



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE LA LECHE EN UNIDADES
PRODUCTIVAS Y CENTROS DE ACOPIO DEL CANTÓN CAYAMBE Y PEDRO MONCAYO

AUTORA

Maritza Yadira Cachiguango Ulcuango

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE LA LECHE EN
UNIDADES PRODUCTIVAS Y CENTROS DE ACOPIO DEL CANTÓN
CAYAMBE Y PEDRO MONCAYO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
Establecidos para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial y de Alimentos

Profesor Guía

M. Sc. Proaño Egas Diego Cecil

Autora

Maritza Yadira Cachiguango Ulcuango

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Evaluación del sistema de gestión de calidad de la leche en unidades productivas y centros de acopio del cantón Cayambe y Pedro Moncayo, a través de reuniones periódicas con la estudiante, Maritza Yadira Cachiguango Ulcuango, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Diego Cecil Proaño Egas
Máster en Ciencias Agropecuarias
CI: 1705055646

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Evaluación del sistema de gestión de calidad de leche en unidades productivas y centros de acopio del cantón Cayambe y Pedro Moncayo, de Maritza Yadira Cachiguango Ulcuango, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

José Ignacio Ortín Hernández

Magister en Sistemas de Gestión Integrado de Calidad

CI: 1754826517

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

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

Maritza Yadira Cachiguango Ulcuango

CI: 1725961450

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por guiar y bendecir toda mi vida estudiantil, a mis padres Cecilia y Alfredo por su paciencia, esfuerzo y dedicación hacia mí, a mis hermanos por su apoyo, a mis maestros por impartirme sus conocimientos, en especial a mi profesor guía Diego Proaño por toda su ayuda y dedicación, a la Fundación Alpina y al GADPP por financiar esta investigación.

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico especialmente a mis padres, por su amor, confianza y apoyo incondicional, por los valores y consejos impartidos para lograr culminar con mi carrera, a mi abuelito Luis y en general a toda mi familia por brindarme sus palabras de aliento para seguir adelante.

RESUMEN

El estudio se realizó en los cantones de Cayambe y Pedro Moncayo con el fin de evaluar la calidad higiénica y sanitaria de la leche que se produce tanto en unidades productivas como en centros de acopio, así como determinar las principales actividades que se llevan a cabo en la rutina del ordeño que inciden en la calidad. Para esto se consideraron dos pisos altitudinales (montano y montano alto) y dos estratos de producción (superficies con <20ha y >20ha). En el cantón Cayambe la calidad higiénica de la leche de los productores ubicados en el piso altitudinal montano alto con superficies de <20ha y >20ha presentaron unidades formadoras de colonias (UFC) que sobrepasa los parámetros establecidos en la norma INEN 9:2012 para leche cruda, no así para el piso altitudinal montano. En cuanto a la calidad sanitaria el conteo de células somáticas (CCS) están dentro de la norma en todos los tratamientos y factores en estudio. La leche producida en el cantón Pedro Moncayo presentó niveles de UFC Y CCS dentro de la norma en todos los tratamientos y factores en estudio. Los niveles de proteína encontrados en los dos cantones son mayores o iguales a 2,9% y cumplen con los requerimientos de la norma INEN 9:2012 para leche cruda, no se encontró una relación directa entre los porcentajes de proteína con los niveles de urea en la leche. En los dos cantones se encontraron tres actividades en la rutina del ordeño con significancia al 5% con mayor influencia en la calidad de la leche. Finalmente se encontró que en los centros de acopio de los dos cantones no se manejan Buenas Prácticas de Manufactura por lo que la calidad higiénica de la leche no cumple con los parámetros de la norma INEN 9:2012 para leche cruda.

ABSTRACT

The study was carried out in the cantons of Cayambe and Pedro Moncayo in order to evaluate the hygienic and sanitary quality of the milk that is produced both in production units and in collection centers, as well as to determine the main activities that are carried out in the milking routine that affect quality. For this, two altitudinal floors (montane and high montane) and two production strata (surfaces with <20ha and> 20ha) were considered. In the Cayambe canton, the hygienic quality of the milk of the producers located in the altitudinal high montane floor with surfaces of <20ha and> 20ha presented a bacterial count (UFC) that exceeds the parameters established in the INEN 9: 2012 standard for raw milk. , not so for the altitudinal montane floor. In terms of sanitary quality, the somatic cell count (CCS) is within the norm in all the treatments and factors under study. The milk produced in the Pedro Moncayo canton showed levels of UFC and CCS within the norm in all the treatments and factors under study. The levels of protein found in the two cantons are greater than or equal to 2.9% and meet the requirements of the INEN 9: 2012 standard for raw milk, no direct relationship was found between protein percentages and urea levels in milk. In the two cantons, three activities were found in the milking routine with a 5% significance, with the greatest influence on the quality of the milk. Finally, it was found that in the collection centers of the two cantons good manufacturing practices are not managed, so the hygienic quality of the milk does not comply with the parameters of the INEN 9: 2012 standard for raw milk.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación.....	3
1.2 Alcance	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Leche	5
2.2 Situación de la producción mundial de la leche	6
2.3 Situación de la producción nacional de la leche	9
2.4 Situación provincial de la producción de la leche	12
2.5 Composición de la leche de vaca	15
2.6 Microbiología de la leche.....	18
2.7 Niveles de urea en la leche como indicador de balance nutricional del plan de alimentación del predio.....	20
2.8 Agentes contaminantes de la leche.....	24
2.9 Métodos para determinar la calidad higiénica y sanitaria.	27
3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	31
3.1 Ubicación Geográfica y características climáticas de las zonas de estudio.....	31
3.2 Materiales de campo	32
3.3 Materiales de laboratorio	32
3.4 Metodología	33
3.4.1 Tratamientos.....	33
3.5 Análisis estadístico.....	35
3.5.1 Variables en estudio	36
3.6 Estadística descriptiva para Centros de Acopio.....	36

3.7	Manejo del experimento	37
3.7.1	Fase de campo	38
3.7.2	Fase de laboratorio	38
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1	Análisis estadístico de la calidad de la leche	39
4.1.1	Cantón Cayambe	39
4.1.2	Cantón Pedro Moncayo	50
4.2	Correlaciones de las actividades en la rutina del ordeño con la calidad higiénico sanitaria de la leche.	59
4.2.1	Cantón Cayambe	59
4.2.2	Cantón Pedro Moncayo	64
4.3	Centros de Acopio	69
4.3.1	Cantón Cayambe	69
4.3.2	Cantón Pedro Moncayo	71
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
5.1	Conclusiones	74
5.2	Recomendaciones	76
	REFERENCIAS	77
	ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales productores de leche en el mundo	6
Tabla 2. Exportaciones de leche y productos lácteos a nivel mundial	7
Tabla 3. Importación de leche y productos lácteos a nivel mundial.....	8
Tabla 4. Número de vacas ordeñadas, producción y destino de la leche, según regiones del Ecuador	11
Tabla 5. Principales usos de la tierra en la provincia de Pichincha	12
Tabla 6. Destino o uso de la leche producida en la provincia de Pichincha	13
Tabla 7. Composición general de la leche de vaca por cada 100 gr	16
Tabla 8. Requisitos físico-químicos para la leche cruda, según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 9.....	17
Tabla 9. Norma Técnica Ecuatoriana. Requisitos microbiológicos para la leche cruda.....	19
Tabla 10. Composición química de la proteína de la leche	21
Tabla 11. Relación de la urea con el porcentaje de proteína en la leche y el estado nutricional del bovino lechero.....	22
Tabla 12. Descripción general de los métodos para la determinación de calidad de la leche cruda.....	28
Tabla 13. Ubicación geográfica y características climáticas de las zonas de estudio	31
Tabla 14. Factores para el Diseño de Bloques Completamente al Azar	34
Tabla 15. Descripción de los tratamientos en (DBCA) en arreglo factorial 2x2.	34
Tabla 16. Diseño de bloques completamente al azar 2x2 para unidades productoras en el cantón Cayambe	35
Tabla 17. Diseño de bloques completamente al azar 2x2 para unidades productoras en el cantón Pedro Moncayo.....	35
Tabla 18. Estadística descriptiva para centros de acopio	36
Tabla 19. Análisis de varianza para el conteo bacteriano total en muestras de Leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Cayambe.....	39
Tabla 20. Análisis de varianza para el conteo de células somáticas en muestras	

de leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Cayambe.....	42
Tabla 21. Análisis de varianza para % de urea en leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Cayambe.....	45
Tabla 22. Análisis de varianza para % de proteína en leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Cayambe	46
Tabla 23. Análisis de varianza para el conteo bacteriano total en muestras de leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Pedro Moncayo	51
Tabla 24. Análisis de varianza para el conteo de células somáticas en muestras de leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Pedro Moncayo	53
Tabla 25. Análisis de varianza para % de proteína en leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Pedro Moncayo	55
Tabla 26. Análisis de varianza para % de urea en leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Pedro Moncayo	55
Tabla 27. Correlación de las actividades en la rutina del ordeño con la calidad sanitaria (CCS) de las muestras de leche del cantón Cayambe	59
Tabla 28. Correlación de las actividades en la rutina del ordeño con la calidad higiénica (CBT) de las muestras de leche del cantón Cayambe	62
Tabla 29. Correlación de las actividades en la rutina del ordeño con la calidad sanitaria (CCS) de las muestras de leche del cantón Pedro Moncayo	65
Tabla 30. Correlación de las actividades en la rutina del ordeño con la calidad higiénica (CBT) de las muestras de leche del cantón Pedro Moncayo	66

Tabla 31. Índice descriptivo de la calidad higiénica (CBT) de las muestras de leche de los centros de Acopio del cantón Cayambe ..	70
Tabla 32. Índice descriptivo de la calidad higiénica (CBT) de las muestras de leche de los centros de Acopio del cantón Pedro Moncayo	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Participación de la producción lechera por provincias del Ecuador. .	12
Figura 2. Número de cabezas de ganado por cantones de la provincia de Pichincha.....	14
Figura 3. Producción de leche en litros por cantones de la provincia de Pichincha	15
Figura 4. Número de UFC/ml en los dos pisos altitudinales presentes en las muestras de leche del cantón Cayambe.	40
Figura 5. Número de UFC/ml presentes en las muestras de leche del cantón Cayambe.	42
Figura 6. Número de CCS/ml presentes en las muestras de leche con la prueba de Tukey al 5% que muestra alta diferencia estadística entre los dos pisos altitudinales del cantón Cayambe.	43
Figura 7. Número de CCS/ml presentes en las muestras de leche con la prueba de Tukey al 5% que muestra alta diferencia estadística entre los dos tamaño de UPA del cantón Cayambe.	44
Figura 8. Número de CCS/ml presentes en las muestras de leche del cantón Cayambe.	45
Figura 9. Relación porcentaje de proteína y urea en la leche del cantón Cayambe perteneciente al estrato que se maneja con <20ha.....	48
Figura 10. Relación porcentaje de proteína y urea en la leche del cantón Cayambe perteneciente al estrato que se maneja con >20ha.....	49
Figura 11. Número de UFC/ml presentes en las muestras de leche del cantón Pedro Moncayo.....	52
Figura 12. Número de CCS/ml en las muestras de leche del cantón Pedro Moncayo.....	54
Figura 13. Relación porcentaje de proteína y urea en la leche del cantón Pedro Moncayo perteneciente al estrato que se maneja con <20ha.....	57
Figura 14. Relación porcentaje de proteína y urea en la leche del	

	cantón Pedro Moncayo perteneciente al estrato que se maneja con >20ha.	58
Figura 15. Manejo de BPM de centros de Acopio del cantón Cayambe en cuanto a la calidad higiénica.		71
Figura 16. Clasificación de centros de Acopio del cantón Pedro Moncayo en cuanto a la calidad higiénica que se presenta.		73

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La producción lechera en el Ecuador es considerada una actividad que genera importantes beneficios sociales-económicos y nutricionales al país, así como a los productores involucrados en este sector. Según el último censo Agropecuario en el Ecuador se producen de aproximadamente 5,6 millones de litros de leche/día con el aporte de la región sierra en un 75.90%, costa 18.84% y la región Amazónica con un 5.26% (PROECUADOR, 2016).

En la provincia de Pichincha existe un total de 20383 productores de leche, de los cuales aproximadamente el 33% de ellos manejan sistemas de ordeño tecnificado. Pero más del 67% de las fincas en la provincia corresponden a pequeños y medianos productores, aquellos con menos de 20 hectáreas, con un promedio de producción de leche de 9,77 L/vaca superando el promedio nacional (GADPP, 2015).

Sin embargo, estos productores únicamente tienen un tercio de la tierra. Los grandes productores en cambio con el 2% de unidades productivas, concentran el 30% de la superficie (GADPP, 2015). En la provincia de Pichincha existe un total de 80639,74 vacas ordeñadas con un total de producción de leche de 845963,0286 litros/ día, de los cuales 774243,95 litros son vendidos en líquido; 25644,552 litros son destinados para autoconsumo; 33304,2508 litros son destinados a alimentación al balde; 9279,944 litros son procesados en los terrenos y 3490,329 son destinados a otros fines (ESPAC, 2016).

Dentro de los ocho cantones que conforman la provincia de Pichincha, Cayambe es uno de los principales cantones que aportan en la producción lechera, cuenta con 5797 upas, 44767 vacas de ordeño, con una producción estimada de 8.07 L/vaca/día con un total de 3538 productores de leche. Pedro Moncayo cuenta con 1716 upas, 9496 vacas de ordeño, con una producción aproximada de 6.3 L/vaca/día con un total de 1332 productores. Lo que genera

una producción de leche en los dos cantones de 14.38 L/vaca/ día proveniente de 4870 productores del cantón Cayambe y Pedro Moncayo (GADPP, 2015), entre producción tradicional, tecnificada y semitecnificada (CIL, 2015). Prevalciendo aún la producción tradicional que mantiene una escasa innovación tecnológica, deficiencias en los manejos nutricionales y genéticos, insuficiente conocimiento de transporte, almacenamiento y manejo de la cadena de frío de la leche.

En Cayambe como en Pedro Moncayo se han desarrollado varios eslabones en la cadena láctea, que incluyen a productores, transportistas, centros de acopio, industrias de transformación pequeñas, medianas y grandes, así como a entidades que controlan la calidad de la leche y los sistemas de transporte de los productos lácteos que van desde las industrias hasta la mesa de los consumidores. Al ser la leche un producto de primera necesidad por su alto valor nutricional es necesario que se garantice su calidad e inocuidad (CIL, 2015).

En los últimos años los productores realizan constantes esfuerzos para mejorar la producción y calidad de la leche, invirtiendo recursos en mejora de pastos, mejoramiento genético, alimentación y nutrición del ganado, sanidad del hato lechero, infraestructura y buenas prácticas de ordeño. Todo ello con la finalidad de producir leche de calidad higiénica y sanitaria que garantice su consumo. Así como el establecimiento de una Política de pago por calidad de leche, lo que aumenta la competitividad en el sector (Valladares, 2016).

El análisis de cantidad de urea en la leche sirve como indicador del balance nutricional que se maneja en el hato lechero y se pueden identificar problemas nutricionales los cuales repercuten en la calidad de la leche (González & Vázquez, 2006). El contenido de urea en la leche como indicador de un buen manejo nutricional de los animales en producción, es un componente que muestra el metabolismo y asimilación de las proteínas de las vacas lecheras y su relación con la energía.

Las proteínas que la vaca no utiliza para su mantenimiento y producción lechera, se descomponen en amoníaco, el cuál es tóxico, sin embargo, se convierte en urea en el hígado que entra en el torrente sanguíneo y se distribuye a todos los tejidos del cuerpo de la vaca y aparece en la leche, además puede almacenarse en el rumen o excretarse por medio de la orina. Por ello, existe una estrecha relación entre la cantidad de proteína consumida con la concentración de urea presente en la sangre y leche.

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 mediante la relación del contenido de urea en leche.

1.1 Justificación

En los últimos años se han generado diversas alternativas tecnológicas, nutricionales y cambios en los sistemas de manejo pecuario, de ordeño y de manufactura que incrementen la calidad de la leche. Los principales factores que afectan la calidad higiénica- sanitaria de la leche son: deficiencia en las prácticas de ordeño, en el transporte y enfriamiento de leche cruda y en los procesos de transformación (Cedeño, 2016).

Todas estas están relacionadas con la presencia de microorganismos que causan alteraciones en la calidad de la leche. Entre los principales se encuentran los de origen fecal como la *Salmonella* que afectan la calidad higiénica en el incremento de unidades formadoras de colonias (UFC) (Vittori, 2008). Por otro lado, el *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* se relacionan con infecciones de la ubre conocida como mastitis que afectan a la calidad sanitaria de la leche o conteo de células somáticas (CCS) (Signorini, 2008).

Estas alteraciones ocasionan un nivel microbiológico inaceptable en la leche destinada al consumo humano, por lo que se debe garantizar su calidad e inocuidad, los parámetros mínimos que debe cumplir una leche apta para consumo humano están determinados en la norma NTE INEN 9-2012 destinada para leche cruda (INEN9, 2012).

En el cantón Cayambe se encuentran importantes industrias lácteas como: Nestlé DPA, Dulac's (INPROLAC), Miraflores (Alimec), entre otras empresas artesanales, medianas y grandes que acopian, procesan y expenden productos a nivel nacional e internacional (CIL, 2015).

En este contexto, se plantea este estudio con la finalidad de evaluar la calidad higiénica y sanitaria y el contenido de urea de la leche en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo, que representan importantes cuencas lecheras de la provincia de Pichincha (CIL, 2015).

Además en el cantón Cayambe se encuentran importantes industrias lácteas como: Nestlé DPA, Dulac's (INPROLAC), Miraflores (Alimec), entre otras empresas artesanales, medianas y grandes que acopian, procesan y expenden productos a nivel nacional e internacional (CIL, 2015).

1.2 Alcance

Para este estudio se seleccionarán 72 unidades productoras de leche del cantón Cayambe, 68 del cantón Pedro Moncayo, 21 Centros de Acopio (CA) de Cayambe y 2 de Pedro Moncayo, con una duración de seis meses desde el mes de marzo del año 2018 hasta el mes de agosto del mismo año. El estudio constará de una fase de recopilación de información, una fase de análisis de leche en fincas y CA, sistematización de datos y análisis, obtención de resultados e interpretación.

Al finalizar este diagnóstico se determinará el sistema de gestión manejado en la producción de la leche en los cantones mencionados.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el Sistema de Gestión de Calidad de la leche en unidades productivas y de Centros de Acopio del Cantón Cayambe y Pedro Moncayo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la calidad higiénica y sanitaria de la leche en fincas y centros de acopio.
- Categorizar las prácticas de los sistemas de gestión de calidad en fincas y centros de acopio.
- Relacionar el contenido de urea en la leche con la calidad.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Leche

Según la Norma INEN 9 (INEN9, 2012) la leche es un producto generado por la secreción de las glándulas mamarias, que se obtiene de uno o varios ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos de vacas sanas libre de enfermedades infecto - contagiosas, sin adulteración, adición o extracción. La misma que debe presentar aspectos físicos normales libre de calostro y sangre.

La leche cruda no ha sido sometida a ningún tipo de tratamiento térmico, es decir que no ha superado los 40°C desde su extracción de la ubre, excepto el enfriamiento para su conservación. Además no ha sufrido modificación alguna en su composición (INEN9, 2012).

2.2 Situación de la producción mundial de la leche

Según la FAO (2017), la producción mundial de la leche en el año 2017 llegó a 833,5 millones de toneladas, con un crecimiento de 1,4% en comparación al año 2016. Principalmente en Asia y en América Latina, no así en Europa y África que se mantuvieron las cifras de producción (Proleche, 2017).

Este crecimiento se dio debido al aumento del número de animales bovinos destinados a la producción, más no a la productividad por cabeza. Esto se atribuye a la deficiencia de recursos, acceso limitado a servicios como sanidad animal, crédito, capacitación para productores y potencial genético bajo todos estos factores limitan la productividad lechera. En la mayoría de países en desarrollo se presentan estas limitantes, más no en los situados en el Mediterráneo u Orientales, en los del subcontinente indio, los de África occidental y oriental y ciertos países de América latina y Central, que producen leche que tiene gran significancia nutricional en la dieta humana (Lácteo, 2017).

En la tabla 1 se describe la distribución actual de la producción lechera a nivel mundial.

Tabla 1.

Principales productores de leche en el mundo

País	Producción de Leche anual en Toneladas			
	2012	2013	2014	2015
Unión Europea	143750	144850	150850	154550
India	129000	134500	140500	147000
Estados Unidos	91010	91277	93485	94620

Unidos				
China	33960	35750	38800	39050
Rusia	31831	30529	30499	30560
Brasil	23008	24259	25489	34830
Nueva Zelanda	20567	20200	21893	21582
México	11434	11451	11624	11900
Ucrania	11378	11488	11426	10864

Adaptado de (FAOSTAT, 2017)

Se puede observar que los principales países productores de leche en el mundo entre el año 2012 a 2015 incrementan el volumen de producción, sin embargo, no supera el 1% anual. Esta variación depende de las condiciones climáticas de cada hemisferio. En los países con cuatro estaciones la producción lechera es alta o baja dependiendo de las condiciones medioambientales, pues influye directamente en la producción lechera bovina. Debido a las oscilaciones de temperatura los requerimientos nutricionales, fisiológicos y de estrés que sufre el animal, afectan su desempeño productivo (Arias, Mader, & Escobar, 2008).

A nivel mundial, más de 6000 millones de personas ingieren la leche y sus derivados, se consumen aproximadamente 500 millones de toneladas por año. Esta demanda de leche y productos lácteos va en consecuencia del aumento del crecimiento demográfico, ingresos económicos, urbanización y cambios en los hábitos alimenticios (Lácteo, 2017).

