



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

“DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS
DE ORDEÑO (BPO) PARA LOS PRODUCTORES DE LECHE LA
COMUNIDAD COMPANIA LABRANZA FILIAL A LA CORPORACIÓN
COCIHC”

TRABAJO DE TITULACIÓN
Previa la obtención del título de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR
VERÓNICA CONSUELO REMACHE MOROCHO

Riobamba – Ecuador

2017

Este Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Fredy Patricio Erazo Rodríguez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. Daniel Mauricio Beltrán Del Hierro
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. Manuel Enrique Almeida Guzmán.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 10 de mayo de 2017.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Verónica Consuelo Remache Morocho, con C.I 060460192-2 declaro que el presente trabajo de titulación, es de mi autoría, y que los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos constantes en el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Verónica Consuelo Remache Morocho

C.I: 060460192-2

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento a Dios que siempre me ha cuidado, guiado y respaldado, a mis padres, mi ejemplo y modelo a seguir por el apoyo incondicional en el día a día de mi vida, a mis hermanos por los consejos que me han brindado así como el apoyo moral recibido de su parte y a mi querido esposo por la paciencia, comprensión y compañía a lo largo de mi vida estudiantil.

También agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y por su intermedio a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, así como también al Ingeniero Daniel Beltrán quien fue mi director de trabajo de titulación, por brindarme su conocimiento, experiencia y tiempo, al mismo tiempo al Ingeniero Manuel Almeida por su asesoría para realizar el presente trabajo.

Verónica

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado especialmente a Dios, a mis padres Bolívar Remache y María Morocho porque todo lo que soy se lo debo a ellos quienes me apoyaron incondicionalmente en los momentos más difíciles de mi vida académica.

A mis hermanos Marco e Inés y a mi querido sobrino Daniel quienes fueron un pilar fundamental en el alcance de este objetivo

A mi esposo José Cuzco por el estímulo y el apoyo incondicional en todo momento y a todos ellos por ser la inspiración para finalizar mi carrera.

Verónica

RESUMEN

En la Comunidad Compañía Labranza localizada en el cantón Colta, provincia de Chimborazo, se realizó el diagnóstico de las condiciones del ordeño y en función de los resultados se elaboró el Manual de BPO, para lo cual se empleó la lista de verificación de cumplimiento de las BPO, así como 25 unidades experimentales (muestras de leche) de la condición inicial y después de la aplicación de las BPO, para establecer la calidad físico-química, microbiológica y organoléptica de la leche obtenida; también se analizó las manos del ordeñador y los bidones que transportan la leche; los resultados experimentales se sometieron a las pruebas de Ji cuadrado y t-Student, según el caso. Determinándose que antes de la aplicación de las BPO, el cumplimiento de los requisitos básicos en el proceso de ordeño fue del 26.32%, lográndose un cambio significativo con la aplicación de las BPO alcanzándose el 89.47% de cumplimiento, también se mejoró en la leche la densidad, contenido de grasa y permaneció constantes los puntos de congelación, SNG, proteína y lactosa, que cumplen con los requisitos exigidos por el INEN. La presencia de *Staphylococcus sp.* y Coliformes totales, después de la aplicación de las BPO sigue siendo alta, así como la presencia de hongos en las manos de los ordeñadores y en los bidones, por lo que es necesario utilizar el Manual de BPO así como poner énfasis en la higiene y sanidad de los ordeñadores como en la desinfección de equipos y utensilios que se utilizan durante el ordeño.

ABSTRACT

In the Company Labranza Community located in Colta, province of Chimborazo, the Diagnosis of the conditions of milking was made and, based on the results, the BPO Manual was elaborated, for which the checklist of compliance with the BPO, as well as 25 experimental units (milk samples) of the initial condition and after the application of the BPO, to establish the physical-chemical, microbiological and organoleptic quality of the milk obtained; The milkman's hands and the barrel carrying the milk were also analyzed; The experimental results were subjected to the Chi-square test and Student's t-test, depending on the case. It was determined that prior to the application of the BPOs, compliance with the basic requirements in the milking process was 26.32%, achieving a significant change with the application of the BPO reaching 89.47% compliance, also milk density, fat content and the freezing points remained constant, SNG, protein and lactose, that meet the requirements demanded by INEN. The presence of *Staphylococcus* sp. and total coliforms, after the application of BPO remains high, as well as the presence of fungi in the hands of milkers and in barrels, so it is necessary to use the Manual of BPO precisely by concentrating emphasis in hygiene and sanitation of the milkers as in the sterilization of equipment and utensils that used during the milking process.

CONTENIDO

	Página
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LECHE	3
1. <u>Definición</u>	3
2. <u>Composición de la leche</u>	4
B. SISTEMA Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LA LECHE	6
1. <u>Calidad</u>	6
2. <u>Documentación del sistema de calidad</u>	7
3. <u>Aspectos que determinan la calidad de la leche</u>	8
C. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE	13
1. <u>Pruebas de calidad sensoriales</u>	14
2. <u>Pruebas de calidad fisicoquímicas</u>	15
3. <u>Pruebas de calidad higiénico-sanitarias</u>	15
D. MASTITIS	18
1. <u>Importancia</u>	18
2. <u>Tipos de mastitis</u>	19
3. <u>Test de Mastitis de California (CMT)</u>	21
E. BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO (BPO)	21
1. <u>Importancia</u>	21
2. <u>Requisitos de infraestructura</u>	24
3. <u>Requisitos de utensilios y equipos</u>	27

4.	<u>El agua</u>	28
5.	<u>Saneamiento</u>	29
6.	<u>Salud e higiene del personal de ordeño</u>	30
7.	<u>Programas de Capacitación</u>	30
F.	EL ORDEÑO	31
1.	<u>Definición e importancia</u>	31
2.	<u>Tipos de ordeño</u>	32
3.	<u>Actividades del ordeño</u>	34
G.	PROCESO DEL ORDEÑO	34
1.	<u>Actividades antes del ordeño</u>	35
2.	<u>Actividades durante el ordeño</u>	38
3.	<u>Actividades después del ordeño</u>	41
4.	<u>Manejo de la leche de retiro y de descarte</u>	45
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	46
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	46
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	46
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES.	46
1.	<u>Instalaciones</u>	47
2.	<u>Materiales y equipo de laboratorio</u>	47
3.	<u>Materiales de oficina</u>	47
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	48
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	48
1.	<u>Cumplimiento de actividades en base al Check List</u>	48
2.	<u>Calidad físico-química de la leche</u>	50
3.	<u>Presencia microbiológica en la leche</u>	50
4.	<u>Presencia de hongos</u>	50
5.	<u>Valoración organoléptica de la leche</u>	50

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICANCIA.	51
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	51
1. <u>Cumplimientos de los requerimientos</u>	51
2. <u>Programa de capacitación</u>	51
3. <u>Pruebas de laboratorio</u>	52
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	52
1. <u>Cumplimientos de los requerimientos</u>	52
2. <u>Calidad físico-química de la leche</u>	52
3. <u>Presencia microbiológica en la leche</u>	53
4. <u>Valoración organoléptica</u>	54
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	55
A. DESCRIPCIÓN DE LA COCIHC	55
B. VERIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS BÁSICOS DEL ORDEÑO	55
1. <u>Sobre la rutina de ordeño</u>	57
2. <u>Ordeño</u>	58
3. <u>Almacenamiento de la leche</u>	59
4. <u>Servicios básicos e higiene</u>	60
5. <u>Identificación y sanidad animal</u>	62
6. <u>Alimentación animal</u>	63
7. <u>Equipo de protección personal (seguridad)</u>	64
8. <u>Valoración total</u>	66
C. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LA LECHE ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO	66
1. <u>Densidad</u>	66
2. <u>Punto de congelación (Crioscopia), °C</u>	68
3. <u>Presencia de agua, %</u>	69

4.	<u>Grasa, %</u>	69
5.	<u>Sólidos no grasos, %</u>	70
6.	<u>Proteína, %</u>	71
7.	<u>Lactosa, %</u>	72
D.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA LECHE ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO	72
1.	<u>Color</u>	73
2.	<u>Aroma característico, %</u>	74
3.	<u>Presencia de impurezas, %</u>	74
D.	VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA EN LA LECHE ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO	75
1.	<u>Staphylococcus sp, UFC/ml</u>	75
2.	<u>Coliformes totales, UFC/ml</u>	76
3.	<u>Escherichia coli, UFC/ml</u>	78
E.	PRESENCIA DE HONGOS EN LAS MANOS DEL ORDEÑADOR Y BIDONES ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO	78
1.	<u>En las manos del ordeñador, UPC/cm²</u>	79
2.	<u>En bidones, UPC/cm²</u>	79
F.	MANUAL DE BUENAS PRACTICAS DE ORDEÑO (PROPUESTA)	81
1.	<u>Presentación</u>	81
2.	<u>Objetivo</u>	81
3.	<u>Beneficios de las buenas prácticas de ordeño</u>	81
4.	<u>Requisitos necesarios</u>	81
5.	<u>El ordeñador</u>	84
6.	<u>Las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO)</u>	84
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	90
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	91

VII. LITERATURA CITADA

92

ANEXOS

98

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	VALORES PROMEDIOS DE LA PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LA LECHE NATURAL.	5
2.	COMPOSICIÓN DE LA LECHE SEGÚN LA RAZA DE GANADO.	6
3.	REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS PARA LA LECHE CRUDA.	12
4.	REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA LECHE CRUDA.	13
5.	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CMT.	22
6.	POTABILIZACIÓN DE AGUA Y COSTO APROXIMADO.	29
7.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.	46
8.	ESPECIFICACIONES CALIBRADAS EN EL EKOMILK BOND TOTAL DE LOS PARÁMETROS DE LA LECHE.	53
9.	CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS BÁSICOS DEL ORDEÑO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO (BPO) POR PARTE DE LOS PRODUCTORES DE LA COMUNIDAD COMPANÍA LABRANZA.	56
10.	CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LA LECHE DE LOS PRODUCTORES DE LA COMUNIDAD COMPANÍA LABRANZA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO.	67
11.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA LECHE DE LOS PRODUCTORES DE LA COMUNIDAD COMPANÍA LABRANZA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO.	73
12.	PRESENCIA MICROBIOLÓGICA EN LA LECHE DE LOS PRODUCTORES DE LA COMUNIDAD COMPANÍA LABRANZA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO.	76
13.	PRESENCIA DE HONGOS (UPC/cm ²) EN LAS MANOS Y LOS BIDONES DE LOS PRODUCTORES DE LA COMUNIDAD COMPANÍA LABRANZA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO.	78
14.	BENEFICIOS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO.	82

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Niveles de requerimientos exigidos por las normas de calidad.	7
2.	Cumplimiento de los requisitos básicos en la rutina de ordeño antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañia Labranza.	58
3.	Cumplimiento de los requisitos básicos de la higiene del ordeño antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañia Labranza.	59
4.	Cumplimiento de los requisitos básicos del almacenamiento de la leche antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañia Labranza.	60
5.	Cumplimiento de los requisitos básicos de servicios básicos y sanidad antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañia Labranza.	61
6.	Cumplimiento de los requisitos básicos de la identificación y sanidad animal, antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañia Labranza.	63
7.	Cumplimiento de los requisitos básicos de la alimentación animal, antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañia Labranza.	64
8.	Cumplimiento de los requisitos de uso de equipo de protección personal, antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañia Labranza.	65
9.	Densidad de la leche (g/ml) antes y después de la aplicación de BPO.	68
10.	Presencia de agua (%) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.	69
11.	Contenido de grasa (%) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.	70
12.	Contenido de grasa (%) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.	71

13.	Contenido de proteína (%) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.	72
14.	Caracterización del color de leche antes y después de la aplicación de las BPO.	74
15.	Presencia de impurezas en la leche (%) antes y después de la aplicación de las BPO.	75
16.	Presencia de <i>Staphylococcus sp.</i> (UFC/ml) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.	77
17.	Presencia de Coliformes totales (UFC/ml) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.	77
18.	Presencia de hongos (UPC/cm ²) en las manos del ordeñador antes y después de la aplicación de BPO.	79
19.	Presencia de hongos (UPC/cm ²) en los bidones antes y después de la aplicación de BPO.	80

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Lista de verificación para inspecciones de BPO.
2. Prueba de Ji cuadrado del cumplimiento de los requisitos básicos en la rutina de ordeño antes vs después de la aplicación de las BPO.
3. Valoración fisico-química de la leche de los productores de la Comunidad Compañía Labranza antes y después de la aplicación de BPO.
4. Análisis estadístico de la valoración fisico-química de la leche de los productores de la Comunidad Compañía Labranza antes y después de la aplicación de BPO.
5. Valoración organoléptica de la leche de los productores de la Comunidad Compañía Labranza antes y después de la aplicación de BPO.
6. Análisis estadístico de la valoración organoléptica de la leche de los productores de la Comunidad Compañía Labranza antes y después de la aplicación de BPO.
7. Valoración microbiológica (UFC/ml) de la leche de los productores de la Comunidad Compañía Labranza antes y después de la aplicación de BPO.
8. Análisis estadísticos de la carga microbiológica (UFC/ml) de la leche de los productores de la Comunidad Compañía Labranza antes y después de la aplicación de BPO.
9. Presencia de hongos (UPC/ml) en las manos y los bidones de los productores de la Comunidad Compañía Labranza antes y después de la aplicación de BPO.
10. Análisis estadístico de la presencia de hongos (UPC/cm²) en las manos y los bidones de los productores de la Comunidad Compañía Labranza antes y después de la aplicación de BPO.

I. INTRODUCCIÓN

La leche es un producto rico en nutrientes, lo que la convierte en un alimento indispensable en la dieta de los seres humanos, especialmente en los niños. Sin embargo, estas cualidades nutritivas, la convierten en un producto altamente vulnerable frente a la contaminación de microorganismos, los que pueden ser de origen mamario o del medio ambiente, provocando enfermedades en los consumidores o causar alteraciones en el producto y sus derivados haciéndolos inadecuados para el consumo humano (Bardales, W. 2013), si no se aplican prácticas de higiene durante las diferentes etapas: ordeño, transporte, procesamiento y manufactura.

La actividad lechera en el Ecuador se lleva a cabo bajo un sistema con escaso conocimiento y aplicación de tecnologías apropiadas y por lo tanto, con bajos niveles de productividad. Algunos pequeños productores, con el fin de incrementar sus volúmenes de producción están utilizando de manera inadecuada y sin control: métodos de higiene, procedimientos de ordeño, limpieza de maquinaria, que representan un serio riesgo afectando a la leche, al consumidor y al medio ambiente (Charbonier, I. 2003)

La rutina de ordeño tiene como objetivo obtener leche de buena calidad, optimizar el ordeño y extraer la mayor cantidad de leche posible. La rutina de ordeño debe ser eso, "rutina", es decir, se debe procurar efectuar siempre las mismas actividades y de la misma forma. El conjunto de operaciones que componen la rutina de ordeño se pueden agrupar en tres fases: rutina antes del ordeño, rutina durante el ordeño y rutina después del ordeño (Ortiz, T. et al. 2014).

Debido a la importancia económica que representa esta actividad en los ingresos familiares, es necesario contar con manuales técnicos de fácil manejo sobre "Buenas prácticas de ordeño", siendo este la base para la aplicación de un sistema que garantice la calidad e inocuidad de la producción primaria de la leche (Bardales, W. 2013).

