, participó en la ejecución del proyecto “**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD HIGIÉNICA, SANITARIA Y FÍSICO QUÍMICA DE LA LECHE DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA, 2017**” en las etapas de recogimiento de muestras, procesamiento y análisis de datos; proyecto que fue realizado conjuntamente entre El Gobierno de la Provincia de Pichincha, la Fundación Alpina, Pasteurizadora Quito, AGROCALIDAD, Asociación Ecuatoriana de Buiatría y las Universidades: Técnica del Norte, UDLA y Universidad Salesiana.

Cordialmente,

Lic. Rocío Guerrero Orbes  
Responsable del Proyecto  
Gobierno de Pichincha