La variación de la exportación de leche y sus derivados en los últimos años se describe en la tabla 2.

Tabla 2.

Exportaciones de leche y productos lácteos a nivel mundial en países seleccionados.

Exportación de leche y productos lácteos en toneladas anuales

País	Promedio (2014-2015)	2016	2017	Cambio al 2017 sobre 2016 (%)
Unión Europea (UE)	17347	18480	19348	4.7
Nueva Zelanda	18645	19374	19208	-0.9
Estados Unidos	10071	9971	10733	7.6
Belarus	3634	3930	3722	-5.3
Australia	3274	3341	3280	-1.8
Mundo	68807	70655	71561	1.3

Adaptado de (FAO, 2017)

En el año 2017, Estados Unidos, Nueva Zelanda y la Unión Europea exportaron cerca del 68% de productos lácteos, las principales categorías de productos son leche líquida, leche desnatada en polvo, queso, yogurt y mantequilla. Sobre todo la UE incrementó su exportación de productos en un 4,7%, al igual que EEUU en un 7,6% en transición del año 2016 a 2017, en contraste con Nueva Zelanda que disminuyó su exportación en un -0,9% (FAO, 2017).

De la misma forma la variación de la importación de leche y sus derivados en los últimos años se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.

Importación de leche y productos lácteos a nivel mundial y en países seleccionados.

Importación de leche y productos lácteos en toneladas anuales				
País	Promedio (2014-2015)	2016	2017	Cambio al 2017 sobre 2016 (%)
China	12063	11998	12500	4.2
Rusia	4833	4271	4438	3.9

México	3327	3693	3799	2.9
Algeria	2776	2895	3265	12.8
Indonesia	2573	2839	2863	0.8
Mundo	68769	70599	71599	1.4

Adaptado de (FAO, 2017)

En el año 2017 se experimentó un incremento de importación de leche y sus derivados principalmente en Argelia, China, Rusia y México, estos países son productores de leche en su mayoría a pequeña escala, aun cuando la productividad de leche es alta, la transformación de la misma a productos lácteos es baja, por lo que se recae en importaciones de productos con valor agregado de otros países (FAO, 2017).

Entre el año 2013 al año 2016 el consumo mundial de leche blanca experimento un incremento del 1,8%, de 212000 millones de L a cerca de 223000 millones de L, superando el crecimiento del año 2010 a 2013 que fue del 1,2% (Lácteo, 2017).

2.3 Situación de la producción nacional de la leche

En el Ecuador la producción lechera, a partir del siglo XX mejoró su productividad gracias al mejoramiento del manejo agropecuario y uso de tecnologías veterinarias. Gracias a la creación de estaciones de investigación científicas como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), asociaciones como la Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO), escuelas de agrónomos y veterinarios, se selecciona ganado reproductor con características genéticas específicas y uso correcto de fertilizantes y siembra de pastos forrajeros lecheros (CIL, 2015).

Las condiciones climáticas de nuestro país favorecen la adaptabilidad del ganado bovino lechero. Incluso se produce leche sobre los 2500 hasta los 3500 msnm a temperaturas que van de 4°C hasta los 28°C. Esto gracias a las condiciones ecológicas de la cordillera que atraen lluvias, precipitaciones y

mantienen la humedad de la región andina haciéndola óptima para el crecimiento de pastizales, Ray- Grass, pasto azul, trébol blanco y rojo, kikuyo, gramíneas y leguminosas con alto valor proteico durante todo el año (CIL, 2015).

La explotación lechera bovina constituye uno de los principales rubros para el país, esta actividad se desarrolla principalmente en pequeños núcleos familiares identificados como fincas o hatos lecheros. En el Ecuador se identifican 3 sistemas de explotación lechera, tradicional con una participación nacional de alrededor del 60%, semi tecnificada en un 30% y tecnificada con el 10% (AGSO, 2014).

El promedio de la producción lechera a nivel nacional vaca/ día en el estrato de 1 a 50 ha está entre los 4,5 a 4,9 L/ vaca/ día; en el estrato de 50 a 100 ha, va de 2,7 a 4,2 L/ vaca/ día; en el estrato de más de 100 ha el promedio va de 3 a 5,3 L/ vaca/ día. Pero cabe recalcar que en la Sierra dentro del estrato de 5 a 20 ha el promedio de la producción es de 8,3 a 14,3 L/ vaca/ día; en el estrato de más de 20 ha está entre 6,5 a 15,9 L/ vaca/ día (Requelme & Bonifaz, 2012). Esto debido a que en la región Sierra los cantones productores tienen mejores condiciones de manejo y tecnología.

Según datos del AGSO, el Ecuador el incremento en la producción lechera esta entre el 25% y el 30% en las últimas décadas (AGSO, 2014). Se producen aproximadamente 5,6 millones litros de leche/ día lo que abastece en su totalidad la demanda nacional, por tal motivo que el excedente de producción de alrededor de 250.000 litros de leche/ día se busca exportar.

La producción, uso y destino de la leche que se produce en el Ecuador varía dependiendo de la región y número de bovinos lecheros tal y como se describe en la tabla 4.

Tabla 4.

Número de vacas ordeñadas, producción y destino de la leche, según regiones del Ecuador.

DESTINO PRINCIPAL DE LA LECHE (Litros)							
Región	Total de vacas ordeñadas	Producción total de leche (litros)	Vendida en líquido	Consumo en los terrenos	Alimentación al balde	Procesada en los terrenos	Destinada a otros fines
Total nacional	896170	5319288	3859896	446798	105042	881387	26163
Sierra	570270	4106855	3369942	330721	98486	295328	12377
Costa	271193	955272	353747	83576	2707	502228	13012
Oriental	54537	256421	136071	32113	3848	83613	774
Zonas no delimitadas	168,5	739,7	135,7	387,7	-	216,2	-

Adaptado de (ESPAC, 2016)

En la tabla 4 se observa que la región Sierra cuenta con el mayor número de vacas ordeñadas y es la mayor productora de leche a nivel nacional, seguida por la región costa y finalmente la región amazónica. En el país, la región sierra produce el 73% de leche, en la región costa el 19% y en la región oriental el 8%, la cual beneficia a cerca de 298000 familias dedicadas a esta actividad (AGSO, 2014).

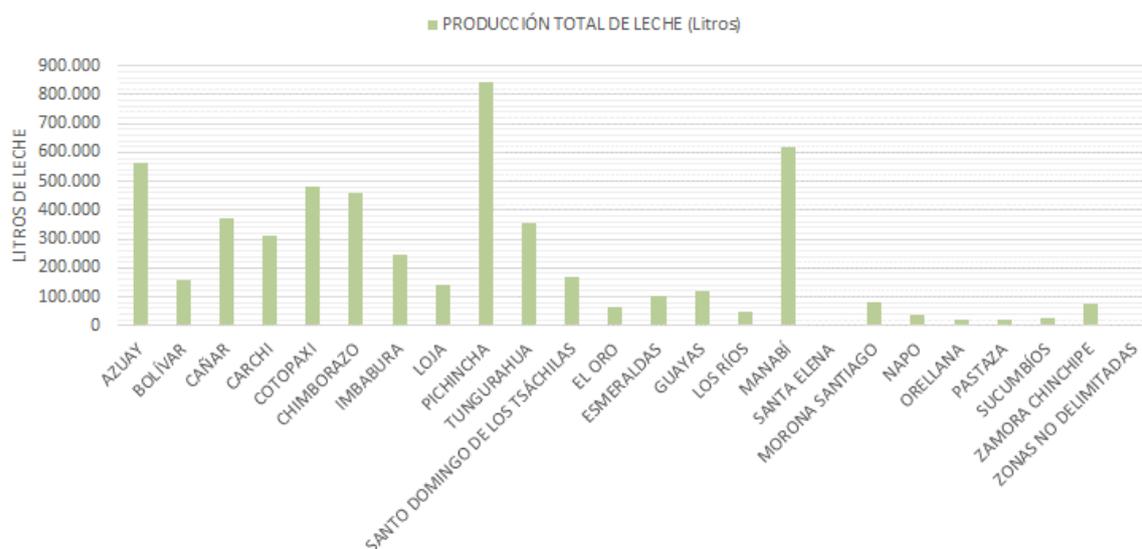


Figura 1. Participación de la producción lechera por provincias del Ecuador.

Adaptado de (ESPAC, 2016)

En la región Sierra la provincia de Pichincha con la participación de sus ocho cantones es la mayor productora de leche tal y como se observa en la figura 1. Seguida por la provincia de Azuay, Manabí, Cotopaxi y Chimborazo.

2.4 Situación provincial de la producción de la leche

La Provincia de Pichincha se encuentra a una altura de 2816 msnm, con una temperatura que oscila entre los 8 a 24°C y tiene una extensión territorial de 9.612 km² (GADPP G. A., 2015). Aproximadamente la provincia tiene 543265,7 ha de tierra en uso las cuales tiene varios usos tal y como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 5.

Principales usos de la tierra en la provincia de Pichincha.

Hectáreas (ha)	Uso
24874,019	Cultivos permanentes
24549,37	Cultivos transitorios y barbecho
6022,63	Descanso

96156,8	Pastos cultivados
56486,629	Pastos naturales
75092,99	Páramo
230744,51	Montes y bosques
29338,8	Otros usos

Adaptado de (ESPAC, 2016),

Con una participación nacional de 4,18%. Es importante mencionar que en la provincia existe la producción de papa, hortalizas, cereales y ganadería principalmente de leche, además en la provincia se encuentran áreas protegidas que son base importante para el turismo.

Según el ESPAC 2016, en la provincia de Pichincha existe un total de 80639,74 vacas ordeñadas con un total de producción de leche de 845963,0286 litros, de los cuales:

Tabla 6.

Destino o uso de la leche producida en la provincia de Pichincha.

Litros	Destino
774243,95	Vendidos en líquido
25644,552	Autoconsumo
33304,2508	Alimentación al balde
9279,944	Procesados en los terrenos
3490,329	Otros fines

Adaptado de (ESPAC, 2016).

Por lo cual según la misma fuente la región con mayor producción lechera se encuentra ubicada en la región sierra con un total de producción de 4'106855 Litros de leche.

Existe un total de 20383 productores de leche dentro de la provincia de Pichincha, de los cuales aproximadamente el 33% de ellos manejan sistemas

de ordeño tecnificado y más del 67% de las fincas en la provincia son de pequeños y medianos productores, aquellos con menos de 20 hectáreas, con un promedio de producción de leche de 9,77 L/vaca superando el promedio nacional.

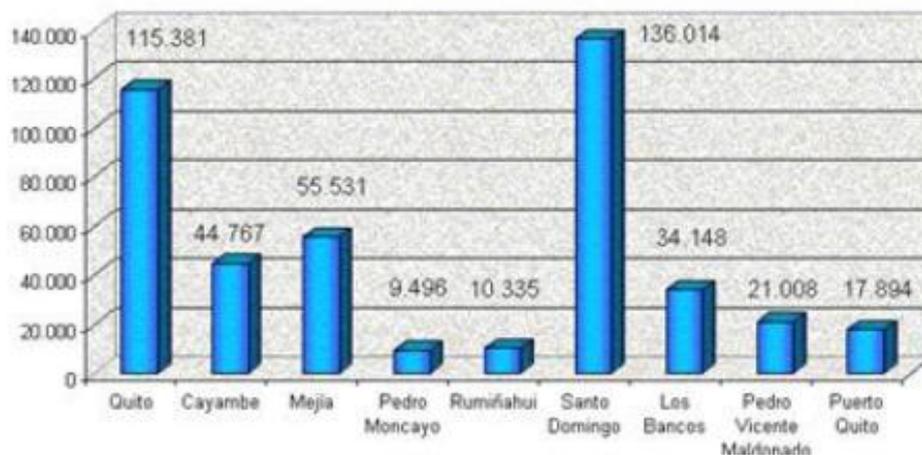


Figura 2. Número de cabezas de ganado por cantones de la provincia de Pichincha.

Adaptado de (Aimacaña, 2014)

Los cantones Santo Domingo y Quito poseen el mayor número de cabezas de ganado con 136014 y 115381 cabezas respectivamente. Cayambe y Pedro Moncayo que interesan en la presente investigación poseen 44767 y 9496 cabezas de ganado respectivamente, lo que representa un buen indicador con respecto a los demás cantones.

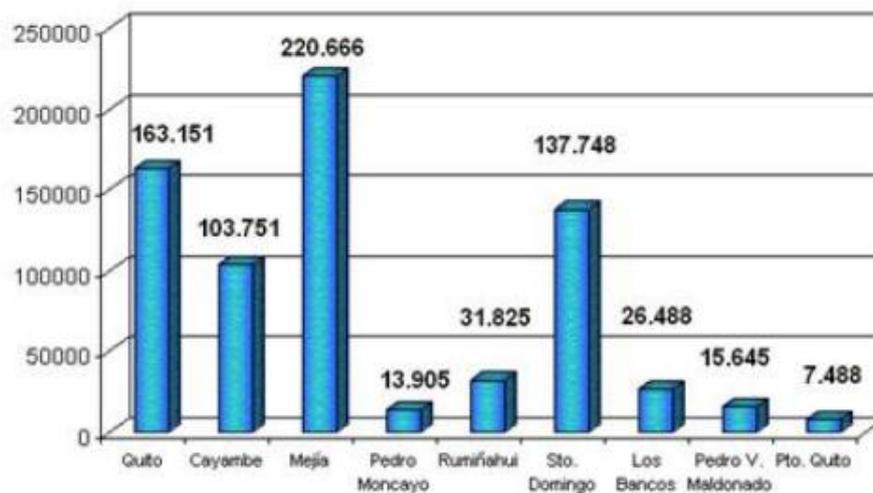


Figura 3. Producción de leche en litros por cantones de la provincia de Pichincha.

Adaptado de (Aimacaña, 2014)

Los cantones Mejía, Quito y Santo Domingo son los mayores productores de leche de la provincia, sin embargo, Cayambe produce 103751 litros de leche diarios lo que representa también una importante cuenca lechera, en contraste con el cantón Pedro Moncayo que tiene una producción diaria de 13905 litros de leche, pese a estos indicadores de producción se considera al cantón Cayambe un sector lácteo importante dentro de la provincia (CIL, 2015).

2.5 Composición de la leche de vaca

La leche es considerada un alimento de primera necesidad debido al aporte nutricional que brinda. Puede aportar considerablemente con de varios nutrientes como calcio, selenio, vitamina B12, vitamina A y B1, magnesio, riboflavina y ácido pantoténico, su principal proteína que es la caseína es fuente de aminoácidos esenciales, ciertos minerales y enzimas. De la misma forma, los lípidos y la lactosa son una importante fuente energética (Agudelo y Bedoya, 2005).

Químicamente la leche es una mezcla líquida compleja de varias sustancias en forma de suspensión o emulsión. Los principales componentes de la leche se

dividen en agua, sólidos totales y sólidos no grasos, en la tabla 5 se describe la composición de la leche de vaca.

Tabla 7

Composición general de la leche de vaca por cada 100 gr.

Nutriente	Gr
Agua	88
Energía (kcal)	61
Proteína	3.2
Grasa	3.4
Lactosa	4.7
Minerales	0.72

Tomado de (Agudelo y Bedoya, 2005)

En la leche el agua constituye entre el 82% y 82.5%, los sólidos totales alrededor del 12%-13% y los sólidos no grasos aproximadamente el 9% (Agudelo & Bedoya, 2005). El agua presente en la leche es la fase dispersante y que se encuentra en mayor cantidad, en ella los componentes grasos se encuentran emulsionados o suspendidos. Las proteínas (caseína y globulina) en estado de coloides liofóbos y la proteína albúmina en estado liófilo, mientras que la lactosa se encuentra en solución verdadera (Agudelo y Bedoya, 2005).

La composición físico-química y nutricional de la leche de vaca varía de acuerdo a múltiples factores como: raza del animal, tipo de nutrición y alimentación, tipo de medio ambiente (clima, temperatura, humedad), estado sanitario y fisiológico, y demás. (Morales, León, Cárdenas, Afanador, & Carulla, 2013).

La calidad de la leche está determinada por su composición química, nutricional y nivel microbiológico, para que sea considerada apta para consumo humano. Estos requerimientos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8.

Requisitos físico-químicos para la leche cruda, según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 9.

Requisitos	Unidad	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Densidad relativa:				
A 15°C	g/mL	1,029	1,032	NTE INEN 11
A 20°C	g/mL	1,028	1,033	
Materia grasa	%	3	-	NTE INEN-ISO 2446
Acidez titulable como ácido láctico	%	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	%	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	%	8,2	-	*
Cenizas	%	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico)	°C	-0,536	-0,512	NTE INEN-ISO 5764
Proteínas (N*6,38)	%	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)**	Horas	4	-	NTE INEN 18

***Diferencia entre contenido de ST y contenido de grasa.**

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

Adaptado de (INEN9, 2012)

Según los datos de la tabla gracias al peso específico de la leche que oscila entre 1,029 y 1,033 y al punto de congelación que varía entre -0,536 y -0,512

conforme al contenido de lactosa y sales disueltas, se logra determinar adulteraciones por adición de agua en la leche (INEN9, 2012).

Según la norma INEN 9:2012 para leche cruda el contenido de proteína aceptable es del 2,9%, esta proteína láctea es la mezcla de varias fracciones proteicas diferentes llamadas aminoácidos, unidos por enlaces peptídicos. Las proteínas se dividen en: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%). Las caseínas poseen un alto valor biológico gracias a su contenido de aminoácidos esenciales.

La albúmina está presente en la leche en un 5%, está por acción del calor se desnaturaliza a diferencia de las caseínas que solo se separan por acción enzimática. Las globulinas de la leche se encuentran del 9 al 16% del total de proteína, son las proteínas con mayor peso molecular.

La grasa láctea constituye el 3% de la leche en límites aceptables según la NTE INEN 9, están en fase de emulsión o suspendidas en pequeñas partículas. Alteraciones de la grasa presente en la leche por acción de la luz, de enzimas y del oxígeno, que son los responsables de reacciones hidrolíticas oxidativas y formación de peróxidos, aldehídos, ácidos grasos libres y cetonas son las causantes de cambios en el sabor, olor y color de la leche en parámetros aceptables. Este contenido graso depende de factores antes mencionados como la raza, tipo de alimentación y nutrición y estado sanitario de la ubre (Agudelo & Bedoya, 2005).

2.6 Microbiología de la leche

La leche debido a su composición físico-química es considerada un producto perecedero, susceptible a contaminación y descomposición, por las reacciones químicas que se puedan generar en este medio de cultivo. Múltiples microorganismos, especialmente las bacterias y los hongos que se encuentran en la leche por acción de varias enzimas generan reacciones proteolíticas (bacterias que se alimentan de proteínas), lipolíticas (de las grasas) y sacarolíticas (de los azúcares). Estas reacciones se desencadenan debido a

deficiencias en la rutina de ordeño, recolección, transporte, conservación y aspecto sanitario e higiénico. Que activan a las enzimas y microorganismos para que se acelere el proceso de descomposición (Mariscal, Ibáñez, & Gutiérrez, 2013).

La temperatura de transporte y de almacenamiento de la leche es el parámetro más importante que influye en el crecimiento bacteriano, por lo tanto, esta determina su tiempo de conservación. De la temperatura de conservación depende el tipo de microorganismos que proliferen y el tipo de descomposición que se generará en el producto. Tomando en cuenta estos antecedentes, la temperatura a la cual se debe conservar la leche es de 4°C. Con esto se logra garantizar una leche apta para consumo (Mariscal, Ibáñez, & Gutiérrez, 2013).

La calidad de la leche para consumo humano debe estar dentro de los límites establecidos por la norma técnica ecuatoriana INEN 9 para leche cruda tal y como se describe en la tabla 7.

Tabla 9.

Norma Técnica Ecuatoriana. Requisitos microbiológicos para la leche cruda.

Microorganismos	Límite máximo aceptación
Recuento de colonias aerobias (UFC/ml)	$1,5 \times 10^6$
Recuento de células somáticas/MI	$7,0 \times 10^5$

Adaptado de (INEN9, 2012)

La calidad de la leche está determinada esencialmente por el contenido nutricional y por un bajo recuento bacteriano. Por ello, esta debe estar libre de sustancias nocivas, extrañas o sedimentos ajenos a la misma, entre otros factores. Así como es imprescindible analizar sus características organolépticas, el análisis microbiológico es prueba indudable de la calidad de la misma.

Generalmente los recuentos bacterianos altos son sinónimos de mala práctica durante el ordeño, contaminación, falta de higiene, así como procedimientos inadecuados de transporte, almacenamiento, y manipulación. Estas deficiencias son indicadores de contaminación de origen fecal. Los principales microorganismos que se presentan tras contaminación fecal son coliformes, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* entre otras bacterias patógenas potenciales (Mariscal, Ibáñez, & Gutiérrez, 2013).

El recuento de células somáticas altas debido a infecciones intramamarias, con presencia de mastitis, sirve como indicador de un mal manejo en el control sanitario de la vaca. Este control está relacionado con: deficiencia en la práctica de control de mastitis, que se realiza utilizando un test antes de cada ordeño llamado California mastitis test (CMT) el cual detecta presencia de mastitis en la leche, no se realiza correctamente el sellado y presellado de la ubre de la vaca (Mariscal, Ibáñez, & Gutiérrez, 2013).

2.7 Niveles de urea en la leche como indicador de balance nutricional del plan de alimentación del predio

En el Ecuador la explotación ganadera en su mayoría es pastoril, el conocer las variables que afectan los niveles de urea en la leche debido a la alimentación resulta de alto interés práctico, tecnológico y económico. En nuestro país debido al costo de producción lechera los productores optan por implementar raciones alimenticias de bajo costo y alta rentabilidad.