Las Buenas Prácticas de Ordeño se enfocan en la obtención de una leche sana,

del ordeño de vacas en óptimo estado sanitario; y, alimentadas de forma adecuada. Tomando en consideración la importancia del flujo productivo previo, durante y después del ordeño, el manual facilita las actividades que permitirán que el pequeño productor pueda desenvolverse adecuadamente en el mundo comercial y que pueda ofrecer productos de calidad que no mermen en absoluto sus posibilidades de ser activo partícipe del cada vez más exigente mercado lácteo (Gonzales, P. 2015).

En el sector lechero el tema de calidad higiénica y sanitaria de la leche es de gran relevancia tanto para el eslabón primario como para el resto de eslabones por su impacto en la industria y la salud pública. Por esta razón y al establecerse que la leche que se produce en la Comunidad Compañía Labranza filial a la Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de las Huaconas y Culluctús (COCIHC), presenta una alta contaminación microbiológica, se propuso diseñar e implementar el manual de Buenas Prácticas de Ordeño (BPO), para dar solución al problema de inocuidad e higiene de la materia prima con la implementación de actividades de prevención y control de la calidad sanitaria de la leche durante el proceso de ordeña.

Por lo anotado, en el presenta trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Diseñar y aplicar el manual de Buenas Prácticas De Ordeño (BPO) para la comunidad Compañía Labranza, filial a la Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de las Huaconas y Culluctus (COCIHC).
- Diagnosticar la situación inicial de la producción de leche en materia de Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) en la Comunidad Compañía Labranza.
- Capacitar a los productores de leche sobre la aplicación de las BPO.
- Evaluar la calidad higiénica de la leche antes y después de la aplicación de las BPO.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LECHE

1. Definición

El Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN. 2015), indica que leche es el producto de la secreción normal de las glándulas mamarias de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción y a la leche cruda como la leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento (es decir que la temperatura no haya superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre -no más de 40°C) o no haya sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición.

Para Periago, M. (2010), la leche constituye la secreción de la glándula mamaria y químicamente es un alimento líquido con grasa emulsionada, dentro de la estructura del glóbulo graso y proteínas en forma micelar. Por ello se puede decir que la leche es una emulsión de materia grasa en forma globular, en un líquido con unas características similares al plasma sanguíneo. Este líquido es a su vez una suspensión de materias proteicas en un suero constituido principalmente por lactosa, sales minerales, vitaminas y ácidos orgánicos.

Gonzales, P. (2015), indica que la leche es un líquido de color blanco, cremoso, de sabor ligeramente dulce o salado (dependiendo de la alimentación y el agua que consume el ganado). Debe ser un producto fresco, obtenido de vacas sanas, ordeñadas en forma completa y en reposo, sin calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas. Se trata de un alimento único, ya que contribuye en el crecimiento rápido del ser humano, ayudando a la formación de huesos y dientes por su alto contenido en calcio y a la formación de músculos por su contenido proteico.

2. Composición de la leche

Aproximadamente el 87% de la leche es agua y es donde se encuentran los otros componentes en estados diferentes. Es así que el sodio, potasio, calcio y fósforo están en dispersión iónica, la lactosa, lactoalbumina y lactoglobulina en dispersión molecular, la caseína en dispersión coloidal y la materia grasa en emulsión (Magariños, H. 2000)

Las proteínas de la leche están conformadas por tres grupos: la caseína en un 3%, la lactoalbúmina en un 0,5% y la lactoglobulina en un 0,05% (Ellner, R.2000).

La grasa es insoluble al agua y por esto se encuentra en la leche en forma de glóbulos grasos formando una emulsión: La leche cruda es una emulsión inestable de grasa en agua. Después de cierto tiempo. La grasa se estratifica en forma de nata (Magariños, H. 2000)

La lactosa o también conocido “azúcar de la leche”, es el componente más abundante entre los sólidos de la leche; es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa (Walstra. P. et al. 2001).

Los minerales más importantes son el calcio, fósforo, sodio, potasio y pequeñas cantidades se encuentran hierro, yodo, cobre, manganeso y Zinc (Magariños, H. 2000).

En cuanto a las vitaminas presentes en la leche, además de las liposolubles A, D, E y K, se encuentra el complejo B y la vitamina C (Ellner, R. 2000).

Las enzimas son compuestos proteínicos que aceleran los procesos biológicos y esta acción depende de la temperatura y del pH del medio. Si las temperaturas son bajas, reducen su actividad. A temperaturas elevadas, entre 70 °C y 85 °C, se inactiva la mayor parte de las enzimas (Magariños, H. 2000).

Picco, J. (2011), indica que en la leche cruda normalmente se encuentran las siguientes enzimas:

- Fosfatasa: Se inactiva a temperaturas superiores a 70°C. La presencia de esta enzima indica que la leche no se ha pasteurizado a la temperatura adecuada.
- Catalasa: Esta enzima se encuentra en cantidades mínimas en la leche de vacas sanas. Aquellas vacas enfermas de mastitis producen leche con cantidad mayor de esta enzima. Además algunas bacterias ajenas a la leche la producen. La catalasa se inactiva mediante pasteurización.
- Lipasa: Esta separa la grasa en glicerina y sus ácidos grasos. Los ácidos provocan olores y sabores desagradables en la leche, crema y mantequilla. Esta enzima se inactiva por una pasteurización.
- Peroxidasa: Se inactiva a temperaturas mayores a los 80°C. La ausencia de esta enzima significara que la leche ha sido pasteurizada a una temperatura elevada.

Los valores de las principales propiedades físico-químicas de la leche natural se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. VALORES PROMEDIOS DE LA PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LA LECHE NATURAL.

Componente	Valor promedio
Agua, %	87
Proteína, %	3.5
Grasa, %	4
Lactosa, %	4.9
Minerales, %	0.7
Densidad	1.028 a 1.035
pH	6.4 a 6.8
Punto crioscópico, °C	- 0.52 a - 0.54
Punto de ebullición, °C	100.5
Conductividad eléctrica, ohm ⁻¹	0.005

Fuente: Periago, M. (2010)

Gonzales, P. (2015), señala que la composición de la leche varía con la raza de la vaca, el estado de lactancia, alimento, época del año y muchos otros factores, por lo que en el Cuadro 2, se indican las variaciones de los nutrientes de la leche en función de la raza de las vacas.

Cuadro 2. COMPOSICIÓN DE LA LECHE SEGÚN LA RAZA DE GANADO.

Raza	Grasa (%)	Proteína (%)	Sólidos (%)
Holstein	3.40	3.20	12.02
Brown Swiss	4.01	3.61	12.41
Jersey	5.37	3.92	14.91
Ayrshire	4.00	3.52	12.90
Guernsey	4.95	3.91	14.61

Fuente: Gonzales, P. (2015).

Además, Gonzales, P. (2015), señala que los principales factores que alteran la composición de la leche son los siguientes:

- Genéticos: individual o de raza.
- Variación normal: según etapa de lactancia.
- Clima: las altas temperaturas deprimen la producción de grasa y proteína.
- Manejo de los animales.
- Ordeño: calidad y frecuencia.
- Técnicas de evaluación y factor humano.
- Mastitis.
- Alimentación: contenido de fibra y otros elementos, así como procesamiento y distribución de la ración, etc.

B. SISTEMA Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LA LECHE

1. Calidad

Bardales, W. (2013), indica que para hablar de la calidad de la leche, debe empezarse por definir el concepto de calidad: “Es el cumplimiento de todas las especificaciones y requisitos que el cliente espera obtener de un producto”; por lo

que la calidad de un producto terminado depende de la calidad de los ingredientes utilizados en el proceso y de las prácticas de higiene y ordeño que se implementen en la obtención de las mismas.

2. Documentación del sistema de calidad

De acuerdo a Picco, J. (2011), el modelo de aseguramiento de la calidad que seleccione una empresa debe ser consistente; y se debe basarse en el sistema piramidal de cuatro niveles relacionados con las áreas o departamentos funcionales de la organización estableciendo así, de una manera práctica, las necesidades de documentar la información. La pirámide está compuesta por cuatro niveles de requerimientos que son exigencias de las normas:



Fuente: International Organization for Standardization (ISO, 9000. 2008).

Gráfico 1. Niveles de requerimientos exigidos por las normas de calidad.

a. Manual de calidad

Es un documento que especifica el sistema de gestión de la calidad de una organización. Debe detallarse las funciones y responsabilidades de la organización, así como la operatividad del sistema. Este manual corresponde al nivel directivo, debiendo divulgarse a todos los niveles (ISO: 9000. 2008)

b. Procedimientos

Son documentos de carácter general u operativo, dependiendo del nivel al que se desarrollen. Se corresponden directamente con los distintos temas tratados en el

manual; identifican en cada caso las responsabilidades y la operatividad, así como la referencia de los documentos en los que se apoya o bien a aquellos que describen detalladamente el proceso a seguir (ISO: 9000. 2008)

c. Instrucciones

Son documentos concretos que establecen pautas específicas para la realización de una tarea determinada. Estos documentos se aplican al nivel operativo supervisando su aplicación al responsable inmediato (ISO: 9000. 2008).

d. Registros

Documentos que suministran evidencia objetiva, es decir, información obtenida con base en mediciones, ensayos u observaciones, de las actividades efectuadas o de resultados alcanzados. Su finalidad es poder constatar que el sistema funciona y que es eficaz (ISO: 9000. 2008).

e. Especificaciones

Son documentos que establecen requerimientos y tolerancias en cada etapa, fase o parte del proceso, asegurando que el objetivo se cumpla y definiendo criterios de aceptación y de rechazo (ISO: 9000. 2008).

3. Aspectos que determinan la calidad de la leche

Según Bardales, W. (2013), los aspectos que se consideran que determinan la calidad de la leche son:

- La higiene de la leche: se refiere a los componentes biológicos y a la presencia de sustancias extrañas.
- La bioquímica de la leche se refiere a las características organolépticas (color, olor y sabor), características fisicoquímicas (acidez, densidad y punto crioscópico) y la composición química: proteína, grasa, azúcares, minerales y agua.

- La calidad global de la leche incluye la calidad nutricional que son las características químicas que definen la leche y su composición química, la calidad organoléptica que son las características físicas que se perciben a través de los sentidos color, olor y sabor, y la calidad sanitaria, que son los componentes bióticos y abióticos, definen su inocuidad para el consumidor.

En cambio Gonzales, P. (2015), manifiesta que la calidad de la leche se puede evaluar por tres aspectos: nutricional, higiene y sanidad.

a. Nutricional

La calidad nutricional de la leche depende de la proporción de sus componentes, proteína, grasa, azúcares y minerales que constituyen los sólidos de la leche. La cantidad de proteína en la leche depende del código genético de la vaca y está relacionada con la presencia de aminoácidos limitantes: Usina, metionina, valina, leucina e isoleucina. Si falta cualquiera de estos, el proceso de síntesis de proteína se detiene (Gonzales, P. 2015).

La cantidad de grasa de la leche puede variar y depende de la cantidad y calidad de la fibra, de la proporción forraje concentrado, la disponibilidad de azúcares fácilmente fermentables, de la síntesis de grasas a partir de distintos orígenes como los ácidos grasos preformados en la sangre, ácidos grasos sintetizados a partir de glucosa, ácidos grasos sintetizados en la ubre a partir de AGV sintetizados por las bacterias del rumen (Bardales, W. 2013).

b. Higiene y sanidad

El principal factor de la calidad higiénica y sanitaria de la leche es el conteo bacteriano. Este depende de cuatro factores: rutina de ordeño, limpieza de equipo, enfriado de la leche e incidencia de mastitis. Estas son responsabilidades del productor. La principal causa de conteos bacterianos altos es una rutina de ordeño inadecuada por aspectos de higiene y prácticas previas al ordeño. Toda superficie que esté en contacto con la pezonera o con las manos, en caso de ordeño manual, debe estar limpia y seca. Lo mejor es evaluar la limpieza durante el ordeño y la

presencia de sedimentos en el filtro después del ordeño. Estos son la fuente de contaminación con coliformes y, en consecuencia, de conteos bacterianos altos. Si esto se relaciona con un enfriado incorrecto o inoportuno, resultaría en una leche con alto nivel de acidez (Gonzales, P. 2015).

El conteo bacteriano también depende del lavado del equipo, porque hay sitios críticos que favorecen el desarrollo de bacterias. En el caso del ordeño mecánico todos los puntos de unión y ángulos o esquinas por donde fluye la leche, en la mamila, ductos de línea de leche y tanque enfriador; son sitios de acumulación de grasa y leche, que si no se limpian adecuadamente, constituyen medios de cultivo para bacterias que pasan a la leche durante el flujo y la contaminan. El enfriamiento de la leche a un rango de 2 a 4 °C, debe ser inmediato, debido a que el crecimiento bacteriano, es exponencial y está relacionado con la temperatura ambiente y el tiempo de enfriamiento. El conteo bacteriano también depende de la incidencia de mastitis y el conteo de células somáticas, depende de la incidencia de mastitis subclínica (Bardales, W. 2013).

Ortiz, T. et al. (2014), manifiestan que la higiene y sanidad hace referencia a la salud de la ubre y se mide por el Recuento de Células Somáticas (RCS). Cuando las células aumentan por encima del nivel de 200.000/ml de leche se dice que la glándula está enferma y puede tener mastitis clínica, subclínica o crónica. La mastitis subclínica se identifica mediante la prueba de California (CMT) y en el hato se debe hacer control para identificar a los animales afectados. Dependiendo del resultado de la prueba CMT, se puede relacionar con el recuento de células. Por su parte, las mastitis clínicas se detectan mediante los cambios de las características de la leche: color, olor, viscosidad o presencia de grumos.

c. Índices de una leche de buena calidad

La leche de buena calidad es aquella que cumple sin excepción con todas las características higiénicas, microbiológicas y composicionales y que en consecuencia concuerda con la definición legal y las expectativas nutricionales puestas en ella. Para fabricar productos lácteos de buena calidad es imprescindible contar con una materia prima de iguales características: el procesador no puede

devolver o incorporar una calidad inexistente y solo podrá, en algunos casos, “disimular” la mala calidad y lograr que la leche o el derivado fabricado con ella pueda ser apto para el consumo (Meyer, I. 2006, citado por Picco, J. 2011).

Gonzales, P. (2015), indica que para que una leche sea considerada como de buena calidad, esta debe registrar a su evaluación:

- Alto nivel de sólidos: 10.4 g/100 g como mínimo (NTP 202.001-2010).
- Alto nivel de grasa: mínimo 3.2 g/100 g.
- Buena densidad: 1.0296 a 1.0340 g/cm³ a 15 °C.
- Punto de congelación máximo de -0.540°C y no presentar sustancias extrañas (calostro, medicamentos, desinfectantes, antiparasitarios, detergentes).
- Baja carga microbiana y de células somáticas: 500,000 por ml en cada caso.
- No cortar ante la prueba de alcohol (74°).
- Tener de 0.13 a 0.18 g de ácido láctico por 100 ml (13° a 18° Dórníc).
- Tiempo de reducción del azul de metileno (mínimo cuatro horas).

Martínez, R. et al. (2011), señalan que la aceptación de la leche cruda en los centros de acopio o en las procesadoras depende del resultado de la evaluación de su calidad. Una leche de buena calidad higiénico-sanitaria es aquella que reúne las siguientes características:

- Color y olor aceptables
- Acidez 1.3-1.6 g/L
- Prueba de alcohol al 72%, negativa
- Bajo contenido de bacterias mesofílicas aerobias
- Bajo contenido de células somáticas
- Libre de microorganismos patógenos
- Libre de residuos químicos e inhibidores

El INEN (2015), en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2015, señala que la leche considerada apta para el consumo humano debe cumplir con los requisitos que se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS PARA LA LECHE CRUDA.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Densidad relativa:	g/mL			NTE INEN 11
a 15 °C		1,029	1,032	
a 20 °C		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)**	h	4	-	NTE INEN 18
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasteurización, no se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en masa o 75 % en volumen. Para la leche destinada a ultra pasteurización, no se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en masa o 78 % en volumen.			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes	-	Negativo		NTE INEN 1500 NTE INEN 2401

Fuente: INEN. (2015).