En el Ecuador se marcan específicamente dos condiciones medio ambientales el invierno y el verano, esto influye directamente en la calidad y cantidad de pasto que se produce (en kg/ materia seca (MS)/ ha), siendo así que en invierno se produce mayor cantidad de pasto y en verano disminuye debido a las condiciones climáticas y las sequías. Así mismo el valor nutritivo y el nivel proteico de los pastos cambian según la estación del año.

Según la normativa técnica ecuatoriana INEN el porcentaje óptimo de proteína en la leche debe ser mayor o igual a 2,9% ver tabla 6. Pero si los valores de proteína en leche son mayores a 3,2% los niveles de nitrógeno ureico en leche (MUN) están comprendidos entre 12-16 mg/dL, lo que indica que las fracciones degradables de proteína en la alimentación y la energía fueron equilibradas.

Por el contrario, si los niveles de proteína están entre 3,0 a 3,2 % y los niveles de MUN están entre 10 y 12 mg/dL puede existir la posibilidad de una sobrealimentación proteica y baja degradabilidad de la proteína de los pastos, balanceados o concentrados (Alvarez, 2015).

El análisis de la urea en la leche sirve como indicador de problemas y deficiencias en los planes de alimentación de los bovinos lecheros. Las vacas para alcanzar su máxima producción deben alimentarse con un adecuado nivel de proteína, esto no quiere decir que el exceso de ingestión de proteína aumenta la producción de leche, ni el % de proteína de la leche (indicador de calidad de leche).

La calidad de la leche está particularmente determinada por su composición química y nutricional especialmente en su contenido de proteína. La proteína es uno de los componentes con mayor valor económico de la leche. Además, que debe cumplir con el porcentaje mínimo establecido en la norma. Del total de la proteína de la leche, la proteína verdadera (formada por caseína y proteínas del suero) es aquella con mayor valor económico. En la tabla 8 se detalla la composición química de la proteína de la leche.

Tabla 10.

Composición química de la proteína de la leche.

Proteína de la leche	
Proteína verdadera (94-95%) (PV)	Caseína (75-85%)
	Proteínas del suero
Urea (MUN)	

Proteína cruda (PC)	Nitrógeno no proteico (5-6%) (NNP)	Amonio
		Creatinina
		Creatina
		Otros ácidos

Adaptado de (Aimacaña, 2014)

El MUN, a pesar de no constituir más del 3% del total proteico, en las últimas décadas se considera una herramienta muy útil para el monitoreo del estado nutricional de las vacas. Las diferentes variaciones en el MUN indican la relación energía/ proteína en la dieta consumida por las vacas. La urea llega a leche por el metabolismo del amoniaco en el hígado el cuál la redirige por medio del torrente sanguíneo a la leche. Por ello, el contenido de urea en la leche ayuda a monitorear el estado nutricional de las vacas.

El índice de producción y el porcentaje de proteína en la leche se asocian de manera proporcional al nivel de urea (MUN), tal y como se describe en la tabla 9. Sin embargo, existen múltiples factores que influyen en el contenido de MUN.

Por ejemplo, existencia de diferentes vías de detoxificación del amoniaco, mecanismos de transporte de urea entre tejidos, entre otros. Por ello, no es posible determinar a ciencia cierta una relación directa entre MUN y el contenido de proteína en la leche (Alvarez, 2015).

Algunos autores señalan que la relación contenido proteína en leche y niveles de urea están directamente relacionados, sin embargo, también se señala que están inversamente relacionados o no tienen correlación alguna (Alvarez, 2015).

Tabla 11.

Relación de la urea con el porcentaje de proteína en la leche y el estado nutricional del bovino lechero.

CONTENIDO EN LECHE	CONTENIDO EN LA DIETA
Proteína mayor de 3.2 %	

Urea menor de 150 mg/l	EXCESO DE ENERGÍA
Urea entre 150 y 300 mg/l	RACIÓN OPTIMA DE FORRAJE
Urea mayor de 300 mg/l	EXCESO DE PROTEÍNA
Proteína menor de 3.2 %	
Urea menor de 150 mg/l	CARENCIA DE PROTEÍNA
Urea entre 150 y 300 mg/l	CARENCIA DE FORRAJE
Urea mayor de 300 mg/l	CARENCIA DE ENERGÍA

Adaptado de (González & Vázquez, 2006)

La óptima alimentación y suplementación a las vacas en pastoreo, depende de la cantidad y calidad del forraje consumido, transformado y utilizado. La síntesis de urea se genera por el metabolismo de las proteínas, las proteínas que la vaca no asimila para su producción, se convierte en amoníaco, el cuál es tóxico para su organismo, gracias al hígado este amoníaco es convertido en urea que entra en el flujo sanguíneo y puede almacenarse en el rumen, en los tejidos de las glándulas mamarias (leche) o se elimina por medio de la orina.

Por ello, se considera que existe una estrecha relación entre la cantidad de proteína ingerida con la concentración de urea en sangre y leche de los bovinos (González & Vázquez, 2006).

El nivel de urea en la leche puede indicar un desbalance proteico o una incorrecta relación proteína- energía, debido a una escasez de carbohidratos. Los hidratos de carbono junto con la proteína son responsables de aportar la energía necesaria que es empleada por los microorganismos del rumen para generar su propia proteína (proteína microbiana), que será degradada y absorbida por el animal. La microflora ruminal necesita un mínimo de 1% de nitrógeno en la dieta para que se digiera la fibra.

En los sistemas de producción lechera a pequeña escala por pastoreo estas deficiencias de proteína solo son suplidas aplicando fertilizantes nitrogenados, suministrando leguminosas, proteínas sintéticas y urea a los animales (Correa, 2012).

Una concentración de amoníaco ruminal inferior a 50mg/L se interpreta como deficiencia de proteína degradable en rumen (óptimo 60% de proteína ingerida), lo que causa un desbalance en la síntesis de proteína microbiana. Pero, cuando el contenido de amoníaco es superior a 350 mg/L este se pierde y no es utilizado ni absorbido y sobre los 800-900 mg/L es tóxico.

Cuando existe este desequilibrio los niveles de urea en la sangre incrementan y originan otros problemas en la salud del animal. La infertilidad y deficiencias en el sistema inmunitario son los principales problemas que se dan en los bovinos. Dietas basadas en elevada alimentación con concentrados, ensilados de maíz y bajas en ensilados de forraje o pasto verde reducen la concentración de urea, porque el nivel de amoníaco formado en el rumen es bajo.

El contenido de urea en la leche se ve influenciada por diferentes factores, entre ellos: funcionamiento del hígado, ingestión de proteína total, nivel de proteína degradable en el rumen, cantidad de energía disponible, consumo de agua y excreción de la orina. La transformación de amoníaco en urea supone un gasto energético extra.

Esta energía proviene de la dieta o la utilización de las reservas corporales del animal y esta no es utilizada para la producción de leche. Esto quiere decir que, el nivel de proteína en la alimentación no precisamente influye en la producción de leche sino en la energía que se genera para el mantenimiento del animal.

En contraste con lo anterior vacas con bajos niveles de producción y altos índices de MUN gastan más su energía en metabolizar el amonio que proviene del rumen, que en invertir su energía para sintetizar proteína y lactosa que son necesarias para la producción de una leche con mayor valor nutricional.

2.8 Agentes contaminantes de la leche

La mayor producción de leche en el Ecuador se da en sistemas de producción tradicional es decir se manejan prácticas de ordeño con deficiencias tecnológicas, de maquinaria y utensilios, poca capacitación, mal manejo sanitario del animal, poca higiene del personal.

A pesar, de lo anteriormente mencionado la participación de pequeños productores para el total de producción de leche a nivel nacional es mayor al 60%. Con esto la industria láctea busca mejorar la producción de la leche no sólo en cantidad sino en calidad.

Con respecto a la calidad de la leche se miden tres aspectos fundamentales: nivel microbiológico (higiene- sanidad), composición nutricional y características organolépticas. Los principales riesgos de contaminación desde la glándula mamaria hasta el consumidor están dados por:

- alteración físico- química de la composición original,
- contaminación por microorganismos patógenos,
- contaminación por multiplicación de bacterias (> nivel CBT),
- absorción de olores extraños (establo),
- generación de malos olores (reacciones químicas),
- contaminación con sustancias químicas (antibióticos, metales, pesticidas, químicos de limpieza),
- partículas extrañas (paja, hierba, astillas, etc),
- infección de las glándulas mamarias (> nivel CCS)

también durante la manipulación, transporte, recepción, almacenamiento y finalmente en el proceso industrial pueden generar contaminaciones en la leche.

Al ser la leche un excelente medio de cultivo para la proliferación de bacterias, sino se manejan temperaturas de conservación adecuadas (temperatura óptima de enfriamiento 4°C) aumentan el conteo bacteriano total en función del tiempo.

La contaminación de la leche puede ser interna o externa. La contaminación interna se da en la ubre, aunque esta se encuentre sana se ha comprobado que los primeros chorros de leche contienen microorganismos patógenos (*Staphylococcus*, *Streptococos*, *Corinebacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, etc). La eliminación de los primeros chorros (despunte) es una medida de control de buenas prácticas de ordeño.

Otra causa de contaminación interna se da por casos de mastitis, o por microorganismos que causan enfermedades de manera sistémica y contaminan el tejido mamario (*Salmonella*, *Brucella*, *Mycobacterium tuberculosis*). Por tal razón es indispensable el control constante con CMT, el cuál ayuda a identificar y prevenir la presencia de mastitis. Si existe presencia de mastitis esta debe descartarse (Valladares, 2016).

La contaminación externa en la leche se puede dar por el aire, agua, estiércol del mismo animal, suelo, personal, utensilios y medios de almacenamiento y transporte. La leche contaminada es un vehículo de transmisión de enfermedades a los consumidores causados por los microorganismos patógenos y sus toxinas.

La estrategia para disminuir la contaminación de la leche debe darse bajo tres aspectos esenciales: sanitarios, tecnológicos y económicos. La calidad microbiológica debe concentrarse en los procesos de producción primaria, mantener la sanidad del animal especialmente en control de mastitis, control del medio ambiente y correcto manejo del método de ordeño sea este manual o mecánico.

Cualquiera que sea el tipo de ordeño se debe manejar correctamente las prácticas de ordeño en todo el proceso. Antes, durante y después del ordeño se deben implementar una serie de pasos para garantizar la calidad de la leche (Bonifaz & Requelme, 2011)

Antes de iniciar con el ordeño se debe inmovilizar a la vaca, verificar que el área de ordeño, pisos y paredes estén libres de residuos de tierra, basura y estiércol (focos de contaminación). Es necesario establecer horarios fijos para el ordeño con el fin de crear un hábito en la vaca, evitando estrés pues influye en la calidad de la leche (Juárez & Moscoso, 2011).

El ordeñador antes debe verificar el estado de los utensilios y equipos de ordeño los cuales deben estar limpios, secos sin ningún residuo extraño. Debe portar la vestimenta adecuada (botas, cofia, mascarilla, guantes) para evitar contaminación (Juárez & Moscoso, 2011).

Durante el proceso del ordeño, se debe realizar un lavado con agua solo a nivel del pezón, con el fin de facilitar el secado de los mismos con toallas de papel desechables. Seguido por el ordeño que debe hacerse con movimientos suaves y continuos que no dure más de 7 minutos, si es mayor se produce una retención de la leche y se corre el riesgo de aparición de mastitis, lo que ocasiona una disminución en la calidad de la leche. Una vez finalizada la extracción de la leche se debe sellar los pezones con una solución desinfectante a base de yodo y agua (Juárez & Moscoso, 2011).

Después del ordeño el acopio de la leche es determinante en la calidad, se debe filtrar la leche con una tela gruesa con el fin de eliminar los residuos. Los recipientes de acopio de la leche deben estar limpios, secos y deben asegurar que la temperatura de la leche baje a 4°C hasta su traslado a la industria láctea (Valladares, 2016).

Para finalizar con la rutina del ordeño es necesario, lavar los utensilios de ordeño baldes, telas. La limpieza del área de ordeño debe realizarse con abundante agua y detergente con el fin de eliminar excretas y otros residuos (Juárez & Moscoso, 2011).

Si bien, el estado sanitario de la ubre y la higiene del personal que manipula la leche es foco de contaminación, la falta de higiene, los métodos de limpieza y los sistemas de refrigeración también son fuentes determinantes de contaminación.

La industria láctea y los organismos de control vuelcan sus esfuerzos en tomar medidas de control para prevenir la contaminación microbiana en la leche, en cuanto a disminuir conteo de células bacterianas totales y células somáticas (originadas por problemas de mastitis).

2.9 Métodos para determinar la calidad higiénica y sanitaria.

El análisis de la leche y su control de calidad son puntos primordiales en la industria láctea. Este control determina la calidad higiénica y sanitaria de la leche, así como su inocuidad, salubridad, tiempo de vida útil y calidad de

productos lácteos que se derivan de la misma. Con el objetivo de garantizar la calidad de la leche es necesario la aplicación de pruebas de análisis de calidad, que son aprobadas y están estipuladas en la normativa técnica legal ecuatoriana.

En la tabla 6 se indican los métodos para controlar la calidad higiénica y composicional de la leche, y en la tabla 7 y métodos de ensayo para control de microorganismos en la leche cruda. Estos métodos están diseñados para asegurar los estándares de calidad de la leche (composición química, microbiológica y organoléptica) (Taborda, 2011).

En el Ecuador se manejan los requisitos y normativas de la normativa técnica ecuatoriana (NTE INEN), Agrocalidad, Ministerio de Salud Pública y la Agencia de Regulación y Control Sanitario (Arcsa). Preciso a esto, para la presente investigación se manejan estos parámetros y requisitos.

Agrocalidad presenta un manual de procedimiento descrito en la tabla 10 para este control higiénico y sanitario que junto con las normas de la INEN para leche cruda garantizan la calidad de la leche que se destina para consumo humano (Agrocalidad, 2013).

Tabla 12.

Descripción general de los métodos para la determinación de calidad de la leche cruda.

Prueba de control de la leche	Método	Descripción
Análisis físico-químico	Equipo Eko Milk®	Análisis de los parámetros físico-químico determinan % de grasas, sólidos no grasos, proteína, agua añadida, lactosa.
Densidad relativa	Equipo Termolacto® densímetro	Este equipo se usa a temperaturas entre 15-20°C. Se sigue método de la norma INEN 11.
Estabilidad	Prueba de alcohol	La pistola recolecta 2 ml de leche y se

proteica	al 75%	mezclan con 2 ml de alcohol y se coloca en una caja Petri, en caso de existir puntos blancos o manchas, significa que la proteína se ha precipitado y la lactosa se ha transformado en ácido láctico. Lo que indica presencia de coliformes (<i>Echerichia coli</i>).
Determinación de pH	Prueba de análisis rápido (uso de un pHmetro)	Con ayuda del pHmetro se registra la cantidad de iones hidrógeno en forma de radicales libres que existen en la leche. El pH de la leche debe ser neutro.
Determinación de antibióticos	Kits (Trisensor®) de cualitativos de diagnóstico con aval de la AOAC.	Análisis rápido de presencia de antibióticos en la leche. Los antibióticos generan residuos de antimicrobianos en la leche que pueden superar los límites de seguridad.
Determinación de aflatoxinas M1	Kits (SNAP AFM1 TEST®)	Análisis rápido para determinar la presencia de aflatoxinas en leche provenientes de balanceados (a base de cereales), esta aflatoxina genera su toxina llamada micotoxina la cuál puede causar cáncer en humanos.
Determinación de neutralizantes	Análisis rápido para determinar la presencia de adulterantes neutralizantes de ácido láctico, lo que oculta la contaminación bacteriana.	
Determinación de peróxidos	Este método es usado para la determinación de la presencia de agua oxigenada (H ₂ O ₂) en la leche, sirve como indicador de que se le ha añadido a la leche como conservante de la misma 8su uso está prohibido).	
Cantidad de células somáticas (CCS)	Uso del equipo Fossomatic®, (método de análisis cuantitativo rápido)	
Conteo de bacterias totales (CBT)	Uso del equipo Bacto Scan®, (método de análisis cuantitativo rápido)	

Adaptado de (Agrocalidad, 2013)

En general para la determinación de la calidad higiénica y sanitaria de la leche se cuentan con diferentes métodos. Pueden ser por cultivos o sistemas

automatizados, su uso es válido siempre y cuando estén validados por entidades internacionales de normalización y sean aprobadas por los organismos de control (Navarrete, 2017).

Todos estos métodos de determinación de la calidad deben necesariamente ser aplicados en los distintos centros de acopio (CA) de leche del país, como eslabón importante de la cadena láctea. A nivel nacional, Agrocalidad determina que los CA deben contar con áreas identificadas (señalética conforme a la normativa) y definidas para la recepción, enfriamiento y entrega (Agrocalidad, 2013).

La infraestructura debe ser diseñada específicamente para manipulación de alimentos, suministro permanente de agua potable con registros que demuestren la calidad de la misma (Agrocalidad, 2013).

El CA debe receptor a diario la leche a sus proveedores llevando un control de trazabilidad, deben contar con un laboratorio básico para el análisis físico-químico, sensorial y microbiológico de la leche. Para acopiar la leche los tanques de almacenamiento de leche cruda deben contar con termómetros calibrados y verificar constantemente su temperatura.

Estas pruebas que determinan la calidad de la leche están descritas en la tabla 10. Los CA deben ser construidos en zonas alejadas de focos de contaminación, patio de cemento con drenaje y fácil acceso de vehículos de transporte (Agrocalidad, 2013).

En un CA se deben manejar las Buenas Prácticas de Manufactura que aseguren limpieza, orden y buenas condiciones de recepción, almacenamiento y transporte de la leche. Para ello, deben disponer de vapor de agua, detergentes, sanitizantes, entre otros utensilios de limpieza correctamente identificados, rotulados y almacenados. Los tanques de enfriamiento deben contar con un sistema de limpieza automatizado y con un mecanismo de enfriamiento rápido y seguro (Agrocalidad, 2013).

Los requerimientos para CA a nivel nacional, se manejan con la entidad reguladora que es Agrocalidad, para garantizar la seguridad e inocuidad alimentaria. Sin embargo, existen deficiencias en el manejo correcto de acopio, enfriamiento, almacenamiento y transporte de leche (Valladares, 2016).

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Ubicación Geográfica y características climáticas de las zonas de estudio

La investigación se realizó en dos cantones de la provincia de Pichincha, su ubicación y características climáticas se describen en la siguiente tabla.

Tabla 13.

Ubicación geográfica y características climáticas de las zonas de estudio.

Cantón Cayambe	Cantón Pedro Moncayo
Ubicación: Se encuentra a Norte de la provincia de Pichincha a 75 km de la ciudad de Quito.	Ubicación: Se encuentra a Norte de la provincia de Pichincha a 50 km de la ciudad de Quito.
Extensión territorial: 1.350 km ²	Extensión territorial: 339,10 km ²
Parroquias: Cayambe urbano, Olmedo, Cangahua, Otón, Santa Rosa de Cusubamba, Ascázubi, Ayora y Juan Montalvo	Parroquias: Tupigachi, Tabacundo, La Esperanza, Tocachi, Malchingui
Temperatura: 12°C	Temperatura: 12,5°C hasta 18°C
Precipitación media anual: 500 mm hasta 2100 mm.	Precipitación media anual: 400mm hasta los 1300 mm
Altitud: 2830 msnm	Altitud: 1800 msnm hasta los 4300 msnm
Humedad relativa: 80%	Humedad relativa: 50% hasta los 75% (varía dependiendo del sector)
Clasificación climática: Húmedo templado frío (varía según sector)	Clasificación climática: Mesotérmico seco (varía según sector)

Clasificación ecológica: Montano- Montano- Clasificación ecológica: Montano-
Montano Alto. Montano Alto.

Adaptado de (Torres, 2018).

El mapa de cada cantón se encuentra en Anexo 1 y 2.

3.2 Materiales de campo

Materiales

- Frasco plástico estéril
- Cucharón de acero inoxidable
- Coolers
- Check list de buenas prácticas de ordeño para fincas
- Check list de buenas prácticas de manufactura para centros de acopio
- Guantes
- Mascarrillas
- Equipo de GPS

Reactivos

- Bronopol
- Azidiol

3.3 Materiales de laboratorio

- Fossomatic®
- Bactoscan®
- Equipo RQFLEX PLUS® (MERCK)
- Baño María

3.4 Metodología

3.4.1 Tratamientos

El número de muestras representativas de unidades productivas y de centros de acopio para los dos cantones se determinó utilizando la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra a calcular

N = Tamaño del universo

Z = Según el nivel de confianza esperado, Z es la desviación del valor medio que aceptaremos. El valor determinado es 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 admitido (5%)

p = La proporción que se desea encontrar (0,05)

Se tomó el valor de p=0,05 por el hecho de que existe una homogeneidad de las fincas por número de vacas con esto se obtiene una población muy uniforme diciendo así que esta es más precisa.

De un universo de 5233 fincas en el cantón Cayambe y 1062 fincas en el cantón Pedro Moncayo según datos de la Asociación Ecuatoriana de Buiatria (AEB) encargada de la última campaña de vacunación del año 2016, aplicando la fórmula de homogeneidad (0,05), el tamaño muestral resultante fue de 72 muestras en fincas en Cayambe y 68 en Pedro Moncayo, además se tomaron 21 muestras de leche en centros de acopio en Cayambe y 2 en Pedro Moncayo.

Se aplicó dos tipos de análisis estadístico como se señala a continuación:

- Diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial utilizado para las unidades productivas ver tabla 12 y,
- Estadística descriptiva para los centros de acopio.

Tabla 14.

Factores para el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).

	Factores	Niveles
UNIDADES PRODUCTIVAS	Tamaño de la UPA (unidad de producción agropecuaria)	Productores con < 20 ha
		Productores con >20 ha
	Pisos Altitudinales	Montano (1801-3000msnm)
		Montano Alto (> a 3001 msnm)

Los tratamientos que se manejaron en los dos cantones para el estudio del diseño experimental se muestran en la tabla 13.

Tabla 15.

Descripción de los tratamientos en (DBCA) en arreglo factorial 2x2.

Inicio	Nivel	Tratamientos (TU x PA)
Tamaño de la UPA (TU)	<20 ha	<20ha x 1801 a 3000 msnm
	>20 ha	<20ha x >3001 msnm
Pisos altitudinales (PA)	1801 a 3000 msnm	>20ha x 1801 a 3000 msnm
	> 3001 msnm	>20ha x >3001 msnm

3.5 Análisis estadístico

Se utilizó el modelo matemático (ANOVA) en un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial (DBCA) el cual se describe en las siguientes tablas.

Tabla 16.

Diseño de bloques completamente al azar 2x2 para unidades productoras en el cantón Cayambe.

Fuentes de variación	GI
Total	23
Piso altitudinal (PA)	1
Tamaño de la UPA (TU)	1
PA x TU	1
Repetición	5
Error experimental	15

Tabla 17.

Diseño de bloques completamente al azar 2x2 para unidades productoras en el cantón Pedro Moncayo.

Fuentes de variación	GI
Total	51
Piso altitudinal (PA)	1
Tamaño de la UPA (TU)	1
PA x TU	1
Repetición	12
Error Experimental	36

El análisis funcional de las medias en caso de existir diferencias significativas en los factores en estudio o en los tratamientos se utilizó la prueba de separación de medias con Tukey al 5%.

Para las correlaciones de las actividades de la rutina de ordeño se utilizó la curva de Spearman con la finalidad de determinar las actividades más significativas que influyen en la calidad higiénica y sanitaria de la leche.

3.5.1 Variables en estudio

- Conteo de células somáticas (CCS): Se realizó el recuento del número de células somáticas contenidas en la muestra de leche y se expresó en: CCS/ml.
- Conteo de bacterias totales (CBT): Se realizó el recuento del número de bacterias totales en la muestra de leche y se expresó en: UFC/g.
- Contenido de Urea en la leche (MUN): Se relacionó el contenido de % de proteína en leche con los niveles de urea presentes en la misma en mg/L.
- Actividades de la rutina de ordeño: Se registró en el check list las actividades en la rutina de ordeño, expresándolas en escalas de cumple (1) y no cumple (0).

Estas variables fueron obtenidas aplicando métodos establecidos en la literatura y fueron analizadas en los laboratorios de Pasteurizadora Quito y avaladas por la fundación Alpina.

3.6 Estadística descriptiva para Centros de Acopio

Los 23 centros de acopio muestreados fueron categorizados tomando en cuenta el nivel tecnológico de almacenamiento y su aplicación de buenas prácticas de manufactura, que determinan la calidad higiénica de la leche que se acopia en los dos cantones.

Para el análisis de estos centros de acopio se aplicó estadística descriptiva, con el fin de obtener las diferencias entre los mismos analizando las diferenciaciones entre las medias y las desviaciones estándar que existen entre los datos y muestras de los centros de acopio.

Tabla 18.

Estadística descriptiva para centros de acopio.

Cantón	Nº de Centros de acopio	Variables
--------	-------------------------	-----------

Cayambe	21	Calidad higiénica (BPM)
Pedro Moncayo	2	Calidad higiénica (BPM)

3.7 Manejo del experimento

Se coordinaron reuniones con las entidades públicas y privadas como el Gobierno Provincial de Pichincha (GADPP), la Fundación Alpina y la Asociación Ecuatoriana de Buiatría (AEB), para establecer en conjunto las sugerencias al proyecto original presentado por el GADPP, en dichas reuniones se consideraron las estrategias a seguir tanto en la parte de campo como en el laboratorio.

Con respecto a las estrategias de campo, se logró determinar la base de datos de las fincas y Centros de Acopio (CA) para el muestreo, mismo que contenía información detallada sobre la ubicación de la finca, datos personales del propietario y número de vacas. Esta base de datos se obtuvo de la AEB que es la encargada de las brigadas de vacunación a nivel nacional.

Se definió el modelo de check list a aplicar en fincas y CA con el cuál se categorizó los sistemas de gestión de la producción de leche, en su contenido una serie de preguntas enfocadas a las actividades que los productores de las fincas realizan en la rutina del ordeño, de igual forma el check list para CA contenía preguntas enfocadas a las Buenas Prácticas de Manufactura que se llevan a cabo en los CA.

Para esto se tomó el check list de Agrocalidad que fue rediseñado por la Fundación Alpina y Pasteurizadora Quito mismo que se validó en estudios de calidad higiénico sanitaria de la leche en la provincia del Carchi, en trabajos de investigación de la Universidad Técnica del Norte y la Fundación Alpina con buenos resultados.

Se capacitó a los estudiantes en el procedimiento de recolección de muestras de leche a las unidades productivas y CA. Se preparó todo el material y utensilios de campo necesario en el GADPP junto con los representantes de la AEB. Se distribuyeron los kits de muestreo para las zonas de estudio, debidamente codificados dependiendo del cantón.

3.7.1 Fase de campo

Una vez que se definieron las rutas de recolección la AEB junto con estudiantes de la Universidad de las Américas y la Universidad Técnica del Norte, se visitó a cada ganadero en su predio y se aplicó el check list de buenas prácticas de ordeño antes, durante y después del mismo.

Una vez finalizado el ordeño se recolectó las muestras de leche, se procedió a tomar aproximadamente 100ml de leche de los bidones debidamente homogenizados para verter en los frascos estériles previamente etiquetados, se añadió a los frascos la pastilla de bronopol y 4 gotas de azidiol respectivamente, es necesario agitar suavemente durante 5 minutos.

Finalmente conservar a 4°C las muestras para evitar alteraciones físico-químicas, conforme a las indicaciones dadas por la Fundación Alpina. Se empleó el mismo método para recolectar las muestras en los centros de acopio.

3.7.2 Fase de laboratorio

Las muestras de leche recolectadas fueron enviadas al laboratorio de Pasteurizadora Quito para su análisis físico-químico. Misma que se calentó a baño María hasta alcanzar una temperatura de 37-40°C, se agitó la muestra y se colocó en el equipo Fossomatic minor para su análisis, el cual arroja los resultados de CCS/ml totalmente automatizado. (De la Cruz, 2011).

Para contar y medir las células bacterianas individuales presentes en la leche cruda, se calentó a baño maría la muestra de leche hasta alcanzar una temperatura de 37°C, se homogenizó la muestra y se colocó en el equipo

Bactoscan para su análisis, el cual arroja los resultados de CBT/ ml totalmente automatizado.

Para el análisis del contenido de urea, se calentó la muestra a baño maría hasta alcanzar una temperatura de 37°C, luego se homogenizó y se colocó en el equipo RQFLEX PLUS, el cuál inmediatamente tras la reacción de la enzima ureasa con la muestra arrojó los resultados cuantitativos de niveles de urea (Bonifaz & Gutiérrez, 2013).

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis estadístico de la calidad de la leche

En los dos cantones de estudio se aplicó un análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% al existir diferencias estadísticas significativas. Para lograr una distribución normal en los datos de UFC y CCS se aplicó una conversión logarítmica en los datos de los dos cantones, ver Anexos 4 y 5.

4.1.1 Cantón Cayambe

4.1.1.1 Calidad Higiénica

Como se describe en la Tabla 19, existe una alta diferencia significativa entre pisos altitudinales con respecto a los UFC/ml, debido a que p-valor es menor a 0,01. Sin embargo, no existen diferencias significativas en los factores tamaño de UPA y la interacción entre PA*TU, pues el valor de p-valor es mayor a 0,05, con un coeficiente de variación de 12,60%.

Tabla 19.

Análisis de varianza para el conteo bacteriano total en muestras de leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Cayambe.

F.V	Conteo Bacteriano Total (UFC/ml)				p-valor	
	GI	SC	CM			
Total	23	12,8				
PA	1	4,63	4,63	0,0065	**	

TU	1	0,01	0,01	0,9109	ns
PA*<i>TU</i>	1	0,3	0,3	0,4312	ns
Repetición	5	0,89	0,18		
EE	15	6,96	0,46		
CV	12,60%				

Nota: F.V= Fuentes de variación; gl= grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM= Cuadrados medios; ns= no significativo; *significativo (<5%); **altamente significativo (<1%); PA= Piso Altitudinal; TU= Tamaño de la UPA; PA**TU*= Interacción entre Piso altitudinal y Tamaño de la UPA.

Los resultados obtenidos muestran una alta diferencia significativa en el factor Piso Altitudinal por lo que la prueba de Tukey al 5% muestra la diferencia estadística expresada en la figura 4, lo que quiere decir que el manejo higiénico en los dos pisos altitudinales es diferente e influye en el conteo bacteriano total, esto puede ser debido al mal manejo en el control de temperatura de almacenamiento y transporte de la leche, pues la variabilidad de las condiciones climáticas y temperatura de cada piso altitudinal puede influir en la proliferación de microorganismos que disminuyen la calidad higiénica de la leche (Navarrete, 2017).

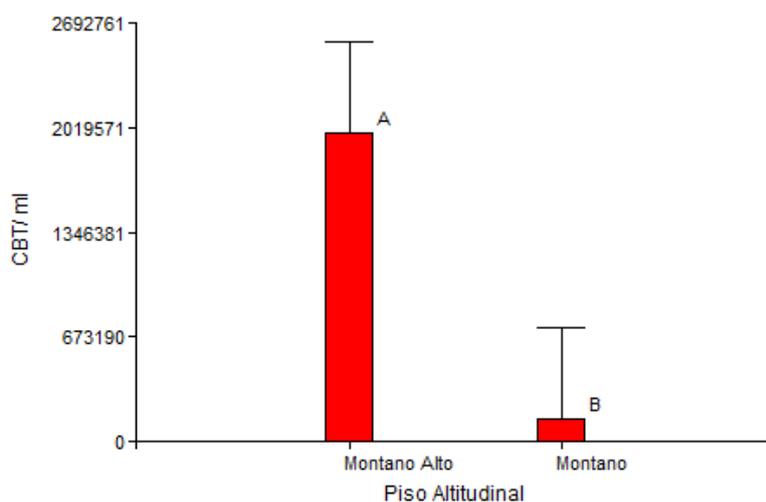


Figura 4. Número de UFC/ml en los dos pisos altitudinales presentes en las muestras de leche del cantón Cayambe.

En la figura 5 se observa que el tratamiento 3 y 4 que corresponde a los productores ubicados en el piso altitudinal montano alto con superficies <20 ha y >20ha contienen un CBT mayores a $1,8 \times 10^6$ UFC/ml superando los

parámetros de CBT establecidos en la norma INEN 9:2012 de leche cruda que es de $1,5 \times 10^6$ UFC/ml. Por lo tanto esta leche no estaría apta para comercialización, industrialización y consumo.

El conteo bacteriano total indica el grado de calidad higiénica que se maneja en las unidades productoras durante la rutina del ordeño (Cedeño, 2016), estos resultados demuestran que en el piso altitudinal montano alto del cantón Cayambe existen deficiencias en las buenas prácticas de ordeño. Pero en los tratamientos 1 y 2 el CBT es menor a $6,03 \times 10^5$ UFC/ml y se encuentran por debajo de lo que indica la Normativa INEN 9:2012, por lo que es apta para consumo.

El resultado del tratamiento 3 y 4 se puede atribuir a un mal manejo higiénico antes, durante y después del ordeño, pues según Valladares, Bonifaz y Requelme (2011) la higiene del personal, la limpieza de los utensilios, higiene de los animales, almacenamiento y transporte influyen en el número de CBT presentes en la leche, para minimizar el aumento de CBT, es importante un control del medio ambiente y un buen manejo del método de ordeño sea este manual o mecánico, se debe manejar correctamente las prácticas de ordeño en todo el proceso, antes, durante y después del ordeño implementando una serie de pasos para garantizar la calidad de la leche (Bonifaz & Requelme, 2011).

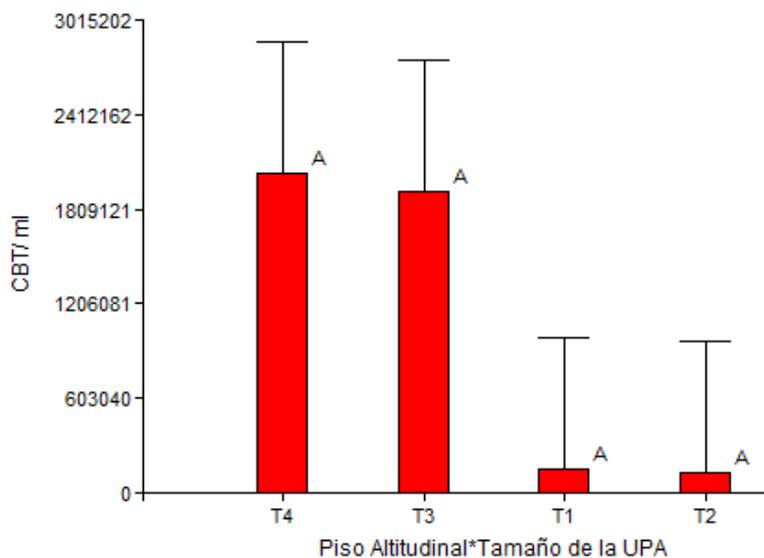


Figura 5. Número de UFC/ml presentes en las muestras de leche del cantón Cayambe.

- a) T1: Montano* <20 ha
- b) T2: Montano* >20 ha
- c) T3: Montano Ato* <20 ha
- d) T4: Montano Alto* >20ha

4.1.1.2 Calidad Sanitaria

Como se describe en la Tabla 20, existe una alta diferencia significativa entre pisos altitudinales y tamaño de la UPA con respecto a los CCS/ml, debido a que p-valor es menor a 0,01. Sin embargo, no existen diferencias significativas en los tratamientos o interacción entre PA*TU, pues el valor de p-valor es mayor a 0,05, con un coeficiente de variación de 12,60%.

Tabla 20.

Análisis de varianza para el conteo de células somáticas en muestras de leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Cayambe.

Conteo Células somáticas (CCS/ml)					
F.V	GI	SC	CM	p-valor	
Total	23	1,69			
PA	1	0,38	0,38	0,0057	**
TU	1	0,48	0,48	0,0024	**
PA*TU	1	0,06	0,06	0,214	ns
Repetición	5	0,22	0,04		
EE	15	0,55	0,04		

CV	3,46%
-----------	-------

Nota: F.V= Fuentes de variación; gl= grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM= Cuadrados medios; ns= no significativo; *significativo (<5%); **altamente significativo (<1%); PA= Piso Altitudinal; TU= Tamaño de la UPA; PA*TU= Interacción entre Piso altitudinal y Tamaño de la UPA.

En el cantón Cayambe los resultados de CCS en las muestras de leche de las unidades productivas presentan altas diferencias significativas en los factores pisos altitudinales y tamaño de la UPA, por lo que la prueba de Tukey al 5% expresa la diferencia estadística, en la figura 6 se observa la diferencia entre pisos altitudinales y en la figura 7 la diferencia entre UPA.

Esto significa que las diferencias encontradas en las unidades de producción y el piso altitudinal están relacionadas de manera directa con el estado sanitario de los animales indicando que existe diferencia entre las unidades productivas de este cantón en el estado sanitario de la vaca.

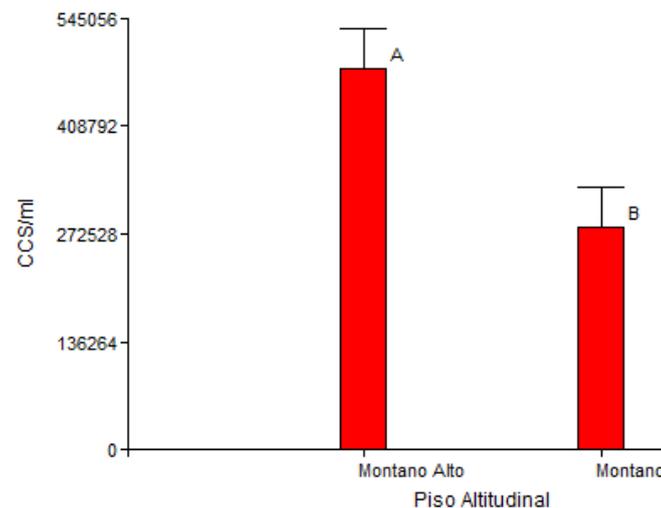


Figura 6. Número de CCS/ml presentes en las muestras de leche con la prueba de Tukey al 5% que muestra alta diferencia estadística entre los dos pisos altitudinales del cantón Cayambe.

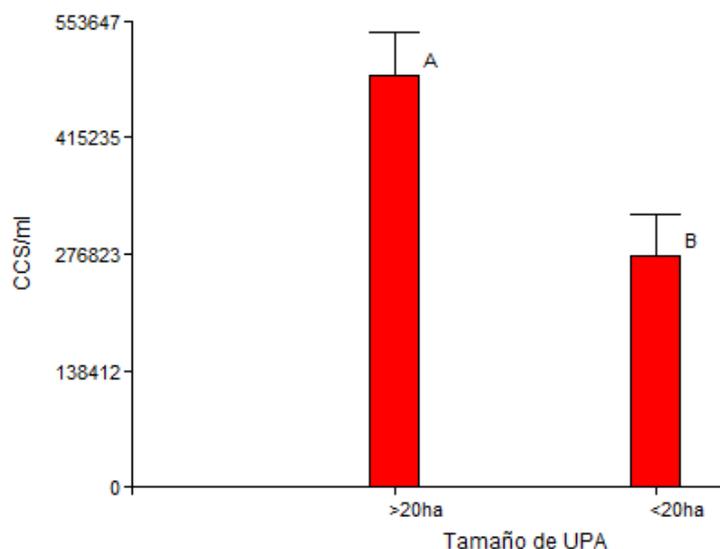


Figura 7. Número de CCS/ml presentes en las muestras de leche con la prueba de Tukey al 5% que muestra alta diferencia estadística entre los dos tamaño de UPA del cantón Cayambe.

Sin embargo, en la interacción entre los dos factores no existe diferencia significativa, en la figura 8 se observa que en el tratamiento 1 (T1) ubicado entre los 1801 a 3000 msnm con un tamaño de UPA <20ha, en el tratamiento 2 (T2) ubicado entre los 1801 a 3000 msnm con un tamaño de UPA >20ha, en el tratamiento 3 (T3) ubicado a más de 3001 msnm con un tamaño de UPA <20ha y en el tratamiento 4 (T4) ubicado a más de 3001 msnm con un tamaño de UPA >20ha el conteo de células somáticas (CCS/ml) están dentro de los parámetros establecidos por la norma INEN que es de 7×10^5 CCS/ml.

Con este resultado se afirma que la leche producida en el cantón Cayambe reúne las condiciones sanitarias para el consumo, resultados que concuerda con una investigación de (Bonifaz & Requelme, 2011) respecto a los límites de CCS/ml permitidos por la norma.

Por tal motivo se puede deducir que las unidades productivas del cantón Cayambe manejan un control sanitario adecuado en los hatos lecheros, pues según (Mariscal, Ibáñez, & Gutiérrez, 2013) consideran que el recuento de células somáticas altas debido a infecciones intramamarias, con presencia de

mastitis, sirve como indicador de un mal manejo en el control sanitario de la vaca. Un alto conteo de células somáticas en leche puede significar que los productores no realicen una prueba de detección de mastitis antes de cada ordeño o que no se realiza correctamente el sellado y presellado de la ubre de la vaca.

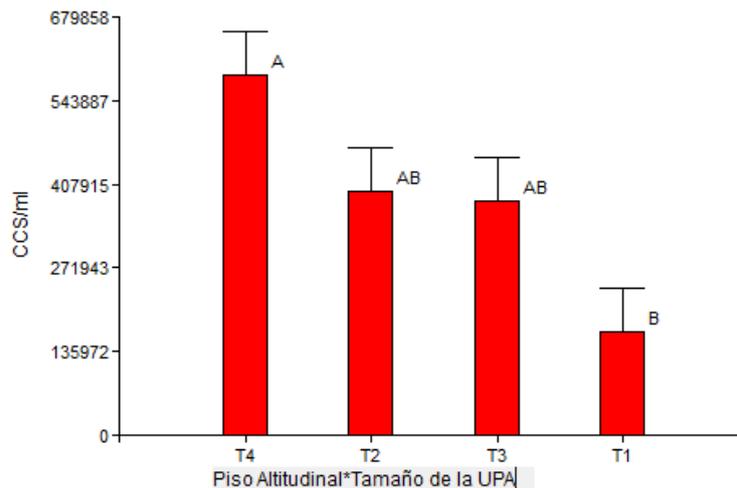


Figura 8. Número de CCS/ml presentes en las muestras de leche del cantón Cayambe.

- a) T1: Montano* <20 ha
- b) T2: Montano* >20 ha
- c) T3: Montano Ato* <20 ha
- d) T4: Montano Alto* >20ha

4.1.1.3 Relación porcentaje de proteína y urea en leche

En las tablas 21 y 22 se expresa que no existen diferencias significativas en el % de urea y proteína respectivamente en las muestras de leche del cantón Cayambe, debido a que p-valor es mayor a 0,05 tanto en los factores en estudio como en sus interacciones.

Tabla 21.

Análisis de varianza para % de urea en leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Cayambe.