De igual manera, la leche cruda debe cumplir con los requisitos microbiológicos especificados en el Cuadro 4.

Cuadro 4. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA LECHE CRUDA.

Microorganismo	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento colonias aerobias	5	2	2×10^4	5×10^4	NTE INEN 1529-5
Enterobacteriaceae (UFC/g)	5	1	10	10^2	NTE INEN-ISO 21528-2
S. aureus	5	2	10	10^4	NTE INEN 1529-14
Recuento células somáticas/mL	$< 5 \times 10^5$				ISO 13366-1

n: número de muestras a analizar

m: límite de aceptación

M: límite superior el cual se rechaza

c: número máximo de muestras admisibles con resultados entre m y M.

Fuente: INEN. (2015).

C. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE

Ortiz, T. et al. (2014), indica que el análisis de calidad se hace con los siguientes objetivos:

- Conocer la calidad composicional
- Conocer la calidad higiénica
- Conocer la calidad sanitaria
- Conocer el balance nutricional del hato
- Hacer correctivos y mejorar la rentabilidad.

Gonzales, P. (2015), reporta que la leche destinada al consumo humano debe conservar sus propiedades nutritivas y no provocar daños a la salud, por lo que se requiere que los productores implementen Buenas Prácticas de Ordeño, higiene y manejo adecuado del producto; tanto en las fases de producción como de obtención de la misma. Por consiguiente, consiste en producir una leche libre de microbios, sustancias extrañas y que contengan todos los elementos nutritivos. Las principales características que la garantizan son las siguientes:

- Tiene que ser limpia y sin impurezas.
- De color, sabor, olor característico y agradable.

- De bajo contenido bacteriano.
- Con una cantidad de sólidos totales mínima de 11.5%.

1. Pruebas de calidad sensoriales

La calidad sensorial u organoléptica está basada en la percepción a través de los sentidos en relación con atributos como olor, sabor y color de la leche (Martínez, R. et al. 2011).

a. Olor

La leche tiene la particularidad de absorber olores derivados de ciertos alimentos consumidos por la vaca antes del ordeño, por contacto con materiales, sustancias o ambiente de dudosa higiene (perolas destapadas cerca de gasolina, aceite, ensilaje, etc.); por lo tanto, la leche con olor no característico indica falta de calidad (Martínez, R. et al. 2011).

b. Color

El color normal de la leche es blanco. La leche adulterada con agua presenta un color blanco con tinte azulado; la leche proveniente de vacas enfermas con mastitis presenta un color gris amarillento con grumos; un color rosado indica presencia de sangre; una leche adulterada con suero puede adquirir una coloración amarillo-verdoso debido a la presencia de riboflavina. Cualquier color anormal en la leche conduce al rechazo de esta (Martínez, R. et al. 2011).

c. Sabor

El sabor natural de la leche es ligeramente dulce, por su contenido de lactosa. Algunas veces presenta cierto sabor salado por la alta concentración en cloruros al final del periodo de lactación, o por estar atravesando por estados infecciosos de la ubre (mastitis). Para prevenir problemas de salud no se recomienda probar la leche cruda (Martínez, R. et al. 2011).

2. Pruebas de calidad fisicoquímicas

a. Densidad

Esta prueba permite detectar adulteraciones en la leche por separación de grasa o por agregar leche descremada o agua (la densidad de la leche disminuye cuando se agrega agua). El valor de la leche de vaca debe tener al menos 1.029. La desventaja de tomar la densidad como parámetro para evaluar presencia de agua en la leche es que su lectura depende de todos los componentes, incluyendo la grasa, la cual tiene una amplia variabilidad, es decir, a mayor contenido de grasa mayor densidad. La densidad de la leche no debe determinarse cuando la leche está recién ordeñada, sino hasta después de 4 horas; la densidad incrementa gradualmente hasta que se estabiliza. Esta prueba se realiza con un lactodensímetro de Quevenne, calibrado a 15°C, con escala graduada entre 15 y 40, valores que corresponden a las milésimas de densidad, es decir, el número 32 del lactodensímetro indica la densidad de 1.032. Es necesario hacer una corrección por temperatura cuando no se lee a 15°C (Martínez, R. et al. 2011).

3. Pruebas de calidad higiénico-sanitarias

En las unidades de producción las condiciones de higiene y sanidad tienen un efecto importante en la calidad microbiológica de la leche; cuanto mayores sean los cuidados que se tengan en su obtención, menores serán los contenidos microbianos en la misma (Hernández, A. et al. 2009).

a. Acidez titulable

Martínez, R. et al. (2011), señalan que la leche cruda generalmente presenta una acidez de 1.3 a 1.6 g/L, expresada como ácido láctico. En la acidez se determina la suma de la acidez natural de la leche (caseínas, sustancias minerales, ácidos orgánicos y fosfatos) y la acidez desarrollada (ácidos orgánicos generados a partir de la lactosa por crecimiento microbiano). Cuando la carga microbiana es muy alta, la acidez alcanza un valor alrededor de 2.2 g/L, ocasionando que las proteínas de la leche precipiten con el calentamiento, lo que indica que no puede ser sometida

al proceso de pasteurización. La leche recién ordeñada de vacas Jersey presenta en general mayor acidez que la de vacas Holstein, debido a la concentración más elevada de proteína. Se ha reportado que niveles por debajo de 1.3 g / L podrían indicar presencia de agua, neutralización de la leche con sustancias alcalinas o leche proveniente de vacas con mastitis. Niveles por encima de lo normal se presentan por almacenamiento prolongado de la leche sin enfriamiento, o por falta de higiene en su manejo. La acidez se mide en base a una titulación con hidróxido de sodio 0.1 N utilizando fenolftaleína como indicador.

b. Prueba de alcohol

En los centros de acopio de leche y en las industrias esta prueba es clave, y tiene la finalidad de detectar la estabilidad térmica de la leche cruda; es decir, si la leche tiene la capacidad de resistir altas temperaturas de procesamiento sin presentar coagulación visible. Si la muestra es inestable, la leche se coagula, lo que indica que no es apta para su procesamiento. Resultados positivos a la prueba de alcohol generalmente se deben a un elevado grado de acidez; algunas muestras que presentan acidez de 1.3 a 1.6 g/L y pH de 6.6 normales dan positivo a la prueba principalmente por altos contenidos de cloruros, calcio y sodio, o por la presencia de calostro en la leche (Piñeros, G. et al. 2005).

Para la determinación de esta prueba se mezcla la leche con igual volumen de etanol al 72 % (v/v), ya que el alcohol a esa concentración produce coagulación de la leche cuando la acidez es igual o mayor a 22.5 mL NaOH 0,1N/100mL (Martínez, R. et al. 2011).

c. Prueba de reductasa

Este es un indicador indirecto de la multiplicación de las bacterias presentes en la leche. Se emplea el azul de metileno para evaluar la calidad microbiológica de la leche. El tiempo que tarda en pasar el azul de metileno de su forma oxidada (azul) a la reducida (incolores) bajo condiciones controladas es proporcional a la calidad sanitaria de la leche, aunque no es posible establecer con exactitud la cantidad de microorganismos (Martínez, R. et al. 2011).

Existen otros factores que pueden afectar el tiempo de reducción, entre ellos el tipo de microorganismo, el número de leucocitos y la tendencia de la leche a elevar los microorganismos hacia la superficie a medida que se va separando la crema en el tubo de prueba. Esta prueba no es muy apropiada para la evaluación de la calidad higiénica de las leches refrigeradas, debido a que se relaciona con el recuento de bacterias mesófilas (temperatura óptima: 25 a 40 °C) pero no con las psicrófilas (temperatura óptima: 10 a 20 °C) ni con las bacterias termodúricas (resisten la pasteurización). La presencia de antibióticos e inhibidores en leche distorsiona los resultados de la prueba (Piñeros, G. et al. 2005).

La prueba consiste en teñir la leche con el colorante azul de metileno e incubar a 37 °C. Si el contenido de microbios es alto se decolorará rápidamente volviendo a su color blanco; al contrario, si existen pocos microorganismos, el color azul se pierde lentamente. Esta prueba debe realizarse dentro de un lapso no mayor de 4 horas desde la toma de la muestra; si se toman muestras en campo no debe exceder las 8 horas. En ambos casos las muestras deben mantenerse a una temperatura entre 0-5 °C hasta el inicio de la prueba (Martínez, R. et al. 2011).

d. Cuenta total de bacterias

La Cuenta Total de Bacterias (CTB) es el principal indicador de la calidad higiénica de la leche cruda. La carga microbiana inicial de la leche está directamente relacionada con la limpieza de los utensilios, el almacenamiento de la leche y el transporte. Un conteo mayor de 400,000 UFC/mL indica deficiente higiene y desinfección de los ordeñadores, baldes, utensilios en contacto con la leche y equipo de ordeño (Martínez, R. et al. 2011).

e. Cuenta de células somáticas

El Conteo de Células Somáticas (CCS) es una prueba de rutina que se utiliza como indicador de la calidad de la leche y de la salud de las ubres. Conteos superiores a 400,000 CCS/mL se sospecha de mastitis subclínica (Martínez, R. et al. 2011).

El aumento del CCS está asociado a consecuencias negativas en la leche fluida y

derivados, tales como disminución en el rendimiento quesero hasta del 4%, aumento del tiempo de formación de la cuajada, pérdida de proteína del suero, probabilidad de presentar sabor rancio en queso y mantequilla, disminución de la vida de anaquel de la leche fluida y de productos derivados (Reyes, G. et al. 2010).

Los métodos rápidos para la evaluación de células somáticas incluyen la citometría de flujo y espectroscopia de infrarrojo, los cuales arrojan en pocos minutos resultados confiables (Martínez, R. et al. 2011).

D. MASTITIS

1. Importancia

Se trata de una enfermedad íntimamente ligada a la producción de leche y una de las principales causantes de las pérdidas económicas en esta actividad si es que no se toman las medidas correspondientes, principalmente en lo que concierne a las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO). Se define como la inflamación de uno o más cuartos (pezones) de la ubre. Las bacterias que causan mastitis ingresan por el canal del pezón, penetran a las células fabricadoras de leche y se multiplican en ellas. Los millones de bacterias que se encuentran en los cuartos de la ubre salen afuera durante el ordeño junto con la leche y en este momento contaminan las manos del ordeñador, baldes, jarrones de ordeño y los suelos (Gonzales, P. 2015).

La mastitis, es una enfermedad compleja por su etiología, patogénesis, y tratamiento. La mastitis puede ser causada por varios factores, entre ellos el mal funcionamiento del equipo de ordeño y la falta de higiene, lo que favorece la penetración de microorganismos patógenos. Desafortunadamente estos agentes no solo entran a la glándula mamaria, sino que son capaces de sobrevivir y multiplicarse en número suficiente para producir infección. La mastitis es producto de la interacción entre el animal, el ambiente y los microorganismos (triada epidemiológica). El hombre tiene un papel importante en la presencia de la enfermedad, ya que es el responsable de utilizar malas prácticas de higiene. La mastitis puede ser causada por más de 137 especies bacterianas: entre las más comunes están *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*. *Streptococcus*

dys galactiae, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*; otros agentes ecológicos menos frecuentes son *Arcanobacterium pyogenes*, *Prototheca*, *nocardias*, levaduras y micoplasmas (Martínez, R. et al. 2011).

2. Tipos de mastitis

a. Mastitis clínica

En los casos de mastitis clínica, el cuarto infectado en general se inflama. Algunas veces, las vacas sienten dolor cuando se le toca la ubre. La leche se encuentra visiblemente alterada por la presencia de coágulos, descamaciones y, en algunos casos, incluso sangre. Para el tratamiento de la ubre hinchada, se recomienda ordeñar el o los cuartos afectados cada dos horas. Con ayuda del veterinario, se realiza la aplicación de antibióticos como penicilina, neomicina, cefalosporina u oxitetraciclina. Asimismo, se debe apoyar masajeando la ubre externamente con ungüentos antiinflamatorios (Gonzales, P. 2015).

De acuerdo a Simão, M. et al. (2015), la mastitis clínica es más fácil de ser detectada, generalmente causa la disminución del consumo de alimentos, la vaca presenta la ubre inflamada (con aumento de volumen, enrojecida y caliente) y la leche con grumos, pus o sangre. Para el mejor control de este tipo de mastitis se debe hacer la prueba de la taza de fondo negro en todos los ordeños.

b. Mastitis Sub Clínica

La mastitis sub clínica no es perceptible a simple vista. La vaca parece saludable, la ubre no presenta ningún signo de inflamación y la leche parece normal. Para poder detectar la mastitis sub clínica, se debe realizar la prueba de California Mastitis Test (Gonzales, P. 2015)

Bardales, W. (2013), señala que la mastitis subclínica es la que más importa, debido a que no se observan síntomas de su presencia, sin embargo tiene efectos negativos en la producción y la calidad de la leche; se estima que la mastitis sub clínica es responsable de un 20% de la disminución de la capacidad de producción

de leche. Ésta se controla con un ordeño correcto, el cual depende de las prácticas de ordeño, del equipo de ordeño funcional y de una rutina de ordeño adecuada, pero deben homogenizar procedimientos. Por lo tanto un programa de mejora para producir calidad de leche debe partir de un buen proceso de ordeño para prevenir o controlar la mastitis. Por cada vaca con mastitis clínica, puede haber de 10 a 20 con mastitis subclínica. Se presenta todo el año, aunque no se vean siempre hay casos de mastitis subclínica.

La adopción de procedimientos básicos de higiene es fundamental, se debe lavar las manos antes y durante los ordeños, después de ir al servicio sanitario, mantener el cabello amarrado y uñas cortadas; usar ropa, delantales y botas limpias. Todo esto contribuye a mejorar la salud de las vacas y la calidad de la leche. Además de cuidar la higiene personal, el ordeñador debe cuidar de su salud, realizándose exámenes de rutina (Simào, M. et al. 2015).

c. Mastitis contagiosa

Simào, M. et al. (2015), reportan que la mastitis contagiosa es causada por microorganismos que están presentes en la ubre y son transmitidas por las manos de los ordeñadores y el equipo de ordeño. Estos microorganismos entran en el canal del pezón y causan la infección. Este tipo de mastitis es fácilmente transmitida de un animal a otro, durante el ordeño, por eso la importancia de adoptar Buenas Prácticas de higiene y desinfección.

d. Mastitis ambiental

La mastitis ambiental es causada por microorganismos presentes en el ambiente (suelo, camas, material vegetal, pisos de los corrales, etc.), ocurre con mayor frecuencia en periodos calientes y húmedos. El mayor riesgo de contagio es inmediatamente después del ordeño, cuando los esfínteres (orificios) de los pezones aún están abiertos y la vaca se acuesta sobre el suelo o material contaminado, facilitando la entrada de microorganismos al canal del pezón, lo que lleva a la infección. En cuanto al diagnóstico, la mastitis puede ser clasificada como clínica y subclínica (Simào, M. et al. 2015).

3. Test de Mastitis de California (CMT)

Martínez, R. et al. (2011), indican que la prueba de California es uno de los métodos más específicos para la detección de mastitis sub clínica. Se fundamenta en la reacción de un detergente no-iónico (aril alkil sulfonato de sodio) con las células presentes en la leche, (las desintegra), por lo que se forma un conglomerado que da un aspecto gelatinoso. Mientras mayor sea el número de células somáticas, más aparente será esta especie de gelatina y se dará una calificación mayor.

Ortiz, T. et al. (2014), señalan que cada 15 días se les debe hacer esta prueba a todas las vacas que están en ordeño y a todos los cuartos de las ubres que están produciendo leche.

Simão, M. et al. (2015), reportan que para realizar la prueba CMT se colecta la leche de cada pezón, en cada uno de los compartimientos de la raqueta, en seguida se inclina la raqueta hasta que la leche alcance la marca inferior (indicada en los compartimientos de la raqueta y que corresponden a 2 ml de leche); después se adiciona la solución CMT hasta llegar a la marca superior (aproximadamente 2 ml de solución). Hecho esto, se debe realizar movimientos circulares con la raqueta para provocar la mezcla de leche con la solución CMT para, seguidamente, hacer la lectura de la prueba. La lectura de CMT toma en cuenta la reacción de la leche con la solución CMT y el diagnostico debe ser siempre realizado por una persona capacitada. En el Cuadro 5, se reporta la interpretación de los resultados de la prueba de CMT.

E. BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO (BPO)

1. Importancia

Las buenas prácticas de higiene son medidas 100% preventivas, que aplicadas a las instalaciones, al manejo de las vacas en las fases de ordeño, conservación de la leche, limpieza y desinfección, reducirán significativamente el riesgo de contaminación de la leche cruda por material extraño, microorganismos o sustancias químicas. Con ello se protege de contaminaciones a los consumidores-

Cuadro 5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CMT.

Grado CMT	Reacciones observadas
Negativo	No hay formación de gel en la mezcla de leche con la solución CMT.
Traza (falso positivo)	Hay formación instantánea de gel en la solución, desapareciendo muy rápido.
Levemente positivo (+)	No hay alteración en la consistencia de la solución. Hay formación rápida de gel en el centro de la solución, que desaparece en seguida.
Positivo (++)	Hay una leve alteración en la consistencia de la solución. Hay formación de gel bien visible en la solución, con tendencia a disiparse si se continúa agitando.
Fuertemente positivo (+++)	Hay alteración en la consistencia de la solución. Hay fuerte formación de gel en la solución, no desaparece. Hay fuerte alteración en la consistencia de la mezcla.

Fuente: Simão, M. et al. (2015)

o procesadores, y además se crea una cultura de higiene en los productores para ofrecer un producto de calidad en las unidades de producción (Martínez, R. et al. 2011).

Las buenas prácticas de producción permiten obtener leche de excelente calidad higiénica, sanitaria y libre de residuos de antibióticos, lo cual lleva al incremento de la rentabilidad del hato ganadero por las bonificaciones a las que el productor tiene derecho o por las que pagan algunos acopiadores de manera voluntaria; además, dichas prácticas evitan que el productor sea penalizado (Ortiz, T. et al. 2014).

El Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG, 2012), indica que la aplicación de Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) en hatos lecheros de ganado bovino, involucra la planificación y ejecución de actividades, que favorecen al cumplimiento de los requisitos básicos para evitar la

contaminación de la leche (química, física y/o microbiológica) o reducirla a un nivel aceptable de tal manera que sea apta para el consumo humano. Los requisitos básicos se refieren a contar con instalaciones adecuadas para el ordeño, animales sanos, bajo condiciones aceptables para éstos últimos y en equilibrio con el medio ambiente, apoyándose en la implementación de las Buenas Prácticas de Ordeño, capacitación y motivación del personal encargado de las labores de producción de leche, materiales y utensilios de trabajo y el bienestar de los animales con capacidad productora de leche.

Infolactea.com. (2016), señala que las Buenas Prácticas de Ordeño es el procedimiento para extraer la leche de la ubre de vaca u otros mamíferos, garantizando el mínimo riesgo de contaminación de la leche, tanto por agentes de origen intrínseco (animal) como de origen extrínseco (ambiental).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO. 2011), reporta las buenas prácticas de ordeño se deben aplicar durante todo el proceso de obtención de la leche: el comportamiento diario de la persona que ordeña y su forma de actuar antes, durante y después del ordeño son clave para garantizar la inocuidad del producto. La implementación de las buenas prácticas de ordeño implica la ejecución de actividades que cumplen los requisitos mínimos para obtener leche apta para el consumo humano y luego procesarla adecuadamente al elaborar productos lácteos. Entre estos requisitos básicos se encuentran los siguientes: contar con instalaciones adecuadas para el ordeño; la capacitación y la motivación de las personas encargadas de las labores de ordeño; buen estado y limpieza de los materiales y utensilios de trabajo; y animales productores de leche saludables.

Además la FAO (2011), señala que la obtención de leche de calidad, aceptable para el procesamiento y el consumo humano, requiere cambios de actitud por parte de cada una de las y los productores ordeñadores. En este sentido, los esfuerzos de formación y capacitación están orientados a enseñar todas las actividades que comprenden las buenas prácticas de ordeño, las cuales deben realizarse antes, durante y después de esta actividad. Además, es necesario contar con leche de buena calidad por las siguientes razones:

- Porque se obtienen quesos y otros productos lácteos de mejor calidad.
- Porque así se tiene mayor posibilidad de vender la leche.
- Porque puede venderse a mejor precio.
- Porque se debe cuidar la salud de la familia y de la población que compra.

2. Requisitos de infraestructura

El SENASAG. (2012), señala que con el objetivo de reducir los riesgos de contaminación de la leche, que son ocasionados por agentes físicos, químicos o microbiológicos, es necesario que las instalaciones cumplan los siguientes requisitos de ubicación, diseño y construcción de las unidades de producción lechera:

- El diseño de los pasillos, corrales, pisos, y sistemas de drenaje no deben causar daño al animal.
- Las instalaciones deben permitir la limpieza, desinfección y mantenimiento.
- Deben ser de tamaño suficiente de tal manera que permitan realizar las actividades de la unidad de producción, como mover al ganado, realizar limpieza, suministro de insumos.
- Estar adecuadamente ventiladas y no expuestas a corrientes de aire.
- Los pisos por donde transite el ganado deberán estar acanalados para prevenir resbalones que puedan causar lesiones al animal.
- Los comederos usados para ofrecer forraje, concentrado y agua, deben estar contruidos y localizados de tal manera que el alimento no sea desperdiciado y/o contaminado.
- Los lugares en los que se encuentren los animales deben mantenerse limpios y libres de acumulaciones de estiércol, lodo y cualquier otra materia no deseable como residuos de alimento.

La unidad de producción (UP) de preferencia se ubicará fuera de los centros de población. La presencia de basureros, o predios aledaños a la UP que generen escurrimientos o despiden olores indeseables o partículas, son un factor importante que afecta la calidad de la leche. En tal caso se toman medidas que mitiguen los efectos adversos, como sembrar árboles que funcionen como barreras vivas,

construir canales de desvío y ubicar la sala de ordeño en el lugar que represente el menor riesgo de contaminación (SENASICA, 2009).

Con respecto a la ubicación de la sala de ordeño se ubicará en lugares que tengan mínimo riesgo de contaminación, de preferencia al menos a 100 m de distancia de otras actividades agropecuarias, como la producción de cerdos, ya que además de las descargas residuales, los olores son fuertes y pueden afectar la calidad de la leche (Martínez, R. et al. 2011).

a. Corrales de espera

De acuerdo a SENASAG (2012), los corrales de espera deben presentar las siguientes características:

- La disposición de los corrales no debe poner en riesgo la salud de los animales.
- Deben mantenerse limpios y libres de acumulaciones de estiércol, lodo y sustancias o desechos orgánicos que puedan contaminar el ambiente; evitando anidaciones de moscas u otros insectos y roedores.
- Debe contar con un área de separación para animales enfermos o bajo tratamiento cuya leche no sea apta para consumo humano.
- Los pisos deben ser de material lavable (Cemento de preferencia), que permitan una fácil limpieza con un desnivel no más del uno por ciento (1%) hacia el drenaje que permita evacuar excrementos y aguas de lavado.

b. Sala de Ordeño

Según el SENASAG (2012), la sala de ordeño es el espacio de mayor control de riesgos de contaminación de leche, debiendo cumplir las siguientes características generales:

- El área que corresponde a la sala de ordeño, debe ser bajo techo, delimitada del ambiente exterior, construida con materiales de fácil limpieza y desinfección de pisos, paredes, techos, y ventanas, drenaje adecuado, que permitan realizar un ordeño en buenas condiciones higiénico-sanitarias

- Las dimensiones del espacio donde se lleva el proceso de Ordeño, dependerán del número de vacas que se ordeñan y el número de ordeñadores. El espacio mínimo sin ser limitante, recomendado para vacas con terneros es de 2 m de largo por 3 m de ancho y para vacas sin terneros 1.2 o 1.5 m de largo por 3 m de ancho.
- El número de vacas a mantener en el plantel, determinará la dimensión total.
- Los techos deben presentar buenas condiciones estructurales e higiénicas.
- Debe contar con un comedero para ofrecer alimento a las vacas mientras se les ordeña, para que permanezcan tranquilas durante el ordeño.
- La Luz debe ser adecuada y suficiente.
- La iluminación artificial (lámparas, fluorescentes o focos), deben contar con protectores, cuando aplique, para evitar cualquier peligro físico, en el caso de ruptura. Además deben mantenerse limpios.

Planteles que no cuenten con un área fija para los procesos de ordeño (Establo portátil y ordeño manual), debe al menos contar con un sitio de uso exclusivo, localizados sobre un terreno de fácil drenaje, que permita realizar un ordeño en buenas condiciones sanitarias.

c. Almacenamiento de utensilios

Es el lugar donde se guardan las herramientas o utensilios de trabajo y se mantiene la leche fresca a temperatura ambiente con condiciones que prevengan el ingreso de roedores e insectos. El tamaño del Local debe estar acorde con la producción de leche que tenga el plantel, donde además se ubicara una pila para colocar los baldes o bidones con leche y un pasillo que permitirá el movimiento general del personal de ordeño. La puerta de acceso al Local de Utensilios, también se debe construir, con doble tela o malla milimétrica y un resorte fuerte, que asegure muy bien la puerta con el marco de madera (SENASAG., 2012).

d. Vestidores

Los vestidores para el personal de ordeño es el lugar que sirve para que los ordeñadores o empleados se cambien de ropa cada vez que realizan un ordeño.

Sus dimensiones dependerán del número de ordeñadores con dimensiones de al menos 1.8 metros de largo y 1.8 metros de ancho cada dos ordeñadores, con paredes y pisos de materiales que permitan el aseo y desinfección con una puerta de acceso con malla milimétrica, que permita una adecuada iluminación y ventilación (SENASAG., 2012).

e. Pediluvio

Estructura o pequeña pila con agua que facilita, antes de entrar a la sala de ordeño, la limpieza de los cascotes y las patas de las vacas. Las medidas recomendables del pediluvio son: 2 metros de largo por 1.5 metros de ancho y 25 centímetros de profundidad. Se ubica en la entrada que utilizan las vacas para llegar a la Sala de Ordeño. El pediluvio se mantiene lleno con agua limpia. El pediluvio debe tener un desagüe para facilitar su limpieza; cambiando el agua con la frecuencia requerida cada dos o tres días, de acuerdo a la suciedad generada durante su uso (SENASAG., 2012).

f. Drenajes

Los drenajes del local de ordeño deben ubicarse inmediatamente atrás de la posición que ocuparán las vacas al momento de ordeñarlas, y tendrán una profundidad mínima de 15 centímetros y un ancho de 30 centímetros. El sistema de drenaje debe desembocar a una fosa de tratamiento de efluentes que necesariamente deberá ser instalada para el plantel lechero a una distancia mínima de 20 metros de la sala de ordeño (SENASAG., 2012).

3. Requisitos de utensilios y equipos

Infolactea.com. (2016), indica que los utensilios y equipos empleados en los hatos para el manejo de la leche deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Deben estar fabricados con materiales resistentes al uso y a la corrosión, así como a la utilización frecuente de los agentes de limpieza y desinfección.
- Todas las superficies de contacto directo con la leche deben poseer un acabado

liso, no poroso, no absorbente y estar libres de defectos, grietas intersticios u otras regularidades que puedan atrapar partículas de alimentos o microorganismos que afectan la calidad sanitaria del producto.

- Todas las superficies de contacto con la leche deben ser fácilmente accesibles o desmontables.
- Los ángulos internos de los equipos en contacto con la leche deben poseer una curvatura continua y suave, de manera que puedan limpiarse con facilidad.
- En los espacios interiores en contacto con la leche, los equipos no deben poseer piezas o accesorios que requieran lubricación ni roscas de acoplamiento u otras conexiones que generen riesgo de contaminación.
- Las superficies de contacto directo con la leche no deben recubrirse con pinturas u otro tipo de material que represente un riesgo para la inocuidad del alimento.
- Las superficies exteriores de los equipos deben estar diseñadas y construidas de manera que faciliten su limpieza y eviten la acumulación de suciedad, microorganismos, plagas u otros agentes contaminantes de la leche.
- Las tuberías empleadas para la conducción de la leche deben ser de materiales resistentes, inertes, no porosos, impermeables y fácilmente desmontables para su limpieza y las partes de la goma, caucho o empaquetaduras deben ser de grado alimenticio y deberán reemplazarse según lo indique el fabricante.
- Las tuberías fijas se limpiarán y desinfectarán mediante la recirculación de las sustancias previstas para este fin.

4. El agua

El agua que se utiliza en el ordeño, será potable o potabilizada, por el contacto de esta con los ordeñadores, con los animales en el pre-ordeño, con los equipos y utensilios. De no utilizar agua potable es muy alto el riesgo de afectación de la calidad de la leche. En las unidades de producción es muy importante contar con agua suficiente e instalaciones adecuadas para su almacenamiento y distribución (Martínez, R. et al. 2011).

Dado que el 70% del agua que se utiliza en las explotaciones ganaderas tienen algún tipo de contaminación y que la susceptibilidad es alta en cuanto a la

contaminación microbiana (bacterias de origen fecal y *Pseudomonas*), como se ha observado en agua superficial y en agua subterránea (Martínez, R. et al. 2011), es necesario hacer algún tratamiento para mejorar la condición del agua en las lecherías. El cloro es un producto apropiado y recomendado para mejorar la calidad del agua, es de bajo costo y está disponible en cualquier lugar.

La red municipal generalmente suministra agua potable; de no contar con este servicio, o que el agua municipal no esté tratada, hay que potabilizar. El tratamiento más frecuente para la potabilización, por su facilidad y economía, es la cloración. En el Cuadro 6, se presenta la cantidad de cloro que se tiene que aplicar en 10, 100 y 1000 L de agua para obtener una concentración de 2 mg/L de cloro residual libre (Martínez, R. et al. 2011).

Cuadro 6. POTABILIZACIÓN DE AGUA Y COSTO APROXIMADO.

Cantidad de agua a tratar	Cantidad de cloro comercial
10 L	0.33 mL (8 gotas)
100 L	3.3 mL
1000 L	33.3 mL

Fuente: Martínez, R. et al. (2011).