F.V	GI	% de Urea		p-valor
		SC	CM	

Total	23	286,43			
PA	1	0,01	0,01	0,975	Ns
TU	1	49,59	49,59	0,0503	Ns
PA*<i>TU</i>	1	16,17	16,17	0,243	Ns
Repetición	5	56,36	11,27		
EE	15	164,29	10,95		
CV	11,91%				

Nota: F.V= Fuentes de variación; gl= grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM= Cuadrados medios; ns= no significativo; *significativo (<5%); **altamente significativo (<1%); PA= Piso Altitudinal; TU= Tamaño de la UPA; PA**TU*= Interacción entre Piso altitudinal y Tamaño de la UPA.

Tabla 22.

Análisis de varianza para % de proteína en leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Cayambe.

F.V	Gl	% de Proteína			p-valor
		SC	CM		
Total	23	2,36			
PA	1	0,1	0,1	0,306	Ns
TU	1	0,08	0,08	0,338	Ns
PA*<i>TU</i>	1	0,09	0,09	0,312	Ns
Repetición	5	0,81	0,16		
EE	15	1,27	0,08		
CV	8,89%				

Nota: F.V= Fuentes de variación; gl= grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM= Cuadrados medios; ns= no significativo; *significativo (<5%); **altamente significativo (<1%); PA= Piso Altitudinal; TU= Tamaño de la UPA; PA**TU*= Interacción entre Piso altitudinal y Tamaño de la UPA.

Según los resultados descritos en las tablas 21 y 22 en el cantón Cayambe el porcentaje de urea y proteína no presenta diferencias estadísticas en los pisos altitudinales, en el tamaño de la UPA ni en sus interacciones. Con esto se deduce que a nivel cantonal se obtienen los mismos niveles de urea y proteína, a pesar de que el estudio se realizó en dos pisos altitudinales y tamaños de UPA diferentes, este resultado puede explicarse por un estudio realizado por (Alvarez, 2015) quien afirma que el contenido de urea en la leche depende de otros factores aún más influyentes que la alimentación y nutrición de la vaca.

Álvarez en su estudio afirma que el estado fisiológico de la vaca determina el porcentaje de urea en la leche quien además concuerda con Moncada y Taborda que deducen que el contenido de urea depende del funcionamiento del hígado, ingestión de proteína total, nivel de proteína degradable en el rumen, cantidad de energía disponible, consumo de agua y excreción de la orina lo que se le atribuye al funcionamiento fisiológico del animal.

Por lo que Bonifaz y Gutiérrez afirman que el nivel de proteína en la alimentación no precisamente influye en la producción de leche sino en la energía que se genera para el mantenimiento del animal. Un parámetro importante de la calidad de la leche es el porcentaje de proteína presente en la misma, en la figura 9 y 10 se observa la relación entre el porcentaje de proteína y urea en las muestras de leche del cantón Cayambe, en los estratos de superficies <20ha y >20ha.

Estos resultados demuestran que la leche producida presenta un porcentaje de proteína mayor a 2,9% que es el mínimo requerido por la norma INEN 9:2012 para leche cruda. Esto quiere decir que en el cantón Cayambe los productores pequeños, medianos y grandes que se encuentran tanto en el piso altitudinal montano y montano alto cumplen con los estándares de % de proteína mínimos indicados en la norma.

Resultado que concuerda con el estudio realizado por (Alvarez, 2015) quien demostró que en el cantón Cayambe, Pedro Moncayo y Mejía se produce leche con un porcentaje de proteína entre 2,9%-3,2% independientemente de la época del año, piso altitudinal y tamaño de la UPA.

Los resultados expresados en la figura 9 y 10 también determinan que no se puede establecer una relación directa entre niveles de proteína y urea, debido a la variabilidad de resultados. Este resultado concuerda con algunos autores que señalan que existe una relación directa entre contenido de proteína y urea (Correa, 2012), pero otros autores señalan una relación inversa (Pedraza,

2006). Por lo cual es difícil establecer la relación existente entre niveles de urea y proteína, como se explicó anteriormente es probable que esto se deba a factores fisiológicos del animal tal y como señala (Correa, 2012).

El contenido de urea en la leche es un factor importante que determina el plan de nutrición y alimentación aplicado a los animales en las unidades productivas, en este estudio a pesar de que no se evaluó los planes de nutrición y alimentación de los animales relacionado con el contenido de urea en la leche puede presentarse como un desafío para determinar planes de nutrición de los animales bovinos en las unidades de producción, pues según (González & Vázquez, 2006) los niveles de urea en la leche expresan el estado nutricional de las vacas y si se maneja de manera equilibrada el nivel de contenido de urea en la leche está en límites adecuados ligado al porcentaje de proteína en la leche.

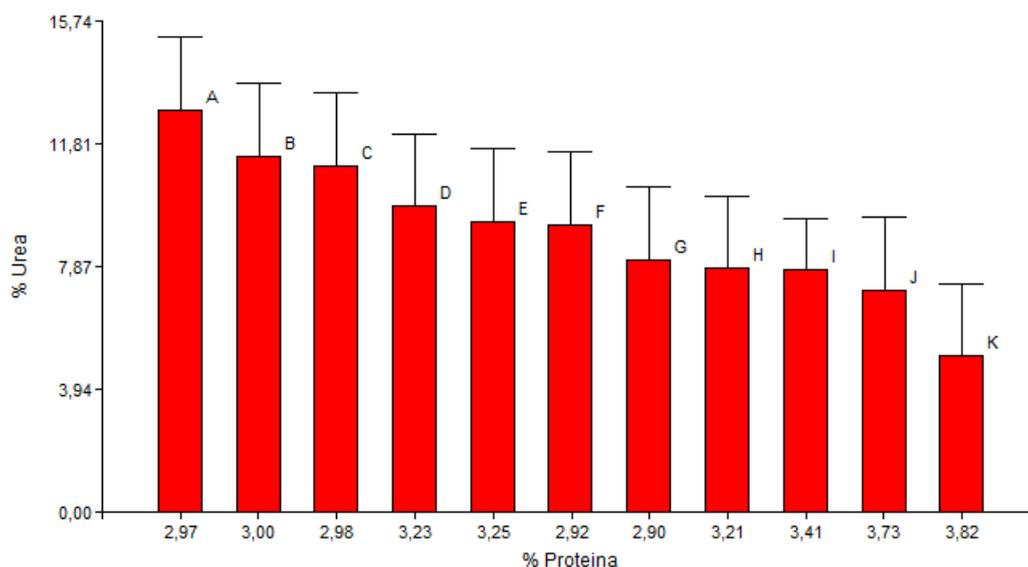


Figura 9. Relación porcentaje de proteína y urea en la leche del cantón Cayambe perteneciente al estrato que se maneja con <20ha.

Como se observa en la figura 9 los porcentajes de proteína en leche encontrados en el cantón Cayambe muestran el nivel de urea en leche con esta información se logra deducir el estado nutricional y el contenido en la dieta de

los bovinos de este cantón que manejan los pequeños productores de leche, ver anexo 6, estos resultados fueron interpretados según la tabla 11.

En el cantón Cayambe el 41,66% de los productores con <20ha manejan una dieta con carencia de energía esto quiere decir que la leche presenta valores de proteína menores a 3,2% con niveles de urea >300mg/l, el 50% de los productores con <20ha manejan una dieta con exceso de proteína lo que significa que la leche presenta valores de proteína mayores a 3,2% con niveles de urea >300mg/l y el 8,33% de los productores manejan una ración óptima de forraje en la dieta lo que significa que la leche presenta valores de proteína mayores a 3,2% con niveles de urea entre 150 y 300 mg/l.

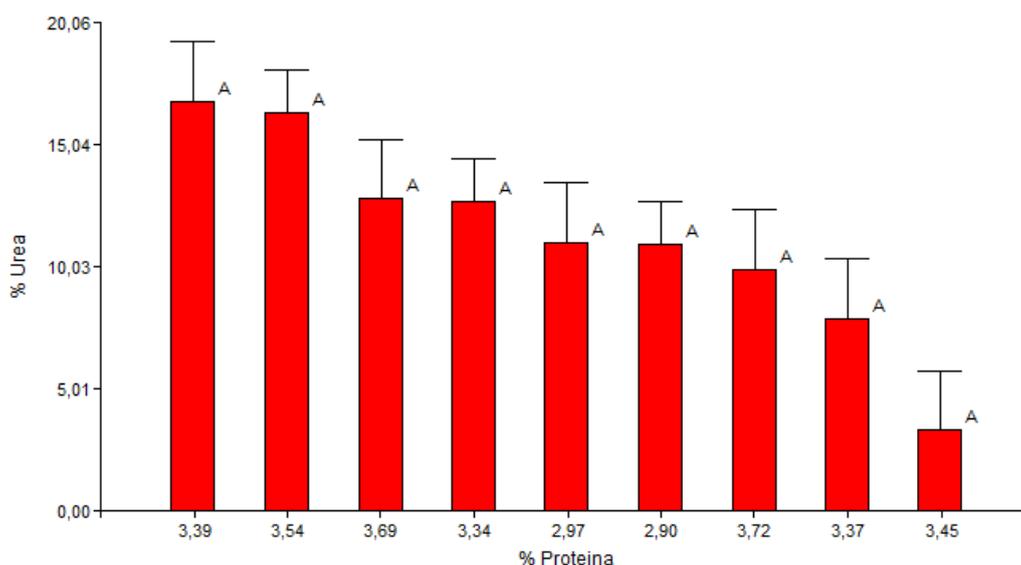


Figura 10. Relación porcentaje de proteína y urea en la leche del cantón Cayambe perteneciente al estrato que se maneja con >20ha.

Como se observa en la figura 10 los porcentajes de proteína en leche encontrados en el cantón Cayambe muestran el nivel de urea en leche con esta información se logra deducir el estado nutricional y el contenido en la dieta de los bovinos de este cantón que manejan los medianos y grandes productores de leche, ver anexo 7 estos resultados fueron interpretados según la tabla 11.

En el cantón Cayambe el 25% de los productores con >20ha manejan una dieta con carencia de energía esto quiere decir que la leche presenta valores de proteína menores a 3,2% con niveles de urea >300mg/l; el 66,66% de los productores con >20ha manejan una dieta con exceso de proteína lo que significa que la leche presenta valores de proteína mayores a 3,2% con niveles de urea >300mg/l y el 8,33% de los productores con >20ha manejan una ración óptima de forraje en la dieta lo que significa que la leche presenta valores de proteína mayores a 3,2% con niveles de urea entre 150 y 300 mg/l.

La variabilidad de los resultados en la dieta que manejan los productores se da debido a la deficiencia de conocimiento sobre nutrición animal y a la falta de un plan de nutrición equilibrado. Se atribuye a la falta de capacitación sobre el tema, escasos recursos tecnológicos y económicos. Pues solo el 8,33% de los productores manejan una ración óptima de forraje. Lo que significa que los productores desconocen sobre la importancia del equilibrio entre proteína y energía.

Según (González & Vázquez, 2006) para equilibrar una dieta bovina se deben tomar en cuenta múltiples factores que seguramente los productores de los cantones estudiados desconocen por la falta de información. Los principales momentos en los cuales se genera un desequilibrio en la dieta son: cuando existe un cambio en la dieta, cuando las vacas están en pastoreo, cuando se usa un nuevo forraje, cuando hay variabilidad en la humedad de los forrajes y granos suministrados (González & Vázquez, 2006), es precisamente en estas variables donde los productores de los cantones estudiados presentan deficiencias por los resultados encontrados.

4.1.2 Cantón Pedro Moncayo

4.1.2.1 Calidad Higiénica

Como se describe en la Tabla 23, no existen diferencias significativas en los factores pisos altitudinales (PA), tamaño de la UPA (TU) y la interacción entre PA*TU, pues el valor de p-valor es mayor a 0,05, con un coeficiente de variación de 14,15%.

Tabla 23.

Análisis de varianza para el conteo bacteriano total en muestras de leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Pedro Moncayo.

Conteo Bacteriano Total (ufc/ml)					
F.V	GI	SC	CM	p-valor	
Total	51	23,51			
PA	1	0,35	0,35	0,429	ns
TU	1	0,04	0,04	0,794	ns
PA*<i>TU</i>	1	0,17	0,17	0,583	ns
Repetición	12	2,97	0,25		
EE	36	19,98	0,55		
CV	14,15%				

Nota: F.V= Fuentes de variación; gi= grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM= Cuadrados medios; ns= no significativo; *significativo (<5%); **altamente significativo (<1%); PA= Piso Altitudinal; TU= Tamaño de la UPA; PA**TU*= Interacción entre Piso altitudinal y Tamaño de la UPA.

En la tabla 23 se observa que en el cantón Pedro Moncayo el resultado de ufc/ml en las muestras de leche no presenta diferencias significativas, lo que quiere decir que en este cantón los factores en estudio y su interacción tienen el mismo comportamiento o influyen de la misma manera en el conteo bacteriano total. Resultados que concuerdan con (Arias, Mader, & Escobar, 2008) quienes en un estudio de influencia de factores climáticos en la calidad de la leche demostraron que las condiciones climáticas y ubicación geográfica no influyen en la calidad higiénica de la misma, sino en la producción. Más bien el número de CBT refleja las buenas prácticas de ordeño independientemente del piso altitudinal y el tamaño de UPA en el que se encuentren.

En la figura 11 se muestra el comportamiento de las interacciones, el tratamiento 1 (T1) ubicado entre los 1801 a 3000 msnm con un tamaño de UPA <20ha, en el tratamiento 2 (T2) ubicado entre los 1801 a 3000 msnm con un tamaño de UPA >20ha, en el tratamiento 3 (T3) ubicado a más de 3001 msnm con un tamaño de UPA <20ha y en el tratamiento 4 (T4) ubicado a más de 3001 msnm con un tamaño de UPA >20ha con el número de CBT/ml, indicando que la leche del cantón Pedro Moncayo está dentro lo establecido en la norma

INEN 9:2012 de leche cruda que es de $1,5 \times 10^6$ ufc/ml y todos los tratamientos en este cantón presentan valores menores a este. Por lo tanto esta leche es apta para comercialización y consumo.

El aumento del conteo bacteriano total según (Cedeño, 2016) en las unidades productoras se da durante la rutina del ordeño cuando la leche está expuesta a los microorganismos del ambiente, manos del ordeñador, o pezoneras y los utensilios en contacto, por lo que los resultados obtenidos demuestran que en el cantón Pedro Moncayo en todos sus tratamientos se aplican buenas prácticas antes, durante y después del ordeño.

Se cumple con la higiene del personal, la limpieza de los utensilios, higiene de los animales, almacenamiento, un correcto transporte de leche, existe un control del medio ambiente y un buen manejo del método de ordeño pues según (Bonifaz & Requelme, 2011) son las actividades determinantes en el número de CBT en la leche.

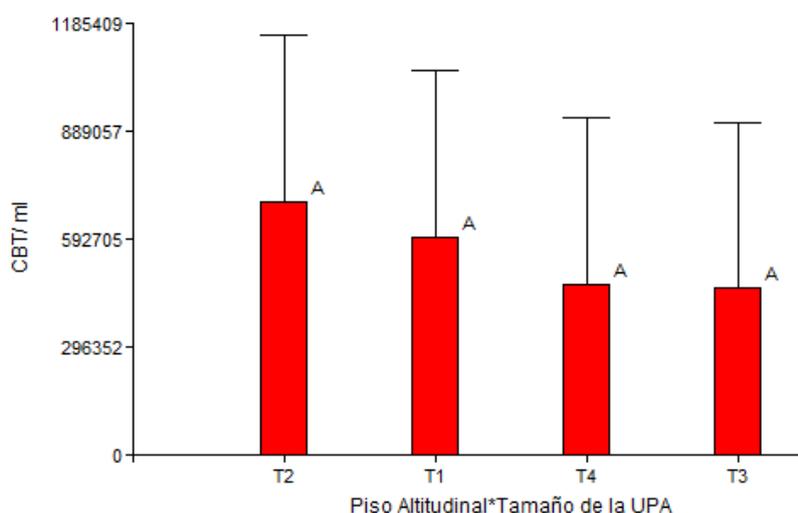


Figura 11. Número de UFC/ml presentes en las muestras de leche del cantón Pedro Moncayo.

- a) T1: Montano* <20 ha
- b) T2: Montano* >20 ha
- c) T3: Montano Ato* <20 ha
- d) T4: Montano Alto* >20ha

4.1.2.2 Calidad Sanitaria

Como se describe en la Tabla 24 no existen diferencias significativas en los factores pisos altitudinales (PA), tamaño de la UPA (TU) y sus tratamientos o interacción entre PA**TU*, pues el valor de p-valor es mayor a 0,05, con un coeficiente de variación de 7,38%.

Tabla 24.

Análisis de varianza para el conteo de células somáticas en muestras de leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Pedro Moncayo.

Conteo Células somáticas (CCS/ml)					
F.V	Gl	SC	CM	p-valor	
Total	51	8,15			
PA	1	0,28	0,28	0,208	ns
TU	1	0,13	0,13	0,387	ns
PA*<i>TU</i>	1	0,17	0,17	0,325	ns
Repetición	12	1,52	0,13		
EE	36	6,06	0,17		
CV	7,38%				

Nota: F.V= Fuentes de variación; gl= grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM= Cuadrados medios; ns= no significativo; *significativo (<5%); **altamente significativo (<1%); PA= Piso Altitudinal; TU= Tamaño de la UPA; PA**TU*= Interacción entre Piso altitudinal y Tamaño de la UPA.

Los resultados obtenidos muestran que en el cantón Pedro Moncayo no existieron diferencias significativas en los factores en estudio que son pisos altitudinales (PA) y tamaño de la UPA ni en sus interacciones, lo que nos lleva a deducir en que las unidades de producción el conteo de células somáticas es igual en todos los tratamientos. Resultado que se relaciona con un estudio realizado por (Mora, 2015) quien al analizar la relación entre pisos altitudinales y su relación en CCS determinó que no existen diferencias significativas, así como el tamaño de las unidades productoras y la cantidad de vacas en ordeño no afectan en la calidad sanitaria de la leche.

En la figura 12 se observa que en el tratamiento 1 (T1) ubicado entre los 1801 a 3000 msnm con un tamaño de UPA <20ha, en el tratamiento 2 (T2) ubicado entre los 1801 a 3000 msnm con un tamaño de UPA >20ha, en el tratamiento 3

(T3) ubicado a más de 3001 msnm con un tamaño de UPA <20ha y en el tratamiento 4 (T4) ubicado a más de 3001 msnm con un tamaño de UPA >20ha el conteo de células somáticas (CCS/ml) están dentro del límite máximo permitido por la norma INEN que es de 7×10^5 CCS/ml.

Con este resultado se afirma que la leche producida en el cantón Pedro Moncayo reúne las condiciones sanitarias para el consumo, resultados que concuerda con una investigación de (Bonifaz & Requelme, 2011) respecto a los límites de CCS/ml permitidos por la norma.

En relación a lo anterior se puede deducir que las unidades productivas del cantón Pedro Moncayo manejan un control sanitario adecuado en los hatos lecheros, pues según (Mariscal, Ibáñez, & Gutiérrez, 2013) consideran que el recuento de células somáticas altas se da debido a infecciones intramamarias, con presencia de mastitis, pero en este estudio se puede mencionar que en los tratamientos con mayor número de CCS/ml en leche puede significar que existen traumatismos leves en la ubre o que la muestra se haya tomado en la fase final de lactancia tal y como señala (De la Cruz, 2011).

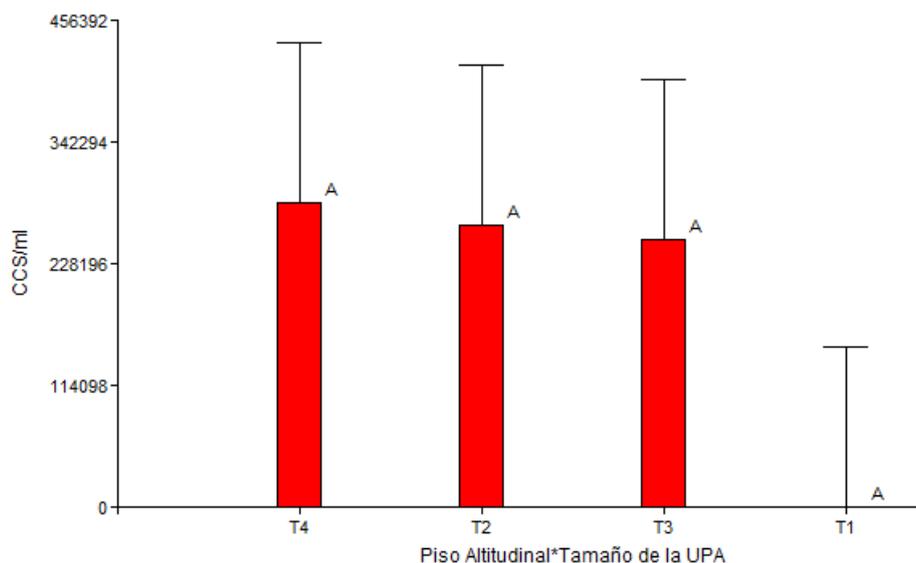


Figura 12. Número de CCS/ml en las muestras de leche del cantón Pedro Moncayo.

- a) T1: Montano* <20 ha
- b) T2: Montano* >20 ha

- c) T3: Montano Ato* <20 ha
d) T4: Montano Alto* >20ha

4.1.2.3 Relación porcentaje de proteína y urea en leche

En la tabla 25 y 26 se muestra que no existen diferencias significativas en el % de proteína y urea en las muestras de leche del cantón Pedro Moncayo, debido a que p-valor es mayor a 0,05 tanto en los factores en estudio como en sus interacciones.

Tabla 25.

Análisis de varianza para % de proteína en leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Pedro Moncayo.