De igual manera, Martínez, R. et al. (2011) señalan que si el agua contiene altas concentraciones de cloro, estas pueden ocasionar lesiones en las manos de los trabajadores, en las mucosas nasales y oculares por la volatilización, así como lesionar la piel del pezón de la vaca. Una práctica mal empleada en campo es la preparación de soluciones cloradas aplicando “una tapa” de cloro en 10 L de agua, la concentración resultante es de 36 mg / L, mucho mayor a los 2 mg / L que se recomienda.

5. Saneamiento

Infolactea.com. (2016), recomienda que todos los hatos lecheros implementen un plan de su uso para disminuir los riesgos de contaminación de la leche, que incluirá como mínimo los siguientes programas:

- Programa de limpieza y desinfección: Los procedimientos de limpieza y desinfección deben satisfacer las necesidades particulares del proceso. Cada establecimiento debe tener por escrito todos los procedimientos, incluyendo los agentes y sustancias utilizadas, así como las concentraciones o formas de uso y los equipos e implementos requeridos para efectuar las operaciones y periodicidad de limpieza y desinfección
- Programa de desechos sólidos y líquidos: Deben contar con áreas y procedimientos adecuados de almacenamiento temporal y disposición final para los desechos sólidos (Basuras) y líquidos, de tal forma que no represente riesgo de contaminación para la leche.
- Programa de Control de Plagas: Las plagas entendidas como dípteros, moscas, artrópodos, roedores u otros, deben ser objeto de un programa de control específico, el cual debe involucrar un concepto de control integral , esto apelando a la aplicación armónica de las diferentes medidas de control conocidas , con especial énfasis en las radicales y de orden preventivo.

6. Salud e higiene del personal de ordeño

El personal de ordeño debe estar en buen estado de salud y poseer un certificado médico que reconozca su aptitud, antes de iniciar las operaciones o manipulación de la leche, deberá lavarse y desinfectarse, además de tener la ropa adecuada y limpia al inicio de cada período de ordeño. No podrán realizar funciones de ordeño las personas con abrasiones de cortes expuestos en las manos antebrazos y aquellas que conozcan o sean sospechosas de sufrir o ser portadoras de una enfermedad susceptible de transmitirse a través de la leche. Cualquier persona afectada debe reportar la enfermedad o los síntomas de la misma al superior (Infolactea.com. 2016).

7. Programas de Capacitación

Infolactea.com. (2016), indica que el personal relacionado con la producción y recolección de la leche, según corresponda, debe recibir capacitación continua y tener las habilidades apropiadas en los siguientes temas:

- Salud y manejo Animal
- Proceso de Ordeño
- Practicas higiénicas en la manipulación de la leche
- Higiene personal y hábitos higiénicos
- Responsabilidad del manipulador

La capacitación estará bajo la responsabilidad del propietario o representantes de los hatos y podrá ser efectuado por estos, con personas naturales o jurídicas contratadas o por las autoridades sanitarias.

F. EL ORDEÑO

1. Definición e importancia

La Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (Agrocalidad. 2016), define al ordeño como el proceso de extraer leche de las glándulas mamarias de un mamífero, generalmente del ganado vacuno, siendo necesario que el animal se encuentre, o haya estado, preñado.

Gonzales, P. (2015), indica que el ordeño es el acto de extraer leche de la ubre de la vaca, luego de estimularla adecuadamente. La manera como este se realice incide en el éxito productivo de cada lactación.

Simão, M. et al. (2015), reportan que el ordeño sustentable es definido como aquel en el que el ordeñador emplea sus conocimientos y habilidades para realizar un buen manejo en todas las actividades desarrolladas para la obtención de leche. Para el desarrollo del ordeño sustentable es necesario que los ordeñadores conozcan su trabajo, realizándolo de forma correcta, paciente y cuidadosa, sin provocar estrés en las vacas. Los conocimientos sobre el comportamiento de las vacas lecheras y sobre las técnicas correctas para la realización del ordeño son puntos claves para la implementación de Buenas Prácticas de manejo en el ordeño y para la obtención de leche de alta calidad. También es necesario que el ordeñador sea capaz de percibir las necesidades de las vacas bajo sus cuidados y que guste de los animales y de su trabajo.

SENASAG. (2012), señala que en el proceso de ordeña, acorde al Código de Prácticas de Higiene para la leche y los productos lácteos (Norma Codex CAV/RCP 57-2004), es necesario aplicar prácticas de higiene eficaces con respecto a la piel del animal, el equipo de ordeño (si se utiliza), el manipulador y el ambiente general, tomando en cuenta la necesidad de reducir al mínimo y/o evitar la introducción de gérmenes patógenos a la leche procedente del entorno de ordeño, y de contaminación con residuos químicos procedentes de las operaciones de limpieza y desinfección, heces y otros. El ordeño debe realizarse en condiciones higiénicas, que incluirán

- Que las personas que realizan el ordeño sigan las reglas básicas de higiene.
- Emplear recipientes/equipos de ordeño, limpios y desinfectados.
- Limpieza de las ubres, tetillas, ingles, ijares y abdomen del animal.
- Evitar que la alimentación del ganado contamine el equipo, la leche y el entorno.
- Evitar cualquier daño al tejido de la tetilla/ ubre.
- Separar los animales con síntomas clínicos de enfermedad, ordeñándolos al último o con un equipo distinto, no mezclando la leche y dando otro uso y no el consumo.
- Animales sometidos a la aplicación de medicamentos que se eliminen por la leche deben ser separados, hasta cumplir el período de retiro especificado para el medicamento.

2. Tipos de ordeño

a. El ordeño manual

Como su nombre lo dice, consiste en que el ordeñador utilice las manos para extraer la leche de la ubre de la vaca. Según la forma de coger los pezones, existen dos formas de realizar este tipo de ordeño: ordeño a mano llena, mediante el cual se utilizan los cinco dedos de la mano para extraer la leche; y ordeño tipo pellizco, mediante el cual se utilizan dos o tres dedos de la mano, especialmente cuando los pezones son pequeños (Gonzales, P. 2015).

Éste es el sistema más antiguo de ordeño, sin embargo, aún es muy frecuente,

principalmente en pequeños rebaños. La inversión en equipos es baja, pero exige más esfuerzo del ordeñador. La estructura para realizar el ordeño manual generalmente es muy simple, pudiendo ser realizada en un corral o en un galerón. Hay situaciones en que las vacas quedan sueltas, sin ningún tipo de contención y, otras, en que las vacas quedan amarradas con cadenas o yugos. Es común "atar a las vacas" (amarrar las piernas traseras) en el momento del ordeño manual (Simão, M. et al. 2015).

b. El ordeño mecánico

El ordeño mecanizado posibilita la extracción de leche más rápido que en el ordeño manual, cuando es bien realizada, hay menor riesgo de contaminación. Generalmente, es realizada en un local específico, la sala de ordeño, que puede variar tanto en el tipo como en las dimensiones (Simão, M. et al. 2015).

Se lo realiza mediante máquinas de ordeño, se colocan unas copas en los pezones que se asemejan a la succión de sus crías. Este proceso genera mayores cantidades, comparado a al proceso manual, la leche cruda se almacena en tanques (Agrocalidad. 2016).

Para este tipo se requiere menos personal; ahorra tiempo y el trabajo del ordeñador se hace más sencillo. Realizado correctamente, permite extraer la leche en mejores condiciones de limpieza y aumenta el posible número de ordeños diarios; además, permite la uniformidad y aumenta el rendimiento. Un equipo de ordeño mecánico consta de pezoneras, mangueras y tuberías de conexión, tanque de recolección y sistema de control de vacío y presión. En el mercado, se encuentran diversos tipos de sistemas de ordeño: desde los equipos más sencillos (para una o dos personas y que pueden ser móviles), hasta los sistemas de ordeño más complejos, que requieren instalaciones especiales y que permiten refrigerar y almacenar la leche en tanques de frío. Para que la instalación de ordeño sea rentable, se necesita un número mínimo de vacas lecheras, con el fin de recuperar la inversión y cubrir el costo de mantenimiento y funcionamiento de las máquinas (Gonzales, P. 2015).

3. Actividades del ordeño

Infolactea.com. (2016), reporta que el ordeño debe llevarse a cabo en condiciones que garanticen la sanidad de la ubre, permita obtener y conservar un producto con las características de calidad que incluyen:

- Las operaciones de ordeño deben reducir la introducción de gérmenes patógenos provenientes de cualquier fuente y de residuos químicos procedentes de las operaciones de limpieza y desinfección.
- Antes del ordeño los animales deben estar limpios y verificar que la primera leche que se extrae tenga una apariencia normal, de otra forma estas leches deben rechazarse.
- El agua utilizada para la limpieza del equipo de ordeño, tanques de almacenamiento, otros utensilios y animales debe ser potable o desinfectada de tal manera que no contamine la leche.
- Los procesos de limpieza y secado de la ubre y pezones deben ser adecuados evitando daños en los tejidos
- .Deben usarse el sellador de pezones después del ordeño, al emplearse selladores de pezón o desinfectantes para éstos, debe evitarse la contaminación de la leche con tales productos.
- El equipo y utensilios deben ser diseñados y calibrados, de tal forma que no dañen los pezones durante las operaciones de ordeño, deben limpiarse y desinfectarse después de cada operación de ordeño.
- Los recipientes de leche deben ser lavados, desinfectados e inspeccionados antes de su uso y las empaquetaduras deben ser revisadas y reemplazadas periódicamente.
- Una vez depositada la leche en los recipientes, estos deben taparse y colocarse en un lugar fresco.

G. PROCESO DEL ORDEÑO

El desarrollo de una buena práctica de ordeño se divide en tres partes: antes, durante y después del ordeño (Gonzales, P. 2015).

1. Actividades antes del ordeño

Antes de iniciar el ordeño, hay que asegurarse de realizar las siguientes prácticas que incluyen la preparación del ganado, de la persona que va a ordeñar y de los utensilios que se van a utilizar durante el ordeño (FAO. 2011).

a. Limpieza del local de ordeño

El piso y las paredes del local de ordeño deben limpiarse todos los días antes de ordeñar con agua y detergente, retirando residuos de estiércol, tierra, alimentos o basura (FAO. 2011).

b. Orden del ordeño

El orden en que las vacas son ordeñadas es llamado línea de ordeño. Cuando se vaya a esquematizar la línea de ordeño, recuerde respetar la individualidad de las vacas, no mezcle en la misma batería, animales que no son compañeros (Simão, M. et al. 2015).

Debe planificarse el orden del ordeño: primero se ordeñarán las vacas primerizas, luego vacas viejas y por último, las vacas con problemas. Así, se evitará el contagio de enfermedades como la mastitis dentro del hato (Gonzales, P. 2015).

Cuando no se cuenta con equipo de ordeño y son pocos animales, no es posible seguir el orden indicado, también hay que apartar la leche de las vacas con mastitis y la de las vacas en tratamiento médico (Martínez, R. et al. 2011).

c. Arreado de la vaca

Las vacas a ordeñar deben ser separadas en un solo lote para ser llevadas a la zona de ordeño despacio y con la mayor tranquilidad, evitando los golpes (Gonzales, P. 2015).

Es importante arrear a la vaca con tranquilidad y buen trato, proporcionándole un

ambiente tranquilo antes de ordeñarla. Esto estimula la salida de la leche de la ubre (FAO. 2011).

d. Horario fijo de ordeño

Las vacas deben ordeñarse siempre a la misma hora y en el mismo lugar, en el cual debe haber agua y alimento disponible. También se debe evitar la presencia de perros, gatos, etc. (Gonzales, P. 2015).

e. Amarrado de la vaca

La inmovilización de la vaca durante el ordeño se realiza con un lazo, que debidamente amarrado a las patas y cola de la vaca (rejo), permite sujetarla, dando seguridad a la persona que va a ordeñar y previniendo algún accidente, como patadas de la vaca al ordeñador, o que la vaca tire el balde de la leche recién ordeñada (FAO, 2011).

f. Preparación y lavado de los utensilios de ordeño

Los utensilios de trabajo a utilizar son: baldes plásticos (tanto para el traslado de agua y el lavado de pezones como para la recogida de la leche), mantas y cubetas. Los utensilios de ordeño deben ser lavados con agua y jabón antes del ordeño. Aunque se conoce que estos utensilios se lavan correctamente después del ordeño, lo mejor es revisarlos antes de usarlos para eliminar la presencia de residuos, suciedad acumulada o malos olores que puedan contaminar la leche (FAO. 2011).

g. Condición del ordeñador

El ordeñador tiene como principal función la realización del ordeño, desarrollando todos los procedimientos necesarios para que sea bien conducido. Entre las responsabilidades del ordeñador, se destacan: cumplimiento de los horarios de ordeño, preparación de las instalaciones, monitoreo de la salud de las vacas, realización del ordeño y monitoreo de la calidad de la leche. Dentro de las competencias personales, el ordeñador debe demostrar paciencia, habilidad y

sensibilidad en el manejo de las vacas. El ordeñador debe conocer los procedimientos para el mantenimiento adecuado de las instalaciones y de los equipos, además de contar con los medios para garantizar buenas condiciones de salud para sí mismo y para los animales. Debe conocer también el comportamiento de los bovinos y las mejores formas para manejarlos. Y además de todo, debe tener conciencia de la importancia de su trabajo para el buen desempeño del ordeño (Simão, M. et al. 2015).

El ordeñador debe gozar de buena salud para evitar la contaminación de la leche. Asimismo, tiene que usar mandil y gorra blancos y limpios, y evitar el uso de sortijas y tener heridas en las manos, así como tener las uñas cortadas y lavarse las manos con abundante agua y jabón antes y después del ordeño (Gonzales, P. 2015).

h. Flameo del pelo de la ubre

Bardales, W. (2013) y Gonzales, P. (2015), indican que se debe realizar el flameo del pelo de la ubre para mejorar la limpieza de la ubre y de los pezones, ya que, al no existir pelos en los pezones, presentes mayormente en vacas con ordeño sin ternero, se evita que la suciedad se quede en los mismos y el secado de los pezones al momento de lavar se realiza de manera más eficiente, también se evita el goteo de agua.

i. Limpieza de los pezones

En los casos en que los pezones estén muy sucios, es necesario que sean lavados. Direccione el chorro de agua para el pezón, tenga cuidado de no mojar la ubre de la vaca. Al mojar la ubre, se aumenta el riesgo de que el agua sucia del lavado se escurra y entre en el balde, contaminando la leche. No es recomendado lavar a las vacas en la sala de espera, pues aumenta el riesgo de contaminación de la leche. Sin embargo, cuando las vacas estén muy sucias o en días de mucho calor, se puede optar por lavar o mojar a las vacas. En esos casos, es importante asegurarse de que las vacas no sean ordeñadas mientras estén mojadas (Simão, M. et al. 2015).

j. Estimulación de la vaca

La estimulación de la vaca se realiza al estar limpiando, lavando y desinfectando los pezones. Un buen manejo de los pezones propicia que el sistema nervioso central envíe una señal al cerebro para que secrete la oxitocina. La preparación de los pezones se realiza en alrededor de 1 minuto. Después de este tiempo se va reduciendo el efecto de la oxitocina y con ello la estimulación para la bajada de la leche (Martínez, R. et al. 2011).

k. La prueba de la taza de fondo negro

Se debe realizar la prueba de la taza de fondo negro para diagnóstico de mastitis clínica en todas las vacas y en todos los ordeños. Además de la prueba de fondo negro, se puede efectuar la palpación de la ubre en casos de sospecha de mastitis, ubres más rígidas de lo normal, calientes y enrojecidas es señal de mastitis (Simão, M. et al. 2015)

k. Prueba de California Mastitis test

La implementación de esta prueba es muy importante para la producción de leche, debido a que permite identificar los problemas de mastitis sub clínica en las vacas en producción, la cual es responsable de pérdidas entre los 12 a 20% de la producción de la leche y del incremento de la acidez de la misma. Esta prueba permitirá identificar las vacas con problemas de mastitis subclínica, se deberá practicar una vez por semana en tanque o porongo y cada 2 semanas de manera individual a las vacas (Bardales, W. 2013).