% de Proteína					
F.V	GI	SC	CM	p-valor	
Total	51	4,26			
PA	1	0,2	0,2	0,128	ns
TU	1	0,63	0,63	0,341	ns
PA*TU	1	0,21	0,21	0,546	ns
Repetición	12	1,54	0,13		
EE	36	1,68	0,05		
CV	6,58%				

Nota: F.V= Fuentes de variación; gl= grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM= Cuadrados medios; ns= no significativo; *significativo (<5%); **altamente significativo (<1%); PA= Piso Altitudinal; TU= Tamaño de la UPA; PA*TU= Interacción entre Piso altitudinal y Tamaño de la UPA.

Tabla 26.

Análisis de varianza para % de urea en leche de dos tamaños de UPA (ha) y dos pisos altitudinales (msnm) en el cantón Pedro Moncayo.

% de Urea					
F.V	GI	SC	CM	p-valor	
Total	51	1379,51			
PA	1	60,09	60,09	0,166	ns
TU	1	7,62	7,62	0,617	ns
PA*TU	1	5,36	5,36	0,675	ns
Repetición	12	223,44	18,62		
EE	36	1083	30,08		
CV	15,52%				

Nota: F.V= Fuentes de variación; gl= grados de libertad; SC= Suma de cuadrados; CM= Cuadrados medios; ns= no significativo; *significativo (<5%); **altamente significativo (<1%);

PA= Piso Altitudinal; TU= Tamaño de la UPA; PA*TU= Interacción entre Piso altitudinal y Tamaño de la UPA.

Según los resultados descritos en las tablas 25 y 26 en el cantón Pedro Moncayo el porcentaje de urea y proteína no presenta diferencias estadísticas en los pisos altitudinales, en el tamaño de la UPA ni en sus interacciones. Con esto se deduce que a nivel cantonal se obtienen los mismos niveles de urea y proteína, a pesar de que el estudio se realizó en dos pisos altitudinales y tamaños de UPA diferentes, este resultado es similar al que se obtuvo en el cantón Cayambe, debido a que en los dos cantones las unidades productivas se ubican en los pisos altitudinales montano (1801 a 3000 msnm) y montano alto (>3001 msnm).

Un parámetro importante de la calidad de la leche es el porcentaje de proteína, en las figuras 13 y 14 se observa la relación entre el porcentaje de proteína y urea en las muestras de leche del cantón Pedro Moncayo. Se demuestra que la leche producida presenta un porcentaje de proteína mayor a 2,9% que es el mínimo requerido por la norma INEN 9:2012 para leche cruda. En el cantón Pedro Moncayo según con el estudio realizado por (Alvarez, 2015, págs. 42-43) demostró que se produce leche con un porcentaje de proteína entre 2,9%-3,2% independientemente de la época del año, piso altitudinal y tamaño de la UPA.

En las figuras 13 y 14 al igual que los resultados obtenidos en el cantón Cayambe determinan que no se puede establecer una relación directa entre niveles de proteína y urea en el cantón Pedro Moncayo, debido a la variabilidad de resultados.

Por lo que (Blanco & WingChing-Jones, 2016) señalan que para establecer una relación entre proteína y urea en la leche se requiere generar información propia de cada sistema de producción, condiciones de alimentación y nutrición, número de partos del animal, etapa productiva, pues así se manejen en el mismo cantón cada sistema es diferente. Por estas razones se explica la variabilidad de los resultados en Pedro Moncayo y como se explicó

anteriormente en el cantón Cayambe es probable que esto se deba a factores fisiológicos del animal tal y como señala (Correa, 2012).

Como se observa en las figuras 13 y 14 los porcentajes de proteína en leche encontrados en el cantón Pedro Moncayo muestran el nivel de urea en leche con esta información se logra deducir el estado nutricional y el contenido en la dieta de los bovinos de este cantón ver anexo 7 y 8, estos resultados fueron interpretados según la tabla 9.

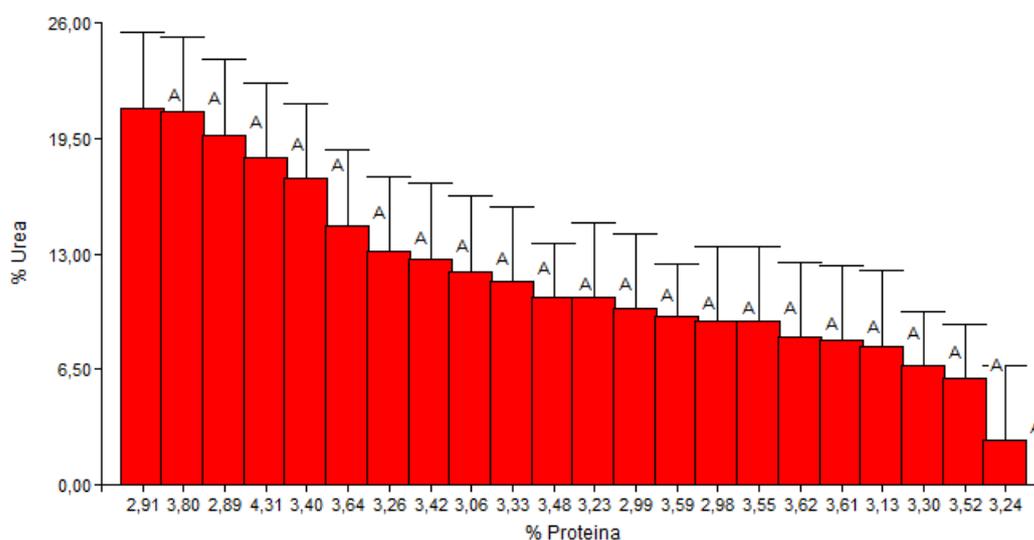


Figura 13. Relación porcentaje de proteína y urea en la leche del cantón Pedro Moncayo perteneciente al estrato que se maneja con <20ha.

La figura 13 indica que en el cantón Pedro Moncayo el 23,07% de los productores con <20ha manejan una dieta con carencia de energía esto quiere decir que la leche presenta valores de proteína menores a 3,2% con niveles de urea >300mg/l; el 61,54% de los productores con <20ha manejan una dieta con exceso de proteína esto significa que la leche presenta valores de proteína mayores a 3,2% con niveles de urea >300mg/l; el 7,69% de los productores con <20ha manejan una dieta con exceso de energía esto significa que la leche presenta valores de proteína mayores a 3,2% con niveles de urea <150mg/l y el 7,69% de los productores con <20ha manejan una ración óptima de forraje esto

significa que la leche presenta valores de proteína mayores a 3,2% con niveles de urea entre 150 y 300mg/l.

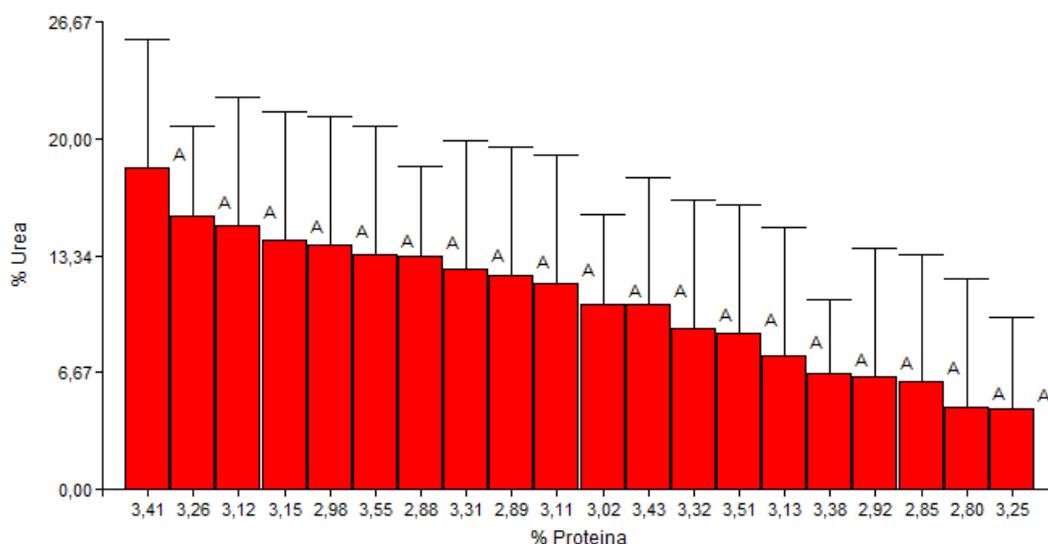


Figura 14. Relación porcentaje de proteína y urea en la leche del cantón Pedro Moncayo perteneciente al estrato que se maneja con >20ha.

Como indica la figura 14 en el cantón Pedro Moncayo el 42,31% de los productores con >20ha manejan una dieta con carencia de energía esto quiere decir que la leche presenta valores de proteína menores a 3,2% con niveles de urea >300mg/l; el 42,31% de los productores con >20ha manejan una dieta con exceso de proteína esto significa que la leche presenta valores de proteína mayores a 3,2% con niveles de urea >300mg/l; el 7,69% de los productores con >20ha manejan una dieta con exceso de energía esto significa que la leche presenta valores de proteína mayores a 3,2% con niveles de urea <150mg/l; el 3,85% de los productores con >20ha manejan una ración óptima de forraje esto significa que la leche presenta valores de proteína mayores a 3,2% con niveles de urea entre 150 y 300mg/l y el 3,85% de los productores con >20ha manejan una dieta con carencia de forraje esto significa que la leche presenta valores de proteína menores a 3,2% con niveles de urea entre 150 y 300mg/l.

4.2 Correlaciones de las actividades en la rutina del ordeño con la calidad higiénico sanitaria de la leche.

Las actividades de la rutina del ordeño en las unidades productivas de los dos cantones fueron sometidas a un análisis de correlación con los resultados de laboratorio de las muestras de leche. Con el fin de establecer las correlaciones positivas directas y negativas indirectas, existentes entre estas variables.

4.2.1 Cantón Cayambe

4.2.1.1 Calidad Sanitaria

El análisis de las correlaciones realizadas entre los 72 check list de las unidades productivas del cantón Cayambe y el resultado de CCS de las muestras de leche se describen en la siguiente tabla.

Tabla 27.

Correlación de las actividades en la rutina del ordeño con la calidad sanitaria (CCS) de las muestras de leche del cantón Cayambe.

	Coeficiente de correlación de Spearman		
	Resultado CCS		
	Coeficiente de correlación	Sig. (bilateral)	N
Resultado CCS	1,000		72
Las personas que trabajan en la UPA conocen el método del CMT para detectar Mastitis y realiza su tratamiento.	,003 ^{ns}	,982	72
El ordeño se realiza en horas regulares para crear un hábito en los animales.	--	--	72
Hace CMT por lo menos cada mes o cada vez que requiere un correcto manejo sanitario en mastitis	,145 ^{ns}	,226	72
Realiza registro de vacas con secado mediante antibiótico específico y controla calendarios de preñes	,039 ^{ns}	,745	72
Cuida del periodo de retiro de leche de acuerdo al antibiótico utilizado	-,003 ^{ns}	,982	72
Durante el ordeño hay una persona para sujetar las vacas y otra para ordeñar	,134 ^{ns}	,263	72
Usa toalla o papel específico para secar la ubre e individuales para cada vaca.	-,040 ^{ns}	,738	72

El ordeño se mantiene en un ambiente tranquilo para las vacas, hay buen trato a los animales.	-,023 ^{ns}	,845	72
El tipo de ordeño es a mano llena (correcto método de ordeño) evitando causar dolor al momento del ordeño, hay un orden preestablecido	-,143 ^{ns}	,230	72
Se realiza ordeños completos de leche postrera.	-,143 ^{ns}	,230	72
Tiene medidas preventivas para evitar mastitis subclínica	-,023 ^{ns}	,850	72
Considera al ordeño a fondo como medida de control de mastitis	-,083 ^{ns}	,490	72
Considera que la mastitis subclínica es infecciosa y pasa de vaca en vaca en las manos del ordeñador	-,008 ^{ns}	,947	72
Desinfecta las manos del ordeñador para control de mastitis	,023 ^{ns}	,845	72
Tiene un orden de ordeño según el CMT	,003 ^{ns}	,977	72
Realiza sellado de la ubre luego del ordeño (SELLADO).	-,035 ^{ns}	,770	72
Conoce sobre la mastitis subclínica	-,066 ^{ns}	,580	72
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			
* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).			

El análisis de las correlaciones de Spearman que se muestran en la tabla 27 muestra que no se obtuvo significancia al 1% ni al 5% entre las actividades del ordeño con la calidad sanitaria de la leche. Pero se observa que ciertas actividades presentan un mayor índice de correlación, como:

- Hace California Mastitis Test (CMT), el cual sirve para la detección de mastitis en leche, por lo menos cada mes o cada vez que requiere un correcto manejo sanitario en mastitis.
- Durante el ordeño hay una persona para sujetar las vacas y otra para ordeñar.
- El tipo de ordeño es a mano llena (correcto método de ordeño) evitando causar dolor al momento del ordeño, hay un orden preestablecido.
- Se realiza ordeños completos de leche postrera.

A pesar de que el análisis muestra que no existe significancia, el número de CCS/ml de leche tiene una estrecha relación con el estado sanitario de las

vacas, especialmente con el tipo de control de mastitis que se lleve en la finca. Si bien las 4 actividades descritas anteriormente son las que presentaron mayor índice de correlación, (Cedeño, 2016) sugiere que todas las actividades descritas en la tabla 23 influyen en algún grado en la calidad sanitaria de la leche. Especialmente las que están directamente relacionadas con la sanidad de la ubre de la vaca.

También existen actividades dentro de la rutina del ordeño que presentan correlaciones con un índice muy bajo $<1\%$, en relación a la calidad sanitaria de la leche, las cuales son:

- Las personas que trabajan en la UPA conocen el método del CMT para detectar Mastitis y realiza su tratamiento.
- Cuida del periodo de retiro de leche de acuerdo al antibiótico utilizado.
- Considera que la mastitis subclínica es infecciosa y pasa de vaca en vaca en las manos del ordeñador.
- Tiene un orden de ordeño según el CMT.

Según los resultados estas son las actividades en la rutina del ordeño que menos significancia presentan en la calidad sanitaria de la leche. Sin embargo, como se mencionó anteriormente (Cedeño, 2016) menciona que se deben tomar en cuenta con igual importancia a todas las actividades en la rutina del ordeño. Especialmente en temas de capacitación del personal en cuanto a un buen manejo del control de mastitis.

Complementando los resultados, en el cantón Cayambe la calidad sanitaria de la leche está dentro de los parámetros establecidos por la norma INEN 9:2012, por lo que los resultados de las correlaciones entre las actividades de la rutina del ordeño con el número de CCS/ml en leche en este cantón, no mostraron significancia.

4.2.1.2 Calidad Higiénica

El análisis de la correlación de Spearman de las actividades de la rutina del ordeño en cuanto a la calidad higiénica de la leche en el cantón Cayambe se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 28.

Correlación de las actividades en la rutina del ordeño con la calidad higiénica (CBT) de las muestras de leche del cantón Cayambe.

	Coeficiente de correlación de Spearman		
	Resultado CBT		N
Resultado CBT	Coeficiente de correlación	Sig. (bilateral)	
Existente 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.	,071 ^{ns}	,551	72
Se realiza algún tipo de tratamiento adicional para mejorar la calidad del agua.	,031 ^{ns}	,793	72
El ordeño se realiza en un sitio cómodo para los animales y las personas, cuenta con una cubierta.	-,048 ^{ns}	,687	72
El ordeño se realiza en horas regulares para crear un hábito en los animales.	--	--	72
Alimenta a los terneros con leche en baldes	--	--	72
El área de ordeño está siempre limpia	,206 ^{ns}	,083	72
Las personas encargadas del ordeño cuidan su limpieza personal (manos limpias, uñas cortas, etc)	-,031 ^{ns}	,793	72
Las personas encargadas del ordeño llevan ropa limpia y específica para el trabajo a realizar.	,010 ^{ns}	,936	72
Cuenta con materiales de limpieza y desinfección para el ordeño	,004 ^{ns}	,974	72
Los materiales son de uso exclusivo para el ordeño	-,041 ^{ns}	,733	72
Durante el ordeño hay una persona para sujetar las vacas y otra para ordeñar	-,026 ^{ns}	,828	72
La persona que ordeña realiza la limpieza de sus manos con agua y jabón.	,004 ^{ns}	,973	72
Lava pezones o las ubres en caso de necesidad con agua limpia y las seca antes de ordeñar.	-,248 [*]	,035	72
Lava sus manos durante el ordeño luego de cada contaminación	-,270 [*]	,022	72
Desinfecta los pezones con un producto específico para esto (PRESELLADO).	-,083 ^{ns}	,489	72
Descarta los primeros chorros de leche.	-,130 ^{ns}	,277	72
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.	-,032 ^{ns}	,789	72
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)	-,032 ^{ns}	,789	72

El equipo opera con una presión de vacío entre 40 y 48 PSI, se evita el sobreordeño, se retiran pezoneras cortando el vacío.	,009 ^{ns}	,940	72
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.	-,024 ^{ns}	,839	72
Durante el ordeño manual, se evita la presencia de otros animales domésticos que puedan contaminar la leche y/o causar algún accidente.	-,029 ^{ns}	,809	72
Lava sus tanques y balde de ordeño a fondo			72
Deja sus tanques de leche boca abajo, no en contacto con el suelo, para que escurran desde el día anterior	,033 ^{ns}	,784	72
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	-,032 ^{ns}	,789	72
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	,009 ^{ns}	,940	72
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.	-,032 ^{ns}	,789	72
Usa filtros para cernir la leche son desechables o permiten una correcta limpieza y desinfección.	,052 ^{ns}	,667	72
Inmediatamente después del ordeño, la leche se enfría a 4° en menos de 2 horas.	-,118 ^{ns}	,322	72
El predio cuenta con un local aislado y equipo de enfriamiento para el almacenamiento de la leche.	-,098 ^{ns}	,413	72
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).			
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

El análisis de las correlaciones de Spearman que se muestran en la tabla 28 muestra que se obtuvo una correlación significativa al 5% entre las actividades del ordeño con la calidad higiénica de la leche, siendo las siguientes:

- Lava pezones o las ubres en caso de necesidad con agua limpia y las seca antes de ordeñar.
- Lava sus manos durante el ordeño luego de cada contaminación.

Los resultados muestran que estas dos actividades tienen una mayor correlación con la calidad higiénica de la leche, resultado que concuerda con (Bonifaz & Requelme, Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el Ecuador, 2011) quienes en su estudio demostraron que estas son las principales actividades con mayor incidencia en el número de CBT/ml en leche, pues los pezones están expuestas a contaminación externa por heces, tierra y otras partículas y es indispensable realizar una correcta limpieza del

mismo antes del ordeño. Además (Juárez & Moscoso, 2011) citan que todas las actividades antes, durante y después del ordeño son determinantes en la calidad higiénica de la leche.

Por otro lado se obtuvieron actividades con un índice de correlación bajo <1% en relación a la calidad higiénica de la leche, están son:

- Cuenta con materiales de limpieza y desinfección para el ordeño.
- La persona que ordeña realiza la limpieza de sus manos con agua y jabón.
- El equipo opera con una presión de vacío entre 40 y 48 PSI, se evita el sobre ordeño, se retiran pezoneras cortando el vacío.
- 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.

Según los resultados del análisis estas son actividades que no tienen significancia alguna en el número de CBT/ml en leche, pero según (Navarrete, 2017) en su estudio presentó que estas actividades son importantes en la rutina del ordeño, especialmente aquellas actividades de capacitación sobre higiene del ordeñador como de los pezones de la vaca, limpieza de utensilios, uso correcto de filtros y que la temperatura de almacenamiento de leche debe ser de 4°C, demostró que aplicando estas actividades se puede reducir el conteo bacteriano total en leche.

4.2.2 Cantón Pedro Moncayo

4.2.2.1 Calidad Sanitaria

El análisis de las correlaciones realizadas entre los 68 check list de las unidades productivas del cantón Pedro Moncayo y el resultado de CCS de las muestras de leche se describen en la siguiente tabla.

Tabla 29.

Correlación de las actividades en la rutina del ordeño con la calidad sanitaria (CCS) de las muestras de leche del cantón Pedro Moncayo.

	Rho de Spearman		
	Resultado CCS		
	Coeficiente de correlación	Sig. (bilateral)	N
Resultado CCS	1,000		68
El ordeño se realiza en horas regulares para crear un hábito en los animales.	--	--	68
Las personas que trabajan en la UPA conocen el método del CMT para detectar Mastitis y realiza su tratamiento.	-,075 ^{ns}	,544	68
Hace CMT por lo menos cada mes o cada vez que requiere un correcto manejo sanitario en mastitis	-,090 ^{ns}	,464	68
Realiza registro de vacas con secado mediante antibiótico específico y controla calendarios de preñes	-,101 ^{ns}	,412	68
Cuida del periodo de retiro de leche de acuerdo al antibiótico utilizado	-,077 ^{ns}	,534	68
Durante el ordeño hay una persona para sujetar las vacas y otra para ordeñar	-,018 ^{ns}	,885	68
Usa toalla o papel específico para secar la ubre e individuales para cada vaca.	,070 ^{ns}	,570	68
El ordeño se mantiene en un ambiente tranquilo para las vacas, hay buen trato a los animales.	,086 ^{ns}	,483	68
El tipo de ordeño es a mano llena (correcto método de ordeño) evitando causar dolor al momento del ordeño, hay un orden preestablecido	,057 ^{ns}	,642	68
Se realiza ordeños completos de leche postrera.	,063 ^{ns}	,607	68
Tiene medidas preventivas para evitar mastitis subclínica	-,077 ^{ns}	,531	68
Considera al ordeño a fondo como medida de control de mastitis	-,059 ^{ns}	,632	68
Considera que la mastitis subclínica es infecciosa y pasa de vaca en vaca en las manos del ordeñador	-,132 ^{ns}	,283	68
Desinfecta las manos del ordeñador para control de mastitis	-,154 ^{ns}	,209	68
Tiene un orden de ordeño según el CMT	-,179 ^{ns}	,144	68
Realiza sellado de la ubre luego del ordeño (SELLADO).	-,008 ^{ns}	,946	68
Conoce sobre la mastitis subclínica	-,175 ^{ns}	,154	68

****. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).**

***. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).**

El análisis de las correlaciones de Spearman que se muestran en la tabla 29 muestra que no se obtuvo significancia al 1% ni al 5% entre las actividades del ordeño con la calidad sanitaria de la leche. Pero se observa que ciertas actividades presentan un mayor índice de correlación, como:

- Considera que la mastitis subclínica es infecciosa y pasa de vaca en vaca en las manos del ordeñador.
- Desinfecta las manos del ordeñador para control de mastitis.
- Conoce sobre la mastitis subclínica.