2. Actividades durante el ordeño

El ordeño debe ser eficiente e higiénico, requiere de una consistente higiene de la ubre, el objetivo de un buen ordeño es asegurarse que se realiza en pezones limpios y con ubres bien estimuladas, que la leche es extraída en forma rápida y eficiente. Aunque el enfoque “una misma rutina para todos” no se puede aplicar para rutinas de ordeño, existen principios para la preparación de las vacas para

lograr una producción de leche de buena calidad. La rutina adecuada de ordeño debe incluir: inspección, limpieza del pezón, despunte, presellado, secado del pezón, colocación de la unidad, ajuste y retiro (Bardales, W. 2013).

a. Ropa adecuada para ordeñar

La persona encargada del ordeño debe vestir ropa de trabajo que incluya gabacha y gorra. De preferencia, debe usar prendas de color blanco para observar y conocer a simple vista el nivel de limpieza que se mantiene durante el proceso de ordeño. Estas prendas de vestir deben ser utilizadas única y exclusivamente durante el ordeño (FAO. 2011).

b. Lavado y desinfección de manos

Se deben lavar las manos con jabón, y luego desinfectarse al inicio del ordeño y cada vez que se ensucien. De preferencia, se recomienda usar guantes de goma (Gonzales, P. 2015. Bardales, W. 2013).

c. Lavado de pezones

El lavado de pezones de la vaca debe realizarse siempre que se va a ordeñar, ya sea con o sin ternero. Cuando se ordeña con ternero, el lavado de pezones se realiza después de estimular a la vaca, pues también se debe lavar la saliva del ternero que queda en los pezones. El agua que se utiliza para el lavado de pezones debe ser agua limpia y tibia, por lo que se debe calentar previamente. No se debe lavar la ubre de la vaca, ya que resulta muy difícil secarla en forma completa y el agua puede quedarse en la superficie, mojar las manos del ordeñador o caer en el balde, lo cual contamina la leche (FAO. 2011).

d. Secado de pezones

Los pezones de la vaca se deben secar utilizando una toalla. La toalla se tiene que pasar por cada pezón unas dos veces, asegurando que se sequen en su totalidad (FAO. 2011).

e. Despunte, eliminación y examen de primeros chorros

Consiste en eliminar el primer chorro de leche para desechar bacterias, y examinar la leche en un tazón de fondo oscuro. Con este procedimiento, se puede detectar anomalía de la leche, como grumos, pus (mastitis clínica), sangre y, además, se puede disminuir la cantidad de bacterias en los pezones (Gonzales, P. 2015).

f. Pre sello

El pre sello es la inmersión de al menos las tres cuartas partes del pezón en una solución que puede ser yodo, cloro o clorhexidina, con ayuda de un aplicador diseñado especialmente para ello. El pezón tiene que permanecer inmerso en la solución al menos 30 segundos (Martínez, R. et al. 2011).

g. Colocación y alineamiento de pezoneras (ordeño mecánico)

Se colocan las pezoneras alrededor de un minuto después de eliminar los primeros chorros. Al colocar las pezoneras, se doblan los tubos de estas para que no entre aire. Además, las pezoneras tienen que ser colocadas sin doblar. Se deben ajustar, por si cae o se afloja para evitar fuga de vacío y reflujos de leche. El ordeño no debe durar más de siete minutos (Gonzales, P. 2015).

h. Ordeñado (manual) de la vaca

El ordeño debe realizarse en forma suave y segura. Esto se logra apretando el pezón de la vaca con todos los dedos de la mano. Para garantizar que la leche salga sin mayor esfuerzo, se deben realizar movimientos suaves y continuos; esto se tiene que repetir hasta que la cantidad de leche contenida en la cisterna de la ubre no permita mantener la presión sobre el pezón (FAO. 2011).

El ordeño no debe prolongarse más de 6 a 8 minutos, que es el tiempo que dura la secreción de la oxitocina y permite la bajada de la leche. Un ordeño incorrecto puede ocasionar lesiones o deformaciones en los pezones y retención de la leche por parte de la vaca (Ortiz, T. et al. 2014).

i. Retiro de pezoneras (ordeño mecánico)

Antes de retirar las pezoneras, hay que cortar el vacío. No debe hacerse apoyo. Es oportuno para evitar el sobre ordeño, evitar pesas para escurrido y cerrar la fuente de vacío antes de retirar la unidad (Gonzales, P. 2015 y Bardales, W. 2013).

j. Sellado de pezones

Al terminar el ordeño, es necesario efectuar un adecuado sellado de los pezones de la vaca, introduciendo cada uno de los pezones en un pequeño recipiente con una solución desinfectante a base de tintura de yodo comercial. Esta solución debe prepararse utilizando dos partes de agua y una de tintura de yodo comercial. Recuerde que cuando se ordeña con ternero no es necesario realizar el sellado de pezones, ya que cuando el ternero mama las tetas de la vaca está sellando los pezones con su saliva en forma automática (FAO. 2011).

Se aplica el sellador para proteger la piel de la resequedad y proveer de una barrera de protección contra bacterias, ya que la teta queda húmeda de leche y es un medio de cultivo excelente. Se debe hacer el sellado inmediatamente después de retirar las pezoneras o de haber hecho el ordeño manual, pues esto reduce el ingreso de patógenos a la ubre. Después del sellado, se tiene que procurar que las vacas estén paradas por lo menos 30 minutos (Gonzales, P. 2015 y Bardales, W. 2013).

k. Desatado de las patas y la cola de la vaca

Al terminar de ordeñar, se debe proceder a desatar las patas y la cola de la vaca con tranquilidad. Si el ordeño fue con ternero, se le permite que mame el resto de leche contenida en la ubre (FAO. 2011).

3. Actividades después del ordeño

Después del ordeño, asegúrese de realizar las siguientes prácticas y recomendaciones para cuidar los utensilios que utilizó, limpiar el área de trabajo y mantener un registro de la leche luego del ordeño (FAO. 2011).

a. Suministro de alimento

Suministre alimento para las vacas después de la salida de la sala de ordeño. Al ofrecer el alimento se disminuye la probabilidad de que la vaca se acueste. Es fundamental que ella permanezca de pie, por lo menos 30 minutos. En este tiempo, el esfínter del pezón se cerrará, disminuyendo el riesgo de mastitis ambiental. Además de eso, ellas quedarán condicionadas a entrar y salir de la sala de ordeño, facilitando el manejo (Simão, M. et al. 2015).

b. Pesado, registro y filtrado

Gonzales, P. (2015), recomienda que en primer lugar se debe pesar la cantidad de leche ordeñada de cada vaca, anotar la producción de leche en un cuaderno y filtrar la leche, utilizando una tela blanca para evitar el paso de impurezas.

Martínez, R. et al. (2011), indican que la leche que se obtiene tanto del ordeño manual como del ordeño mecánico debe ser filtrada para eliminar impurezas que son causa de multiplicación de bacterias. En el ordeño manual la leche es colectada en cubetas u otro tipo de recipiente y después se vacía en perolas o tanques. Estas deben estar provistas de un filtro o colador de tela mosquitero o tela de algodón para retener partículas de tierra, insectos, pelo de los animales, pasto, alimento balanceado u otros materiales. Una vez lleno el tanque debe ser tapado para evitar la contaminación proveniente del ambiente.

Es recomendable retirar el filtro o colador con frecuencia para limpiarlo y evitar así la acumulación de impurezas. En el caso del ordeño mecánico se colocan filtros industriales en la línea de conducción o al final del proceso. Si la leche se vierte directamente a una cisterna de enfriamiento, la filtración se realiza de la misma forma. Estos filtros deben lavarse y desinfectarse en cada ordeño (Hernández, A. et al. 2009).

c. Traslado de la leche y almacenamiento

En cuanto al traslado, la leche puede ser llevada en bidones cuando los volúmenes

son pequeños o en cisternas de mayor volumen. Se puede transportar sin enfriar si el traslado es de corta duración, o enfriada si el transporte implica un largo tiempo de traslado que afecte su estado. Su transporte puede ser individual o colectivo si se concentra en centros de acopio de leche, y, usualmente, puede ser evaluada en calidad y enfriado antes de su traslado. El transporte tiene mucha importancia por ser un factor de costo considerable en muchos casos y posibilita el ingreso de leche de zonas alejadas al circuito comercial (Gonzales, P. 2015).

Se debe mantener la leche en baldes o recipientes debidamente cerrados, ubicados a la sombra. También se pueden colocar dentro de una pila con agua fresca, donde permanecerán con la leche hasta el momento en que se trasladen a la quesería o a la planta procesadora. Si la leche va a ser consumida por la familia debe hervirse antes durante 10 minutos para destruir los microorganismos causantes de enfermedades (FAO. 2011).

Gonzales, P. (2015), indica que la leche es un producto sumamente perecible y muy adecuado para el crecimiento microbiano, por eso, debe ser enfriada cuanto antes (máximo 1/2 hora después del ordeño).

d. Enfriamiento y conservación de la leche

La leche recién ordeñada tiene la temperatura corporal de la vaca (alrededor de 37°C). Esta temperatura es óptima para la multiplicación de las bacterias de la leche; además, es un excelente medio para el desarrollo microbiano. Por lo tanto, un manejo inadecuado de la leche hará que las bacterias se multipliquen modificando su calidad al grado de que no sea apta para procesamiento industrial ni para consumo humano. Por esta razón la leche debe ser enfriada a 4°C o menos, sin llegar a la congelación, inmediatamente después del ordeño ya que a esta temperatura disminuye el crecimiento bacteriano y se amplía el tiempo de almacenamiento en el establo (Martínez, R. et al. 2011).

La conservación implica mantener las condiciones nutritivas e higiénicas de la leche después del ordeño hasta su entrega a los consumidores directos, a los centros de acopio o a procesadores (Magariños, H. 2000).

e. Registro de la producción de leche

La FAO. (2011), señala que los registros de producción brindan información para el control de la producción de cada animal y los alimentos que consume, de manera que el productor o productora pueda calcular los beneficios que obtienen.

f. Lavado de los utensilios de ordeño

Los baldes, recipientes y mantas que se usaron durante el ordeño se deben lavar con abundante agua y jabón. El lavado de los utensilios debe efectuarse tanto por dentro como por fuera, revisando el fondo de los recipientes, de manera que no queden residuos de leche (FAO. 2011).

Bardales, W. (2013), indica que después de cada ordeño se debe realizar la limpieza e higienización del equipo de ordeño, a fin de garantizar la calidad de la leche en el siguiente ordeño, por lo que sugiere el siguiente proceso:

- Hacer un enjuague inicial con agua fría para eliminar los residuos de la leche.
- Lavado con agua tibia y detergente alcalino - clorado a la dosis y temperatura recomendada por el fabricante, escobillando minuciosamente las superficies.
- Enjuague final con agua fría para eliminar los residuos de detergente.
- Sanitizado con agua fría más cloro, antes del siguiente ordeño a 200 ppm de cloro disponible, sin enjuague posterior.
- Lavado ácido semanal con agua tibia, a la dosis y temperatura recomendada por el fabricante.

h. Limpieza del local de ordeño

El piso y las paredes del local de ordeño se deben limpiar con agua y detergente todos los días después de ordeñar, retirando residuos de estiércol, tierra, leche, alimentos o basura. Se recomienda realizar la desinfección del local de ordeño cada 15 días, utilizando lechada de cal. Con este producto se desinfectan las paredes, piso, lazos, comederos, bebederos y canales de desagüe (FAO. 2011).

i. Destino del estiércol y la orina

El estiércol y la orina del ganado se destinan al compostaje de la materia orgánica. Se elabora una mezcla de estiércol, orina, broza de bosque y tierra, la cual se introduce en fosas tipo trinchera o se acumula en pilas superficiales cubiertas con nailon negro. Se deja así durante tres meses para provocar la descomposición de la materia orgánica, la cual se incorpora luego al suelo donde están los cultivos (FAO. 2011).

4. Manejo de la leche de retiro y de descarte

Ortiz, T. et al. (2014), manifiestan que siempre que se tenga uno de los siguientes tipos de leche debe descartarse:

- La leche de vacas enfermas tratadas con antimicrobianos y que no han terminado el periodo de retiro.
- La leche de vacas con mastitis.
- La leche de vacas secadas con antimicrobianos y que paren antes de terminar el tiempo de retiro del mismo.

Deposite esta leche en el pozo séptico; no la utilice por ningún motivo para la alimentación de terneras o mascotas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental se realizó en la Comunidad Compañía Labranza filial a la Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de las Huaconas y Culluctús, que está localizada en la parroquia Sicalpa del cantón Colta, provincia de Chimborazo, ubicada a 4 km. del casco Parroquial y a 20 km de la ciudad de Riobamba. El tiempo de duración fue de 60 días.

En el Cuadro 7, se reportan las condiciones meteorológicas de la zona.

Cuadro 7. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

Parámetro	Promedio
Altitud, m.s.n.m.	3200 a 3600
Temperatura, °C	12.0
Humedad relativa, %	68.0
Precipitación, mm/año	1000 - 1500

Fuente: <http://www.municipiodecolta.gob.ec>. (2016).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Como unidades experimentales se consideraron 25 muestras de leche de la condición inicial e igual cantidad de muestras después de la aplicación de la Buenas Prácticas de Ordeño (BPO), para establecer la calidad físico-química, microbiológica y organoléptica de la leche obtenida después del ordeño; considerándose además muestras de las manos del ordeñador y de los recipientes que utilizan para el traslado de la leche (bidones); estableciéndose por consiguiente un total de 50 muestras, por parámetro experimental considerado.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES.

Los materiales, equipos e instalaciones utilizados fueron los siguientes:

1. Instalaciones

- Áreas de ordeño de los productores lecheros de la comunidad Compañía Labranza filial a la Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de las Huaconas y Culluctus.

2. Materiales y equipo de laboratorio

- Mandil.
- Botas.
- Cofia.
- Mascarilla.
- Guantes.
- Hisopos estériles.
- Reactivo C.M.T.
- Paleta para CMT
- Placas PETRIFILM
- Contador de colonias
- Hidróxido de Sodio
- Fenolftaleína
- Alcohol antiséptico al 80%
- Microscopio
- Máquina Ecomilk
- Lactodensímetro
- Titulador para prueba acidez 0.1 normal

3. Materiales de oficina

- Libreta.
- Esteros.
- Cámara fotográfica.
- Computadora.
- Impresora.
- Material bibliográfico.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo por tratarse del diagnóstico de las condiciones en que realizan el ordeño los productores lecheros de la comunidad Compañía Labranza filial a la Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de las Huaconas y Culluctus y en función de estos resultados elaborar el Manual de las Buenas de prácticas de ordeño y su implementación, no se consideraron tratamientos experimentales, sino que los resultados obtenidos respondieron a un muestreo completamente al azar para verificar el cumplimiento o incumplimiento de los parámetros requeridos, así como verificar si se mejoró o no la calidad de la leche en base a las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas de la leche obtenida después del ordeño.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales que se realizaron antes y después de la implementación de la Buenas Prácticas de ordeño fueron las siguientes:

1. Cumplimiento de actividades en base al Check List

En el Check List o lista de verificación de cumplimiento se consideraron los siguientes aspectos:

a. Rutina de ordeño

- Horario
- Alimento
- Lavado de ubres
- Secado de ubres
- Despunte
- Diagnostico
- Sellado de pezones

b. Ordeño

- Lavado de la manos
- Secado de la manos
- Lavado de equipos
- Almacenaje y lavado de materiales
- Almacenamiento de leche
- Temperatura
- Recipientes adecuados

c. Servicios básicos e higiene

- Agua potable
- Energía
- Alcantarillado
- Recolección de desechos sólidos
- Limpieza y desinfección
- Olores
- Tamiz de desinfección personas (pediluvio)

d. Identificación y sanidad animal

- Identificación
- Aislamiento por enfermedad.
- Descarte de enfermedades
- Mastitis
- Aftosa

e. Alimentación animal

- Balanceado
- Agua
- Sales minerales
- Pasto

f. Equipo de protección personal (seguridad)

- Mascarilla
- Jabón
- Botas de caucho
- Exámenes médicos
- Capacitación

2. Calidad físico-química de la leche

- Densidad
- Punto de congelación, °C
- Presencia de agua, %
- Grasa, %
- Sólidos no grasos, %
- Proteína, %
- Lactosa, %

3. Presencia microbiológica en la leche

- Staphylococcus sp, UFC/ml
- Coliformes totales, UFC/ml
- Escherichia coli, UFC/ml

4. Presencia de hongos

- En las manos del ordeñador, UPC/cm²
- En bidones, UPC/cm²

5. Valoración organoléptica de la leche

- Color:
- Blanco azulado, %
- Blanco mate, %

- Aroma característico, %
- Presencia de impurezas, %

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICANCIA.

Los resultados experimentales que se obtuvieron fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos según su caso:

- Prueba de Ji cuadrado (X^2), en los parámetros de cumplimiento en la lista de verificación, por ser datos cualitativos (porcentaje de cumplimiento), así como en la valoración organoléptica.
- Prueba t-Student, para establecer si existieron o no diferencias estadísticas por efecto de la implementación de las BPO, en los parámetros de la calidad físico-química y microbiológica de la leche.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Cumplimientos de los requerimientos

El diagnóstico del cumplimiento de los requisitos básicos que se realizan dentro del proceso del ordeño por parte de los pequeños productores campesinos de la Comunidad Compañía Labranza, se basó en la lista de verificación o Check List para establecer las condiciones iniciales, la misma que sirvió de base para proponer soluciones a las deficiencias encontradas para ser plasmada en la elaboración de Manual de Buenas Prácticas de Ordeño y su implementación en este sector.

2. Programa de capacitación

Esta actividad se lo realizó en dos momentos: en la primera capacitación se socializó la situación en la que se encontraba la Comunidad Compañía Labranza y la problemática que de ello se desprendía.

En la segunda capacitación se dio los lineamientos de la mejora que se pretendía

obtener y los beneficios, productivos, higiénicos y económicos esperados, realizándose esta capacitación en varios períodos de tiempo con la demostración e implementación de los contenidos en el Manual y que correspondían a la aplicación de las BPO.

3. Pruebas de laboratorio

Las prueba de laboratorio se realizaron para determinar la calidad de la leche en cuanto a sus características, físico-químicas, microbiológicas y organolépticas, para lo cual se tomaron muestras antes y después de la aplicación de las buenas prácticas de ordeño y poder confrontar sus resultados, para establecer su efectividad.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Cumplimientos de los requerimientos

El cumplimiento de los requisitos básicos dentro del proceso del ordeño, se realizó base a la lista de verificación o Check List que se lo efectuó de manera visual y registrándose sus resultados en la matriz correspondiente (Anexo 1), para luego expresar estos valores en porcentaje de cumplimiento.

2. Calidad físico-química de la leche

Para la determinación de las características físicas de la leche se utilizó el equipo Ekomilk Bond Total, que disponen los productores de esta comunidad, siendo este un analizador de leche fiable para medir la composición y las características de la leche en 40 segundos, que tiene anexado una impresora térmica y electrodos de pH (acidez)/temperatura y desgasificador integrados. No requiere reactivos y trae un sistema de limpieza automático incluido.

Las especificaciones de los parámetros de la leche estándar que están calibrados por defecto son los que se reportan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. ESPECIFICACIONES CALIBRADAS EN EL EKOMILK BOND TOTAL DE LOS PARÁMETROS DE LA LECHE.

Parámetro	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Grasas:	0,5%	12%	+/- 0,1%
SNG:	6%	12%	+/- 0,2%
Densidad:	1,0260g/cm ³	1,0330g/cm ³	+/- 0,0005g/cm ³
Proteínas:	2%	6%	+/- 0,2%
Punto de congelación:	-1,000°C	0°C	+/- 0,015°C
Agua añadida:	0%	60%	+/- 5%
Lactosa:	0,5%	7%	+/- 0,2%
pH	0,00	14	+/- 0,02
Temperatura	0°C	50°C	+/- 0,1°C
Conductividad (18°C):	2 mS/cm	20 mS/cm	+/- 1% mS/cm

Fuente: <http://www.ekomilk.eu>. (2017).

El Manual del usuario está disponible en el siguiente enlace; http://www.ekomilk.eu/Ekomilk%20Standard%20Ultra%20Bond%20Total%20with%20pH_manual%20Francais%20Espanol%20www.ekomilk.eu.pdf.

3. Presencia microbiológica en la leche

Los análisis microbiológicos se realizaron de acuerdo a la guía de cada una de las placas Petrifilm (3M™ Petrifilm™. 2015) y que se resumen en las siguientes actividades:

- Preparar una dilución de 1:100 mayor del producto
- Pesar o colocar con la pipeta el producto en un tubo de ensayo, añadir la cantidad apropiada de los siguientes diluyentes estériles: Solución amortiguadora de fosfato de Butterfield, agua peptonada al 0.1%, diluyente de sales de peptona, solución salina al 0.85 -0.90 %, caldo lethheen libre de bisulfito o agua destilada.
- Colocar la placa Petrifilm en una superficie nivelada, Levante la película superior. Con la pipeta perpendicular a la placa Petrifilm, colocar 1 ml de muestra en el centro de la película inferior.

- Cuidadosamente deslizar la película hacia abajo evitando atrapar burbujas de aire. No dejar caer la película superior.
- Suavemente aplicar presión en el esparcidor para distribuir el inóculo en un área circular antes de que se forme el gel. Esperar por lo menos un minuto para que el gel se solidifique.
- Incubar las placas, con el lado transparente hacia arriba, en pilas de hasta 10 placas. Incubar entre temperaturas de 35 a 37 °C durante dos horas. Después de la incubación, es posible que haya colonias pero que aún no sean visibles en la placa Petrifilm debido a que los indicadores se encuentran en el disco reactivo Petrifilm.
- Transfiera las placas Petrifilm a un incubador con temperatura de 62°C y realizar otra Incubación durante una a 4 horas.
- Con forceps estériles, quitar el disco reactivo redondo del marco cuadrado exterior. Levantar la película superior de la placa Petrifilm y colocar el disco reactivo Petrifilm en la cavidad de la placa. Baje la película superior. Para asegurarse que haya un contacto uniforme del disco reactivo Petrifilm con el gel y para eliminar las burbujas de aire, aplique presión suavemente en toda el área del disco.
- Incubar las placas con los discos reactivos de 1 a 3 horas a 35 - 37 °C.
- Las placas Petrifilm se pueden contar en el contador de colonias estándar o en otro amplificador iluminado. Las colonias se pueden aislar para proseguir con su identificación.
- Levante la película superior y recoja la colonia del gel.

4. Valoración organoléptica

Para la valoración de las características sensoriales se utilizaron formularios predefinidos que se les proporcionó a catadores no especializados, solicitándoles que valoraran los siguientes atributos:

- El color, determinando si este era blanco azulado o blanco mate.
- El aroma de la leche, si presentaba un olor característico o extraño
- Y la presencia o usencia de impurezas en la leche

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. DESCRIPCIÓN DE LA COCIHC

La Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de la Huaconas y Culluctús (COCIHC), fue creada por Acuerdo Ministerial N° 005883 del 12 de Noviembre de 1.993. Tiene su sede y domicilio en la parroquia Sicalpa del Cantón Colta, Provincia de Chimborazo. Las comunidades que la conforman son: Huacona San Isidro, Huacona Santa Isabel, Huacona La Merced, Huacona San José, Cotojuan, Asociación El Belén y Compañía Labranza. Las comunidades están conformadas por 225 familias de raza indígena. Se encuentran entre los 3200 a 3600 msnm, donde se nota la presencia de cultivos andinos como papa, habas, zanahoria; pastizales nativos un 90 % y recientemente se incorporó un total de 23 Ha de pasto mejorado en sus comunidades, además se dispone de un 20% de bosque y páramos en la zona y el riego está presente en un 60 % (Zabala, R. y Falconí, C. 2010).

La COCIHC, incluye a 225 familias (961 personas) de 10 comunidades, donde un 52% son mujeres y 48% son varones, de las cuales siete son proveedoras de leche. Huacona San Isidro. Huacona Santa Isabel. Huacona La Merced, Huacona San José. Cotojuan, Asociación El Belén y Compañía Labranza. El tamaño promedio de las unidades familiares es de 2.81 ha. Disponen de agua entubada y energía eléctrica. Los bovinos y ovinos representan el más importante capital familiar, en tanto que las especies menores tales como cuyes, cerdos y gallinas, contribuyen a la seguridad alimentaria familiar (Narváez, B. 2009).

B. VERIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS BÁSICOS DEL ORDEÑO

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del Check List o lista de verificación de cumplimiento antes y después de la aplicación de las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO), se reportan en el Cuadro 9 y los mismos que se analizan a continuación.

Cuadro 9. CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS BÁSICOS DEL ORDEÑO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO (BPO) POR PARTE DE LOS PRODUCTORES DE LA COMUNIDAD COMPAÑÍA LABRANZA

Item Actividad	Antes de la aplicación de BPO				Después de la aplicación de BPO				Valores tabulares			
	Cumple		No cumple		Cumple		No cumple		X ² _{cal}	Sigmf.		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%				
1 Rutina de ordeño	2	25,00	6	75,00	7	87,50	1	12,50	57,81	**	3,842	6,635
2 Ordeño	2	40,00	3	60,00	5	100,00	0	0,00	36,00	**	3,842	6,635
3 Almacenamiento de la leche	0	0,00	3	100,00	2	66,67	1	33,33	111,11	**	3,842	6,635
4 Servicios básicos y sanidad	2	28,57	5	71,43	5	71,43	2	28,57	59,18	**	3,842	6,635
5 Identificación y sanidad animal	2	40,00	3	60,00	5	100,00	0	0,00	36,00	**	3,842	6,635
6 Alimentación animal	1	12,50	4	50,00	5	100,00	0	0,00	76,56	**	3,842	6,635
7 Equipo de protección personal	1	20,00	4	80,00	5	100,00	0	0,00	64,00	**	3,842	6,635
Total	10	26,32	28	73,68	34	89,47	4	10,53	55,40		3,842	6,635

1. Sobre la rutina de ordeño

Sobre las actividades que realizan en la rutina del ordeño, en el diagnóstico se determinó que entre las actividades establecidas en el Check List, se cumplían únicamente el 25 % de ellas, por cuanto el ordeño lo realizan una sola vez al día, porque consideran esta actividad como complementaria, no suplementan a las vacas durante el ordeño ya que en su mayoría realizan esta actividad manualmente; por otra parte, generalmente lavan las ubres con agua que solo es entubada, por no disponer de agua potable y no utilizan papel secante para el secado, sino que lo hacían con una sola franela que lo utilizan en todas los animales, pero es de anotar que entre las actividades positivas que realizaban es controlar o hacer el diagnóstico visual de la leche para establecer la presencia de posibles infecciones de la ubre (mastitis).

Tomando en consideración las falencias encontradas, en el manual de Buenas Prácticas de ordeño se anotan las acciones correctivas que se implementaron y que muchas de ellas se basan en varios reportes bibliográficos como el SENASAG. (2012), que señala que con el objetivo de reducir los riesgos de contaminación de la leche, que son ocasionados por agentes físicos, químicos o microbiológicos, es necesario que los comederos usados para ofrecer forraje, concentrado y agua, deben estar contruidos y localizados de tal manera que el alimento no sea desperdiciado y/o contaminado y se mantengan limpios y libres de acumulaciones de estiércol, lodo y cualquier otra materia no deseable como residuos de alimento, además SENASAG (2012), que se debe contar con un comedero para ofrecer alimento a las vacas mientras se les ordeña, para que permanezcan tranquilas durante el ordeño. El agua que se utiliza en el ordeño, debe ser en lo posible potable o potabilizada, ya que de no utilizarse agua potable es muy alto el riesgo de afectación de la calidad de la leche (Martínez, R. et al. 2011). Otro aspecto que es importante es que hay que apartar la leche de las vacas con mastitis y la de las vacas en tratamiento médico, solo de esta manera, se podría decir que el ordeño debe ser eficiente e higiénico, cuando se propicie una consistente higiene de la ubre, el objetivo de un buen ordeño es asegurarse que se realiza en pezones limpios y con ubres bien estimuladas, que la leche es extraída en forma rápida y eficiente (Bardales, W. 2013).

Después de las capacitaciones correspondientes y al realizar la evaluación de la aplicación de las BPO, se estableció un cumplimiento del 87.50 % (gráfico 2), pero que es altamente significativo ($P < 0.01$) con respecto al cumplimiento antes de la implementación de las BPO, ya que no pudo cambiarse la utilización de agua potable para realizar la limpieza de los animales, ordeñador y equipos, por cuanto la Comunidad únicamente dispone de agua entubada y que no es potabilizada, así como un solo ordeño al día, ya que consideran a la producción de leche como una actividad complementaria, pero que es importante ya que de ella obtienen recursos económicos importantes.

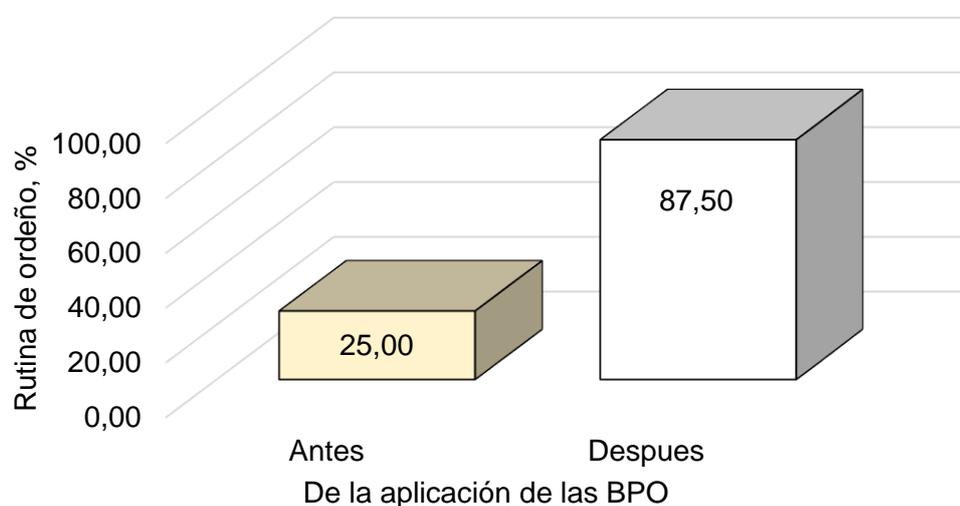


Gráfico 2. Cumplimiento de los requisitos básicos en la rutina de ordeño antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza.