Las actividades con mayor índice de correlación encontradas en este cantón concuerdan con los resultados del cantón Cayambe y según (Valladares, 2016) deduce que la capacitación del personal en cuanto a temas de control de mastitis son determinantes para disminuir el conteo de células somáticas en leche, de la misma forma (Mora, 2015) describe que la incidencia de mastitis en las vacas incrementa por contagio a causa del ordeñador y el desconocimiento del personal.

También existe una actividad dentro de la rutina del ordeño que presenta un índice de correlación muy bajo <1%, en relación a la calidad sanitaria de la leche, la cual es:

- Realiza sellado de la ubre luego del ordeño (SELLADO).

Esta actividad a pesar de no presentar un índice de correlación significativo, según (Bonifaz & Requelme, 2011) en un estudio deducen que esta es una de las actividades que influyen directamente en el conteo de células somáticas en leche, y que la realización del sellado garantiza un control de mastitis.

4.2.2.2 Calidad Higiénica

El análisis de la correlación de Spearman de las actividades de la rutina del ordeño en cuanto a la calidad higiénica de la leche en el cantón Pedro Moncayo se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 30.

Correlación de las actividades en la rutina del ordeño con la calidad higiénica (CBT) de las muestras de leche del cantón Pedro Moncayo.

	Rho de Spearman
	Resultado CBT

	Coeficiente de correlación	Sig. (bilateral)	N
Resultado CBT	1,000		68
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.	--	--	68
Se realiza algún tipo de tratamiento adicional para mejorar la calidad del agua.	,053 ^{ns}	,668	68
El ordeño se realiza en un sitio cómodo para los animales y las personas, cuenta con una cubierta.	,232 ^{ns}	,056	68
El ordeño se realiza en horas regulares para crear un hábito en los animales.	--	--	68
Alimenta a los terneros con leche en baldes	,036 ^{ns}	,770	68
El área de ordeño está siempre limpia	-,073 ^{ns}	,556	68
Las personas encargadas del ordeño cuidan su limpieza personal (manos limpias, uñas cortas, etc)	-,158 ^{ns}	,198	68
Las personas encargadas del ordeño llevan ropa limpia y específica para el trabajo a realizar.	-,006 ^{ns}	,964	68
Cuenta con materiales de limpieza y desinfección para el ordeño	,102 ^{ns}	,406	68
Los materiales son de uso exclusivo para el ordeño	,075 ^{ns}	,541	68
Durante el ordeño hay una persona para sujetar las vacas y otra para ordeñar	-,028 ^{ns}	,818	68
La persona que ordeña realiza la limpieza de sus manos con agua y jabón.	,105 ^{ns}	,395	68
Lava pezones o las ubres en caso de necesidad con agua limpia y las seca antes de ordeñar.	-,016 ^{ns}	,895	68
Lava sus manos durante el ordeño luego de cada contaminación	-,161 ^{ns}	,190	68
Desinfecta los pezones con un producto específico para esto (PRESELLADO).	-,256 ^{ns}	,035	68
Descarta los primeros chorros de leche.	-,090 ^{ns}	,465	68
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.	-,023 ^{ns}	,853	68
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)	-,092 ^{ns}	,454	68
El equipo opera con una presión de vacío entre 40 y 48 PSI, se evita el sobreordeño, se retiran pezoneras cortando el vacío.	-,039 ^{ns}	,753	68
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.	,119 ^{ns}	,335	68
Durante el ordeño manual, se evita la presencia de otros animales domésticos que puedan contaminar la leche y/o causar algún accidente.	-,080 ^{ns}	,517	68
Lava sus tanques y balde de ordeño a fondo	,166 ^{ns}	,176	68
Deja sus tanques de leche boca abajo, no en contacto con el suelo, para que escurran desde el día anterior	,197 ^{ns}	,108	68

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	-,120 ^{ns}	,328	68
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	-,122 ^{ns}	,322	68
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.	-,098 ^{ns}	,426	68
Usa filtros para cernir la leche son desechables o permiten una correcta limpieza y desinfección.	-,119 ^{ns}	,333	68
Inmediatamente después del ordeño, la leche se enfría a 4° en menos de 2 horas.	,113 ^{ns}	,357	68
El predio cuenta con un local aislado y equipo de enfriamiento para el almacenamiento de la leche.	-,020 ^{ns}	,870	68
* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).			
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

El análisis de las correlaciones de Spearman que se muestran en la tabla 30 muestra que se obtuvo una correlación significativa al 5% entre las actividades del ordeño con la calidad higiénica de la leche, siendo las siguientes:

- Desinfecta los pezones con un producto específico para esto (PRESELLADO).

Este resultado se explica con un estudio de (Cedeño, 2016) quien mostró que la desinfección con yodo al 5% de los pezones antes del ordeño es una práctica determinante en el número de CBT/ml en leche, pues los pezones están expuestas a contaminación externa por heces, tierra y otras partículas y es indispensable realizar una correcta limpieza del mismo antes del ordeño.

Sin embargo, se obtuvo que algunas actividades como se detallan a continuación presentaron un mayor índice de correlación en cuanto a la calidad higiénica de la leche:

- Las personas encargadas del ordeño cuidan su limpieza personal (manos limpias, uñas cortas, etc).
- Lava sus manos durante el ordeño luego de cada contaminación.
- Lava sus tanques y balde de ordeño a fondo.

- Deja sus tanques de leche boca abajo, no en contacto con el suelo, para que escurran desde el día anterior.

Tal y como se describió anteriormente todas las actividades correspondientes a las buenas prácticas de ordeño influyen en el número de CBT/ml de leche, sin embargo tras los resultados obtenidos se asume que específicamente las que tienen mayor relación son las relacionadas a la higiene y limpieza del personal, limpieza y buen manejo de utensilios, resultados que concuerdan con un estudio realizado por (Navarrete, 2017) quien presentó las mismas actividades como mayores influyentes en la calidad higiénica de la leche.

Anexo a estos resultados se obtuvo una actividad con un índice de correlación bajo <1% en relación a la calidad higiénica de la leche, esta es:

- Las personas encargadas del ordeño llevan ropa limpia y específica para el trabajo a realizar.

Según los resultados del análisis esta actividades no tienen significancia alguna en el número de CBT/ml en leche, pero según (Navarrete, 2017) en su estudio indica que esta actividad es considerada como contaminante externo de la leche pues puede incrementar el número de CBT, produciendo leche no apta para consumo humano.

4.3 Centros de Acopio

El análisis de la calidad higiénica de la leche en los centros de acopio de los dos cantones se realizó mediante estadística descriptiva como se indicó en la metodología del estudio.

4.3.1 Cantón Cayambe

Como se detalla en la tabla 31 las muestras de leche tomadas en los centros de acopio del cantón Cayambe presentaron un conteo bacteriano total (CBT) promedio de $3,5 \times 10^6$ UFC/ml con una variabilidad de $5,9 \times 10^6$ UFC/ml. El valor mínimo de ufc/ml en leche que se encontró en los centros de acopio de acopio

fue de $2,08 \times 10^5$ UFC/ml lo que muestra que la leche en ese centro de Acopio es apta para consumo humano, sin embargo dentro de este mismo cantón se encuentra que el máximo valor es de $2,12 \times 10^7$ UFC/ml en leche superando los límites máximos establecidos en la norma INEN 9:2012 de leche cruda que es de $1,5 \times 10^6$ UFC/ml.

Esto quiere decir que los centros de acopio no manejan Buenas Prácticas de Manufactura y no cumplen con los requerimientos para el establecimiento de centros de acopio descritos en el manual de Agrocalidad (Agrocalidad, 2013), estas malas condiciones existentes en los centros de acopio repercute en la calidad higiénica de la leche ocasionando que esta no sea apta para consumo humano.

Tabla 31.

Índice descriptivo de la calidad higiénica (CBT) de las muestras de leche de los centros de Acopio del cantón Cayambe.

Resultado CBT en centros de acopio del cantón Cayambe	
Media	3569264,619
Error típico	1296025,895
Mediana	934956
Desviación estándar	5939136,768
Coefficiente de asimetría	2,436807402
Rango	21030647
Mínimo	208692
Máximo	21239339
Cuenta	21
Nivel de confianza (95,0%)	2703462,644

Tomando en cuenta las Buenas Prácticas de Manufactura para manipulación de leche que deben cumplir los centros de acopio se obtuvieron los resultados detallados en la figura 15.

Calidad Higiénica según Fundación Alpina
 Crítico (>1500000 ufc/ml)
 Alerta (300000-1500000 ufc/ml)
 BPM(<300000 ufc/ml)

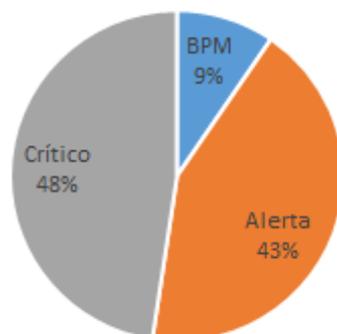


Figura 15. Manejo de BPM de centros de Acopio del cantón Cayambe en cuanto a la calidad higiénica.

Como se observa en la figura 15, 19 de los 21 centros de acopio muestreados en el cantón Cayambe presentan un estado crítico y en alerta en cuanto a la calidad higiénica de la leche y que solo dos de los CA muestreados están dentro de los parámetros de buenas prácticas de manufactura.

Interpretando la figura 15 más del 85% de los centros de acopio no cumplen con las especificaciones descritas en Agrocalidad para centros de Acopio (Agrocalidad, 2013). Resultado que concuerda con un estudio realizado por (Valladares, 2016), quien muestra que la deficiencia de capacitación y conocimiento en cuanto a la implementación de un centro de acopio en condiciones aptas para acopiar, almacenar y transportar leche con calidad higiénica es deficiente especialmente en los centros de acopio que se manejan de forma artesanal que se manejan con menos de 1000L/ día.

4.3.2 Cantón Pedro Moncayo

Como se detalla en la tabla 32 las muestras de leche tomadas en los centros de acopio del cantón Pedro Moncayo presentaron un conteo bacteriano total (CBT) promedio de $1,11 \times 10^7$ ufc/ml con una variabilidad de $1,52 \times 10^7$ ufc/ml. El

valor mínimo de ufc/ml en leche que se encontró en los centros de acopio de acopio fue de $3,19 \times 10^5$ ufc/ml lo que muestra que la leche en ese centro de Acopio es apta para consumo humano, sin embargo dentro de este mismo cantón se encuentra que el máximo valor es de $2,19 \times 10^7$ ufc/ml en leche superando los límites máximos establecidos en la norma INEN 9:2012 de leche cruda que es de $1,5 \times 10^6$ ufc/ml.

Tabla 32.

Índice descriptivo de la calidad higiénica (CBT) de las muestras de leche de los centros de Acopio del cantón Pedro Moncayo.

Resultado CBT en centros de Acopio del cantón Pedro Moncayo	
Media	11128257
Error típico	10808764
Mediana	11128257
Desviación estándar	15285900,64
Rango	21617528
Mínimo	319493
Máximo	21937021
Cuenta	2
Nivel de confianza (95,0%)	137338368,3

Referente al párrafo anterior los centros de acopio no manejan buenas prácticas de manufactura, ocasionando que esta leche no sea apta para consumo humano, pues como se observa en la figura 16, los dos centros de acopio muestreados en el cantón Pedro Moncayo se encuentran en estado crítico y alerta en cuanto a la calidad higiénica de la leche y que ninguno cumple con buenas prácticas de manufactura que garanticen la calidad de leche que se acopia, vende y transporta en este cantón.

Calidad Higiénica según Fundación Alpina
Crítico (>1500000 ufc/ml)
Alerta (300000-1500000 ufc/ml)
BPM(<300000 ufc/ml)

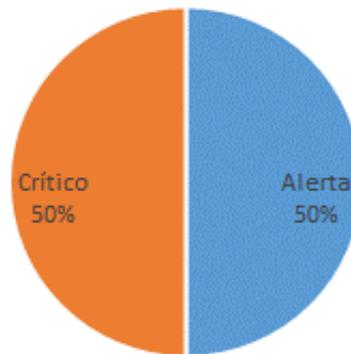


Figura 16. Clasificación de centros de Acopio del cantón Pedro Moncayo en cuanto a la calidad higiénica que se presenta.

Interpretando la figura 16 el 100% de los centros de acopio no cumplen con las especificaciones descritas en Agrocalidad para centros de Acopio. Resultado que concuerda con un estudio realizado por Aimacaña quien muestra que uno de los principales eslabones de la cadena láctea son los centros de acopio y que en estos se puede ocasionar un incremento de CBT en leche si no se manejan buenas prácticas de manufactura y almacenamiento de leche, deduce que los centros de acopio son puntos críticos de control de la leche que está destinada a comercialización y consumo. Por lo que sugiere una capacitación a cada uno de los eslabones claves que determinan la calidad de la leche.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones de manejo del estudio se llegaron a las siguientes conclusiones:

5.1 Conclusiones

Cantón Cayambe:

Los tratamientos 3 y 4 correspondientes a los productores ubicados en el piso altitudinal montano alto con superficies <20ha y >20ha la leche presentó un conteo bacteriano total (CBT) mayor a $1,8 \times 10^6$ ufc/ml sobrepasando los parámetros establecidos en la norma INEN 9:2012 que es de $1,5 \times 10^6$ ufc/ml. Mientras que en los tratamientos 1 y 2 correspondientes a los productores ubicados en el piso altitudinal montano la leche presentó un conteo bacteriano (CBT) por debajo del valor límite de la norma, en superficies <20 y >20ha.

La calidad sanitaria de la leche sobre el conteo de células somáticas (CCS) en los 4 tratamientos está dentro de los parámetros establecidos por la norma que es de 7×10^5 ccs/ml.

El contenido de proteína de la leche del cantón Cayambe está dentro de los requerimientos de la norma que es de >2,9% de proteína, no se encontró una relación directa entre los porcentajes de proteína con los niveles de urea en la leche, se encontró variabilidad de resultados al comparar el contenido de urea en leche en ambos pisos altitudinales y en los estratos estudiados.

No se obtuvieron correlaciones significativas entre las actividades de la rutina del ordeño con la calidad sanitaria de la leche, pero ciertas actividades referentes al control de la mastitis y pruebas de CMT presentaron un mayor índice de correlación, en la calidad higiénica se determinó dos actividades con una correlación significativa al 5% como: lava pezones o las ubres en caso de necesidad con agua limpia y las seca antes de ordeñar y lava sus manos durante el ordeño luego de cada contaminación.

Centros de Acopio

El 90,48% de los centros de acopio, presentaron niveles de CBT que sobrepasan los límites establecidos por la norma INEN 9 para leche cruda ($1,5 \times 10^6$ ufc/ml.)

Cantón Pedro Moncayo:

Los 4 tratamientos estudiados presentan el número de CBT/ml en leche dentro de los parámetros establecidos por la norma en INEN para leche cruda, por lo cual la leche es apta para comercialización y consumo. En cuanto a la calidad sanitaria de la leche se determinó que los 4 tratamientos están dentro de los requerimientos permitidos por la norma INEN 9 (7×10^5 CCS/ml).

El porcentaje de proteína en la leche alcanzó niveles de proteína mayor o igual a 2,9% valor requerido por la norma, no se encontró una relación directa entre los porcentajes de proteína con los niveles de urea en la leche, se encontró variabilidad de resultados al comparar el contenido de urea en leche en ambos pisos altitudinales y en los estratos estudiados.

No se obtuvieron correlaciones significativas entre las actividades de la rutina del ordeño con la calidad sanitaria de la leche, pero ciertas actividades referentes al control y conocimiento sobre la mastitis subclínica presentaron un mayor índice de correlación. Entre las actividades de la rutina del ordeño que inciden en la calidad higiénica de la leche, se determinó una correlación significativa al 5% en la desinfección de los pezones con un producto específico (pre sellado).

Centros de Acopio

El 100% de los centros de acopio muestreados presentan niveles de CBT por encima de los límites requeridos por la norma INEN 9, lo que quiere decir que la leche producida en este cantón no cumple con los requerimientos higiénicos establecidos.

5.2 Recomendaciones

Debido a las deficiencias en las prácticas de higiene y sanidad en la rutina del ordeño por parte de los productores las entidades públicas de control de la inocuidad de los alimentos como Agrocalidad y ARCOSA deben establecer estrategias para capacitar a los productores lecheros, a fin de mejorar la calidad de la leche.

Mayor control en los Centros de Acopio de leche por parte de las entidades reguladoras como ARCOSA y el Ministerio de Salud Pública para que se cumplan con los requerimientos establecidos para Buenas Prácticas de Manufactura, principalmente en infraestructura, análisis de laboratorio de leche y cadena de frío, a fin de garantizar la inocuidad de la leche destinada para consumo.

Entidades públicas y privadas como la academia, gobiernos provinciales e investigadores deben generar investigaciones específicas acerca de los factores fisiológicos, nutricionales y genéticos de los bovinos lecheros de la provincia que influyen en los niveles de proteína presentes en leche, con el propósito de generar información útil para los productores lecheros.

La academia, los gobiernos provinciales y parroquiales deben investigar de manera independiente los sistemas de gestión de las unidades productoras de leche respecto al contenido de urea en la leche, como indicador del estado nutricional de los bovinos, y extender un plan de nutrición óptimo para cada finca o sistema de producción evitando que los productores generen un gasto innecesario en la nutrición de las vacas.

Apoyo continuo a la gestión en el control de calidad de la leche por parte de entidades público/ privadas en toda la cadena del sector lácteo, para priorizar precios y pagos por calidad higiénica y composicional de la misma.

REFERENCIAS

- Agrocalidad. (2013). Manual de procedimientos para la vigilancia y control de la inocuidad de leche cruda. Recuperado el 16 de mayo de 2018, de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Manual-de-Leche-DAJ-2013461-0201.0213.pdf>
- Aimacaña, E. O. (2014). Estructuración de un modelo de encadenamiento productivo para la producción y comercialización de los productos derivados de la leche en la provincia de Pichincha, cantón Mejía. Recuperado el 28 de abril de 2018, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7074/1/UPS-ST001236.pdf>
- Alvarez, C. (2015). Determinación de la interrelación de MUN (milk urea nitrogen) y la composición físico-química de la leche de origen bovino en la provincia de Pichincha- Ecuador 2012. Recuperado el 12 de mayo de 2018, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9836/1/YT00301.pdf>
- Arias, R., Mader, T., y Escobar. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Recuperado el 15 de abril de 2018, doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000100002>
- Bdigital. (2012). Papel del mun en la glándula mamaria de vacas lactantes. Recuperado el 10 de mayo de 2018, de http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/1725/2/Papel_MUV.pdf
- Bdigital. (2017). Influencia del sistema de producción sobre la calidad higiénica, sanitaria y de residuos de antibióticos de la leche cruda en Colombia. Recuperado el 18 de mayo de 2018, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/60927/1/53140277.2017.pdf>
- Bonifaz, N., y Requelme, N. (2011). Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el Ecuador. Recuperado el 14 de mayo de 2018, doi:<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8792>

- CIL, C. d. (2015). La leche del Ecuador- Historia de la lechería ecuatoriana. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de <http://www.cilecuador.org/descargas/LA%20LECHE%20DEL%20ECUADOR.pdf>
- De la Cruz, G. (2011). Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Conteo de Células Somáticas (CCS) en el laboratorio de calidad de leche de la UPS. Cayambe. Recuperado el 18 de mayo de 2018, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10852/1/Correlacion%20de%20los%20metodos%20California%20Mastitis%20Test%20CMT%20Conductividad%20electronica%20CE>
- Ecuador en cifras. (2016). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Recuperado el 13 de marzo de 2018, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- El Telégrafo. (2014). La producción lechera en Ecuador genera \$ 1.600 millones en ventas anuales. Recuperado el 20 de abril de 2018, de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/la-produccion-lechera-en-ecuador-genera-1-600-millones-en-ventas-anuales-infografia>
- FAO. (2017). *Milk and Milk Products: Price and Trade Update*. Recuperado el 18 de abril de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-i8326e.pdf>
- FAO. (2017). FAOSTAT. Recuperado el 13 de abril de 2018, de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL>
- GADPP. (2015). Información General. Recuperado el 25 de abril de 2018, de <http://www.pichincha.gob.ec/pichincha/datos-de-la-provincia/item/13-informacion-general.html>
- GADPP. (2015). GACETA OFICIAL GAD PROVINCIA DE PICHINCHA. Recuperado el 10 de marzo de 2018, de http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/Gacetas_Provinciales/gaceta_oficial_007_2015.pdf
- Google Maps. (s.f.). Google Maps. Recuperado el 10 de mayo de 2018, de <https://www.google.com.ec/maps/place/Cayambe/@0.0367141,->

78.1652679,14z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e2a09029f3188a7:0x752d774d78e14c12!8m2!3d0.0425351!4d-78.1458804

- INEN 9. (2012). Norma técnica ecuatoriana para leche cruda. Requisitos. Recuperado el 10 de abril de 2018, de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/9-5.pdf>
- Issuu. (2011). Manual de Buenas Prácticas de Ordeño. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de <https://issuu.com/fundacionalpina/docs/1>
- Laboratorio Llamas. (2006). Utilización del contenido de urea en leche en el diagnóstico de la alimentación del ganado lechero. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo - CIAM - INGACAL-Xunta de Galicia, 453-458. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de <http://www.laboratoriollamas.com.ar/articulos/bovinos/Urea%20en%20Leche%20como%20indicador%20de%20nutricion.pdf>
- Morales, A., León, J., Cárdenas, E., Afanador, G., y Carulla, J. (2013). Composición química de la leche, digestibilidad in vitro de la materia seca y producción en vacas alimentadas con gramíneas solas o asociadas con *Lotus uliginosus*. Recuperado el 5 de mayo de 2018, doi://search.proquest.com/docview/1677569159?pq-origsite=gscholar
- PROEcuador. (2016). Dirección Comercial de Inteligencia e Inversiones Perfil Sectorial de Lácteos y Cárnicos. Recuperado el 10 de marzo de 2018, de https://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/07/proec_psi2016_lacteos.pdf
- Proleche. (2017). FAO proyecta que producción mundial de leche crezca 1,4% en 2017. Recuperado el 12 de abril de 2018, de <http://proleche.com/2017/11/20/fao-proyecta-que-produccion-mundial-de-leche-crezca-14-en-2017/>
- Redalyc. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Recuperado el 2 de mayo de 2018, de <http://www.redalyc.org/html/695/69520107/>
- Redalyc. (2013). Correlación de niveles de urea en leche con características físico-químicas y composición nutricional de dietas bovinas en

- ganaderías de la provincia de Pichincha. La Granja. Revista de Ciencias de la Vida. Recuperado el 19 de mayo de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/4760/476047402003.pdf>
- Redalyc. (2008). Utilización de microorganismos marcadores para la evaluación de las condiciones higiénico-sanitarias en la producción primaria de leche. *Científica*, 207-217. Recuperado el 22 de marzo de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95918213>
- Requelme, N., y Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *La Granja*, 61. Recuperado el 22 de abril de 2018, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8822/1/Caracterizacion%20de%20sistemas%20de%20produccion%20lechera%20de%20Ecuador.pdf>
- SciELO. (2013). Características Microbiológicas de Leche Cruda de Vaca en Mercados de Abasto de Trinidad Bolivia. *Revista Científica Agrociencias Amazonía*. Recuperado el 8 de mayo de 2018, de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2307-96062013000200002&script=sci_arttext&tlng=es
- SciELO. (2006). Niveles de urea láctea en vacas de la región del bío-bío, Chile. *Agricultura Técnica (Chile)*, 264-270. Recuperado el 20 de mayo de 2018, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072006000300005
- SciELO. (2016). Relación del valor de urea en leche con parámetros reproductivos y productivos en vacas Holstein, Jersey y sus cruces. Recuperado el 2 de junio de 2018, de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v8n2/1659-4266-cinn-8-02-00175.pdf>
- Taborda, J. (2011). Acompañamiento en el mejoramiento y calidad de la leche y en el proceso de certificación de hatos lecheros proveedores de la cooperativa Colanta, con base en el decreto 616 del 2006. Recuperado el 16 de mayo de 2018, de

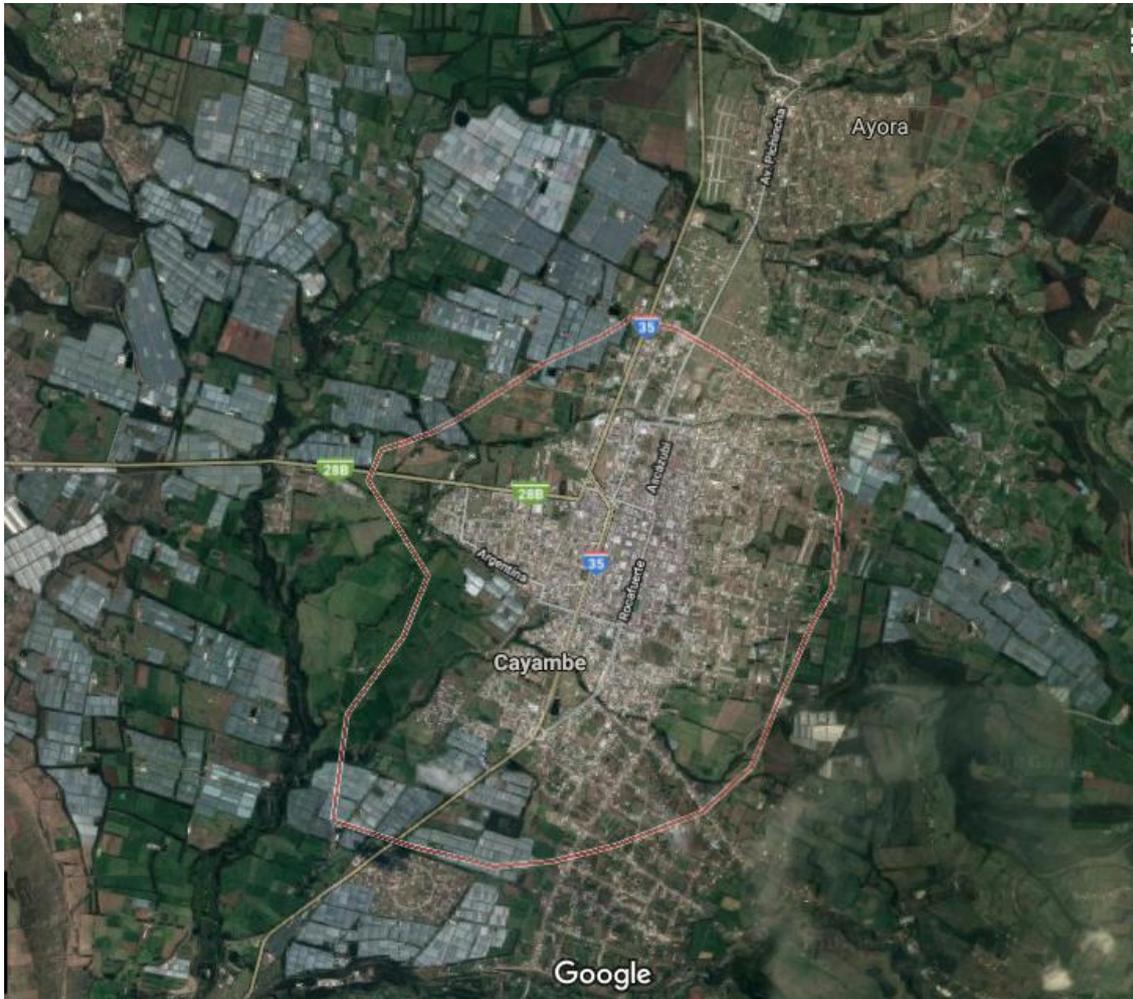
http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/401/1/Certificacion_fincas_mejoramiento_calidad_leche.pdf

- Torres, X. (2018). Estudio de la producción de la industria láctea del cantón Cayambe en el período 2009-2015. Recuperado el 28 de mayo de 2018, de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6052/1/T2544-MAE-Torres-Estudio.pdf>
- Ucol. (2016). Factores que afectan la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda comercializada en Calceta-Bolívar-Manabí, Ecuador. Avances En Investigacion Agropecuaria. Recuperado el 5 de abril de 2018, de <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2015/sept/4.pdf>
- UCR. (2015). Factores de riesgo para la incidencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica. Recuperado el 10 de junio de 2018, de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/21777>
- Valladares, S. (2016). Determinación del impacto de la política de precios por calidad del litro de leche en los centros de acopio del norte del cantón Cayambe período 2008-2014. Recuperado el 18 de marzo de 2018, de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12730/1/T-ESPE-053803.pdf>
- Vittori, J. (2008). *Microbiological quality of UHT goat milk: research of bacteria Staphylococcus, Bacillus and Clostridium genus*. Ciencia rural, 761-765. Recuperado el 22 de marzo de 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000300026>

ANEXOS

Anexo 1

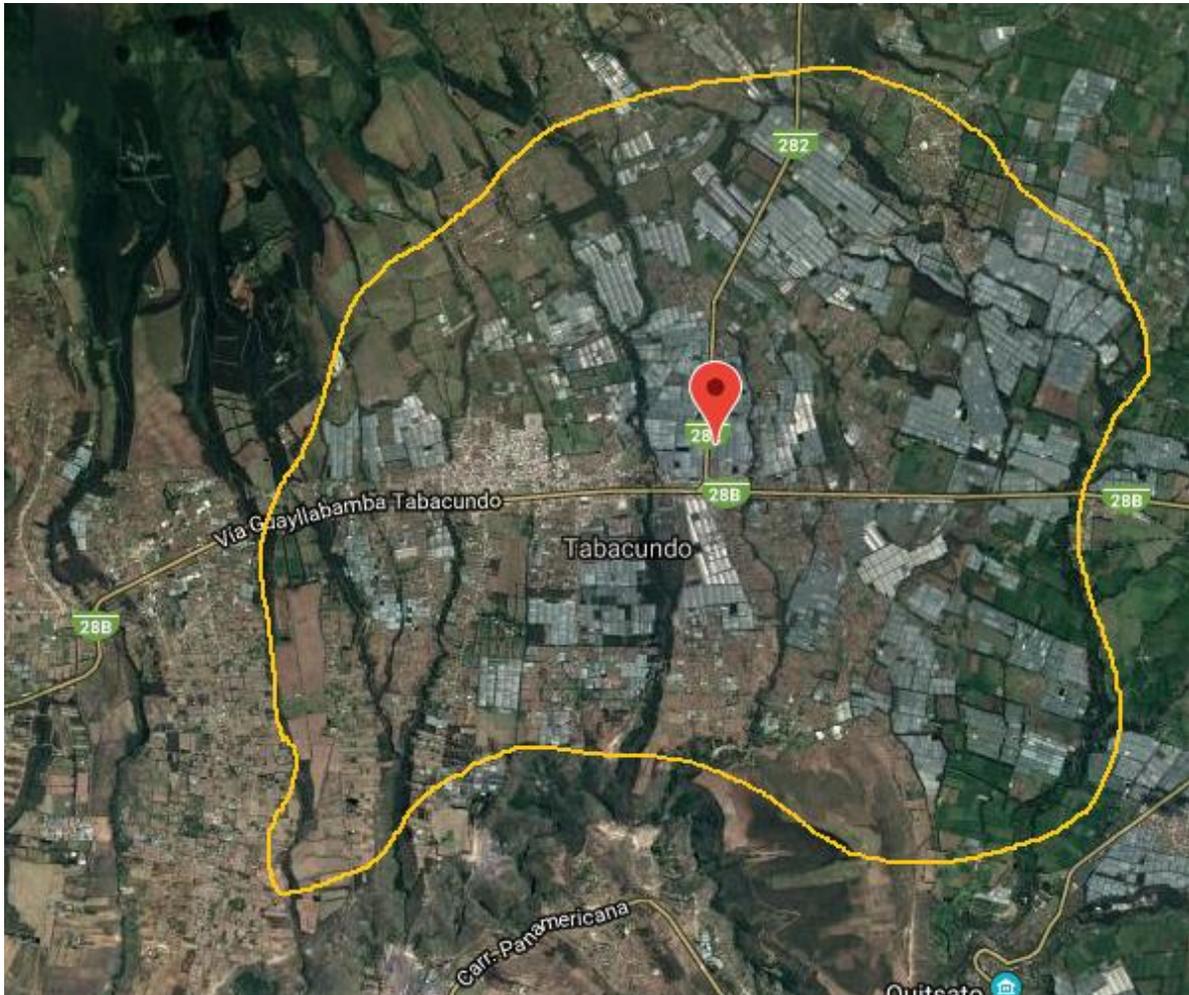
Ubicación geográfica del Cantón Cayambe



Obtenido de (GoogleMaps, s.f.)

Anexo 2

Ubicación Geográfica del Cantón Pedro Moncayo.



Obtenido de (GoogleMaps, s.f.)

Anexo 3

Check List diseñado por Fundación Alpina.

ITEMS A CALIFICAR		VARIABLE A EVALUAR	PTO. MAX	PTO. OBT	% CUMPLIMIENTO BPM	OBSERVACIONES		
LA COLECTA 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.	1					
		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, 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					
		TOTAL	10	0				
		Generalidades 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	2				
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	1							
Lava sus tanques y balde de ordeño con agua y detergente de buena calidad	1							
Lava sus tanques y balde de ordeño con desengrasantes	1							
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.	2							
Lava pesones o las ubres en caso de necesidad con agua limpia y las seca antes de ordeñar.	2							
Lava sus manos durante el ordeño luego de cada contaminación	2							
Usa toalla o papel específico para secar la ubre e individuales para cada vaca.	1							
Desinfecta los pezones con un producto específico para esto (PRESELLADO).	1							
Descarta los primeros chorros de leche.	1							
Realiza sellado de la ubre luego del ordeño (SELLADO).	1							
TOTAL	22	0						
Del ordeño mecánico	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	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)	1						
El equipo opera con una presión de vacío entre 40 y 48 PSI, se evita el sobreordeño, se retiran pesoneras cortando el vacío.	1							
TOTAL	6	0						
Del ordeño manual	Los recipientes (baldes) donde se recoge la leche son de acero o aluminio, excepto de plásticos, no son tóxicos, son	1		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.	1						
Durante el ordeño manual, se evita la presencia de otros animales domésticos que puedan contaminar la leche y/o causar algún accidente.	1							
TOTAL	5	0	0%					

		TOTAL COLECTA DE LA LECHE		43	0	
Postcosecha	Usa filtros para cernir la leche son desechables o permiten una correcta limpieza y desinfección.	1				0%
	Inmediatamente después del ordeño, la leche se enfría en menos de 2 horas.	5				
	El predio cuenta con un local aislado y equipo de enfriamiento para el almacenamiento de la leche.	5				
	TOTAL	11	0			
Leche NO apta para consumo	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 calostrala (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				
	TOTAL	3	0			
MANEJO DE LA LECHE Conocimientos y habilidades del personal que trabaja en la UPA	Identifica los tipos de raza para calidad y producción más adecuados para su zona.	1				0%
	Sabe como escoger a un animal con fines de producción de leche en base a calidad	1				
	Realiza inseminación y selecciona las pajuelas para mejoramiento de calidad de leche.	1				
	Selecciona y aplica técnicas de alimentación y nutrición en las etapas de crecimiento, desarrollo, levante, producción,	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	1				
	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				
TOTAL	17	0	0%			
TOTAL MANEJO DE LA LECHE		31	0	0%		
TOTAL LÍNEA		74	0			

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
Termeras hasta 1 año	
Vaconas	
Vientre (preñadas por primera vez)	
Vacas secas (preñadas de 7 meses)	
Vacas en producción	

Anexo 4

Tabla de resultados de laboratorio de CCS y CBT en el cantón Cayambe convertidos a logaritmos con el fin de conseguir la normalidad en los datos obtenidos.

Repeticiones	Piso	Estrato	CBT/ ml (log)	CCS/ml (log)
1	1	1	4,39	5,44
1	1	2	4,72	5,51
1	2	1	6,31	5,75
1	2	2	4,82	5,44
2	1	1	4,79	5,39
2	1	2	5,22	5,69
2	2	1	5,38	5,52

2	2	2	6,92	5,54
3	1	1	5,83	5,09
3	1	2	5,08	5,75
3	2	1	4,78	5,35
3	2	2	6,51	5,89
4	1	1	4,69	5,15
4	1	2	5,31	5,36
4	2	1	6,03	5,29
4	2	2	5,10	5,72
5	1	1	4,45	4,90
5	1	2	4,71	5,44
5	2	1	6,57	5,53
5	2	2	5,37	5,73
6	1	1	4,94	5,16
6	1	2	5,21	5,69
6	2	1	6,64	5,80
6	2	2	5,45	6,02

Anexo 5

Tabla de resultados de laboratorio de CCS y CBT en el cantón Pedro Moncayo convertidos a logaritmos con el fin de conseguir la normalidad en los datos obtenidos.

Repeticiones	Piso	Estrato	CBT/ ml	CCS/ml
1	1	1	4,27	4,63
1	1	2	6,19	5,05
1	2	1	5,46	4,83
1	2	2	6,27	6,17
2	1	1	5,60	5,65
2	1	2	4,84	5,26
2	2	1	4,92	5,08
2	2	2	5,47	6,05
3	1	1	5,87	5,87
3	1	2	4,50	5,51
3	2	1	6,68	6,14
3	2	2	6,13	5,62
4	1	1	4,91	5,25
4	1	2	4,48	5,11
4	2	1	6,08	5,99
4	2	2	6,46	6,03
5	1	1	5,41	5,71
5	1	2	4,61	5,23

5	2	1	5,78	5,05
5	2	2	5,30	5,51
6	1	1	6,17	5,46
6	1	2	4,43	5,31
6	2	1	5,93	5,97
6	2	2	5,25	5,32

Anexo 6

Tabla de relación entre el contenido de proteína, urea y el contenido en la dieta que se maneja en el cantón Cayambe en el estrato de <20ha, interpretada según (González & Vázquez, 2006).

% Proteína	% Urea	Urea en mg/l	Contenido en la dieta
2.92	9,2	460	Carencia de energía
3	11,4	570	Carencia de energía
3.25	9,3	465	Exceso de proteína
2.9	8,1	405	Carencia de energía
3.41	6,1	305	Exceso de proteína
3.73	7,1	355	Exceso de proteína
3.82	5,0	250	Ración óptima de forraje
2.98	11,1	555	Carencia de energía
3.23	9,8	490	Exceso de proteína
3.21	7,8	390	Exceso de proteína
3.41	9,4	470	Exceso de proteína
2.97	12,9	645	Carencia de energía

Anexo 7

Tabla de relación entre el contenido de proteína, urea y el contenido en la dieta que se maneja en el cantón Cayambe en el estrato de >20ha, interpretada según (González & Vázquez, 2006).

% Proteína	% Urea	Urea en mg/l	Contenido en la dieta
3.37	7,9	395	Exceso de proteína
2.9	12,0	600	Carencia de energía
3.54	13,9	695	Exceso de proteína
3.39	16,8	840	Exceso de proteína
3.34	11,3	565	Exceso de proteína
3.69	12,8	640	Exceso de proteína
3.34	14,1	705	Exceso de proteína

3.45	3,3	165	Ración óptima de forraje
2.9	9,9	495	Carencia de energía
2.97	11,0	550	Carencia de energía
3.54	18,8	940	Exceso de proteína
3.72	9,9	495	Exceso de proteína

Anexo 8

Tabla de relación entre el contenido de proteína, urea y el contenido en la dieta que se maneja en el cantón Pedro Moncayo en el estrato <20ha, según (González & Vázquez, 2006).

% Proteína	% Urea	Urea en mg/l	Contenido en la dieta
3.06	12	600	Carencia de energía
2.91	21,2	1060	Carencia de energía
3.23	10,5	525	Exceso de Proteína
3.24	2,5	125	Exceso de energía
3.4	17,2	860	Exceso de Proteína
2.89	19,7	985	Carencia de energía
3.26	13,1	655	Exceso de Proteína
2.98	9,2	460	Carencia de energía
3.48	8,2	410	Exceso de Proteína
3.13	7,8	390	Carencia de energía
3.33	11,4	570	Exceso de Proteína
2.99	9,9	495	Carencia de energía
3.64	14,6	730	Exceso de Proteína
3.61	8,1	405	Exceso de Proteína
3.52	6,4	320	Exceso de Proteína
3.48	12,9	645	Exceso de Proteína
4.31	18,4	920	Exceso de Proteína
3.3	2,5	125	Exceso de energía
3.52	5,6	280	Ración óptima de forraje
3.3	10,9	545	Exceso de Proteína
3.8	21	1050	Exceso de Proteína
3.59	5,9	295	Ración óptima de forraje
3.55	9,2	460	Exceso de Proteína
3.59	13	650	Exceso de Proteína
3.62	8,3	415	Exceso de Proteína
3.42	12,7	635	Exceso de Proteína

Anexo 9

Tabla de relación entre el contenido de proteína, urea y el contenido en la dieta que se maneja en el cantón Pedro Moncayo en el estrato >20ha, según (González & Vázquez, 2006).

% Proteína	% Urea	Urea en mg/l	Contenido en la dieta
2.98	13,9	695	Carencia de energía
2.88	11,5	575	Carencia de energía
2.88	15	750	Carencia de energía
3.13	7,6	380	Exceso de Proteína
2.8	4,7	235	Carencia de Forraje
3.26	4,9	245	Ración óptima de forraje
3.31	12,6	630	Exceso de Proteína
3.25	7,7	385	Exceso de Proteína
3.32	9,2	460	Exceso de Proteína
3.11	11,7	585	Carencia de energía
3.41	18,3	915	Exceso de Proteína
3.38	8,7	435	Exceso de Proteína
3.26	26,2	1310	Exceso de Proteína
3.43	10,5	525	Exceso de Proteína
3.15	14,2	710	Carencia de energía
2.92	6,4	320	Carencia de energía
3.02	12,7	635	Carencia de energía
3.12	15	750	Carencia de energía
2.89	12,2	610	Carencia de energía
2.85	6,1	305	Carencia de energía
3.38	0,4	20	Exceso de energía
3.51	8,9	445	Exceso de Proteína
3.55	13,4	670	Exceso de Proteína
3.02	8,3	415	Carencia de energía
3.25	1,5	75	Exceso de energía
3.38	10,7	535	Exceso de Proteína