2. Ordeño

En el control higiénico durante del ordeño antes de la aplicación de las BPO se determinaron errores importante, pues los ordeñadores antes y después de cada animal no se lavaban la manos con jabón líquido y desinfectante, sino lo hacían únicamente al inicio del ordeño, el secado no lo realizaban con toallas desechables y no se cumplía correctamente la limpieza del equipo de ordeño, baldes, tarros, litros y pezoneras después de cada ordeño con detergente y abundante agua caliente; en tanto que si se cumplía, aunque no correctamente el almacenamiento de los equipos y materiales utilizados y la limpieza de la sala o lugar del ordeño,

por lo que se estableció un cumplimiento de apenas el 40 %, siendo por tanto necesario la implementación de las BPO con lo que se logró alcanzar un cumplimiento altamente significativo y que llegó al 100 % (gráfico 3), cumpliendo por tanto lo reportado por Gonzales, P. (2015), quien indica que la calidad higiénica y sanitaria de la leche depende de cuatro factores: rutina de ordeño, limpieza de equipo, enfriado de la leche e incidencia de mastitis, siendo el responsable de estas actividades de aplicación y control el ordeñador, por cuanto toda superficie que esté en contacto con la pezonera o con las manos, en caso de ordeño manual, debe estar limpia y seca, por lo que adicionalmente Gonzales, P. (2015), señala que la leche destinada al consumo humano debe conservar sus propiedades nutritivas y no provocar daños a la salud, por lo que se requiere que los productores implementen Buenas Prácticas de Ordeño, higiene y manejo adecuado del producto; tanto en las fases de producción como de obtención de la misma.

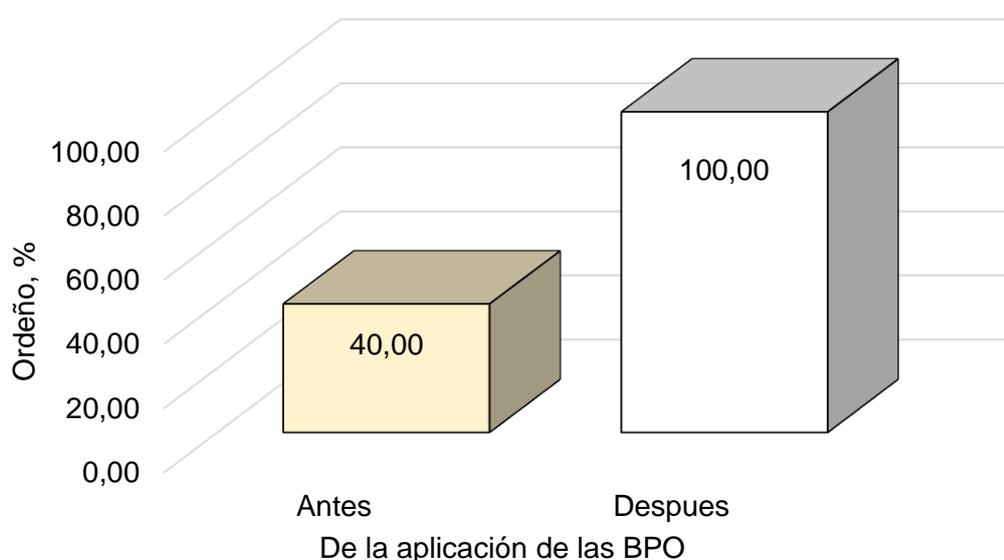


Gráfico 3. Cumplimiento de los requisitos básicos de la higiene del ordeño antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza.

3. Almacenamiento de la leche

Las condiciones de almacenamiento de la leche dejaba mucho que desear, por cuanto no existía un lugar y sistema específico para el almacenamiento, no controlaban la temperatura de almacenamiento, así como utilizaban en su mayoría

baldes plásticos, por lo que las medidas correctivas que se utilizaron y que sirvieron de base en la elaboración del Manual de BPO, y su posterior aplicación, en el que se incluyó que la leche debe almacenarse en un sitio limpio y protegido de la temperatura, debiendo mantenerse la leche a una temperatura promedio de 4 °C y principalmente en bidones de acero inoxidable para prevenir que esta se deteriore en su calidad y que su carga microbiológica no se aumente, por lo que comparando la condición inicial con la condición después de aplicar las BPO se establecieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por cuanto se encontraron cumplimientos de 0.0 y 66.67 %, respectivamente (gráfico 4), por consiguiente se concuerda con lo señalado por Bardales, W. (2013), en que el enfriamiento de la leche a un rango de 2 a 4 °C, debe ser inmediato, debido a que el crecimiento bacteriano, es exponencial y está relacionado con la temperatura ambiente y el tiempo de enfriamiento; además Infolactea.com. (2016), reporta que los recipientes donde se almacena la leche deben ser lavados, desinfectados e inspeccionados antes de su uso y una vez depositada la leche en estos recipientes, estos deben taparse y colocarse en un lugar fresco.

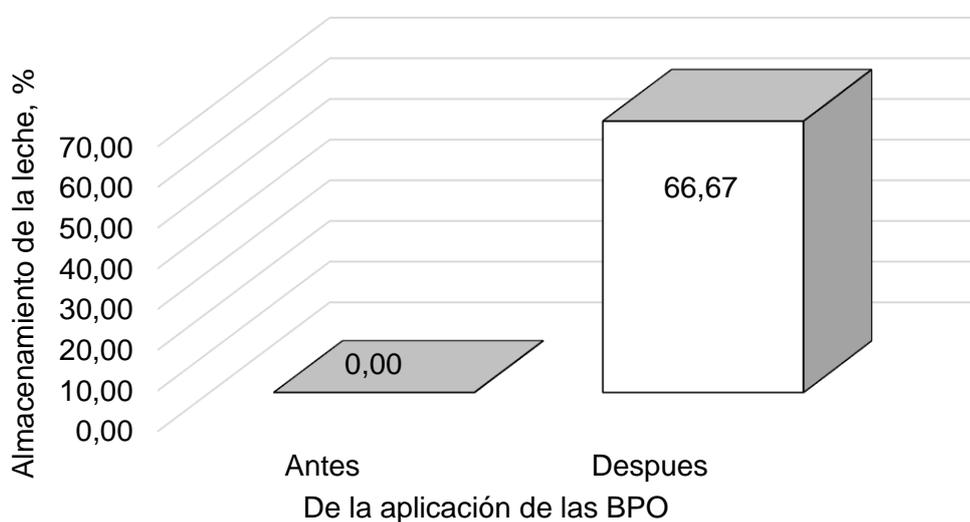


Gráfico 4. Cumplimiento de los requisitos básicos del almacenamiento de la leche antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza.

4. Servicios básicos e higiene

Analizando los servicios básicos que poseen y manejo de la higiene que aplican los

productores campesinos de la Comunidad Compañía Labranza, se encontró, que estos disponen de energía eléctrica y únicamente recolectaban los desechos sólidos de los alrededores del sitio donde realizaban el ordeño, por el contrario, estos no disponen del servicio de agua potable ni alcantarillado, siendo el agua que emplean entubada de una vertiente cercana, pero que es de buena calidad requiriéndose únicamente ser clorada; pero en los aspectos higiénicos, a pesar de que recogen los desechos sólidos estos son acumulados cerca de los sitios de ordeño y más aun no poseen una área de desinfección del calzado antes de realizar el ordeño peor aún de los visitantes, por lo que en su evaluación se estableció únicamente un 28.57 % de cumplimiento de estos requisitos, pero después de la capacitación realizada a los productores y a la implementación de las BPO, se elevó su cumplimiento al 71.43 % (gráfico 5), no siendo posible llegar al 100 % por la falta de agua potable y alcantarillado, no pudiendo hacerse nada en estos aspectos, ya que estas vienen a ser de responsabilidad gubernamental, en tanto que los otros aspectos se pudo tomar las medidas correctivas y que se basan en lo señalado por SENASAG (2012), en que los corrales y la sala de ordeño deben mantenerse limpios y libres de acumulaciones de estiércol, lodo y sustancias o desechos orgánicos que puedan contaminar el ambiente; evitando anidaciones de moscas u otros insectos y roedores.

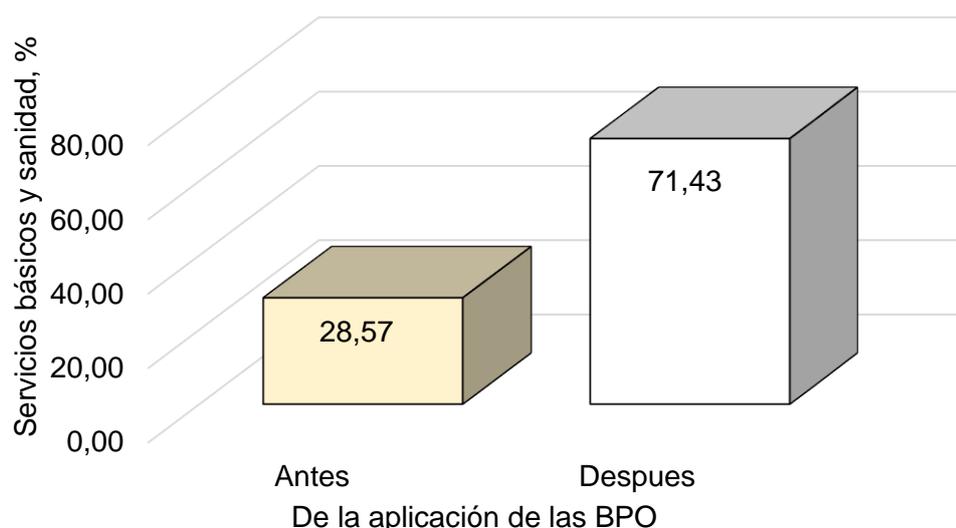


Gráfico 5. Cumplimiento de los requisitos básicos de servicios básicos y sanidad antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza.

De igual manera Martínez, R. et al. (2011), indicaron que si la red municipal no suministra agua potable; al agua que disponen hay que potabilizarla, siendo el tratamiento más frecuente para la potabilización, por su facilidad y economía, es la cloración. También se implementaron los pediluvios, que son pequeños lavaderos en los que se colocan agua con cloro y que facilita antes de entrar a la sala de ordeño, la limpieza de los cascotes y las patas de las vacas. El pediluvio debe tener un desagüe para facilitar su limpieza; cambiando el agua con la frecuencia requerida cada dos o tres días, de acuerdo a la suciedad generada durante su uso (SENASAG., 2012).

5. Identificación y sanidad animal

Con relación a la identificación y sanidad animal, del análisis inicial se desprende que este se cumplía el 40 % de las actividades, entre las que se destaca que los animales estaban debidamente identificados mediante el empleo de aretes, así como también todos los animales eran vacunados para la aftosa, esto debido a las campañas que viene realizando Agrocalidad; pero había falencias en el manejo de los animales en cuanto a aislamiento por enfermedades, como también la falta de poner en cuarentena a los animales comprados y que ingresan a la explotación como la falta de exámenes de la presencia de brucelosis, y la verificación de la mastitis al inicio del ordeño por lo que había continuos reclamos por la acidez de la leche; por lo que en este sentido, al tomar los correctivos necesarios se llegó al 100 % de cumplimiento, que es altamente significativo ($P < 0.01$), con respecto a la condición inicial (gráfico 6), ya que en las medias correctivas se tomó en cuenta lo señalado por varios investigadores, como Gonzales, P. (2015), quien indica en que no se debe introducir animales de otras regiones, sin antes someterlos a cuarentena, por lo que se debe disponer de un área de separación para animales enfermos o bajo tratamiento.

Otro de los aspectos importantes es el control de la mastitis, por cuanto es una enfermedad íntimamente ligada a la producción de leche y una de las principales causantes de las pérdidas económicas en esta actividad si es que no se toman las medidas correspondientes, principalmente en lo que concierne a las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO). Se define como la inflamación de uno o más cuartos

(pezones) de la ubre. Las bacterias que causan mastitis ingresan por el canal del pezón, penetran a las células fabricadoras de leche y se multiplican en ellas. Los millones de bacterias que se encuentran en los cuartos de la ubre salen afuera durante el ordeño junto con la leche y en este momento contaminan las manos del ordeñador, baldes, jarrones de ordeño y los suelos (Gonzales, P. 2015).

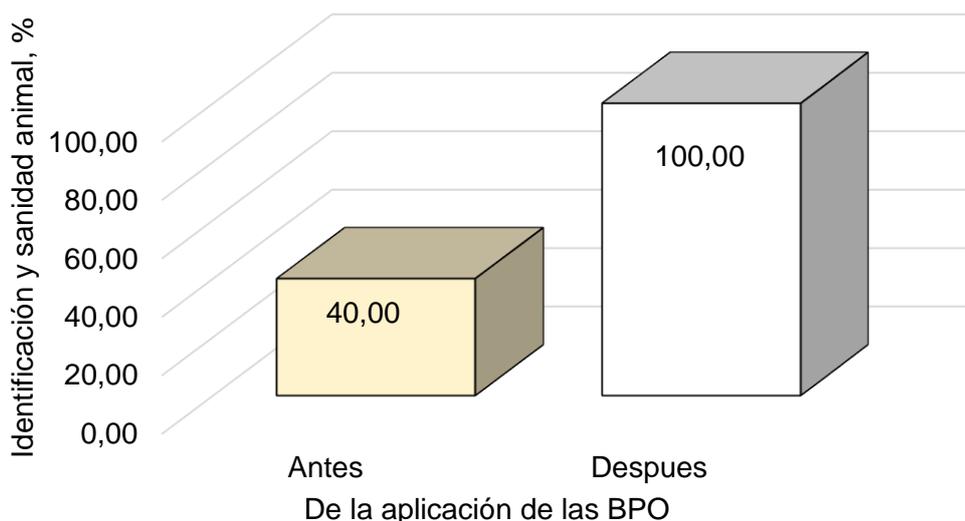


Gráfico 6. Cumplimiento de los requisitos básicos de la identificación y sanidad animal, antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza.

6. Alimentación animal

En el manejo alimenticio de las vacas productoras de leche se observó que no se aplica un manejo adecuado, por cuanto no se proporciona balanceado antes ni durante el ordeño, no disponen de bebederos sino que el agua lo consumen de las acequias o las que llegan a los potreros, se proporciona muy poco o no se da suplementos de sales minerales y no se controla si el pasto que consumen esta tierno, por lo que se determinó únicamente el 12.50 % de cumplimiento antes de la aplicación de las BPO, en tanto que después del proceso de capacitación y la implementación de las BPO fue del 100 % (gráfico 7), de ahí que Gonzales, P. (2015), indica que las Buenas Prácticas de Ordeño se enfocan en la obtención de una leche sana, del ordeño de vacas en óptimo estado sanitario y alimentadas de forma adecuada, siendo necesario suministrarles más alimento de excelente calidad a las vacas, por lo que en este sentido Simão, M, et al. (2015), recomiendan

suministrar alimento balanceado a las vacas después de la salida de la sala de ordeño. Al ofrecer el alimento se disminuye la probabilidad de que la vaca se acueste. Es fundamental que ella permanezca de pie, por lo menos 30 minutos. En este tiempo, el esfínter del pezón se cerrará, disminuyendo el riesgo de mastitis ambiental. Además de eso, ellas quedarán condicionadas a entrar y salir de la sala de ordeño, facilitando el manejo.

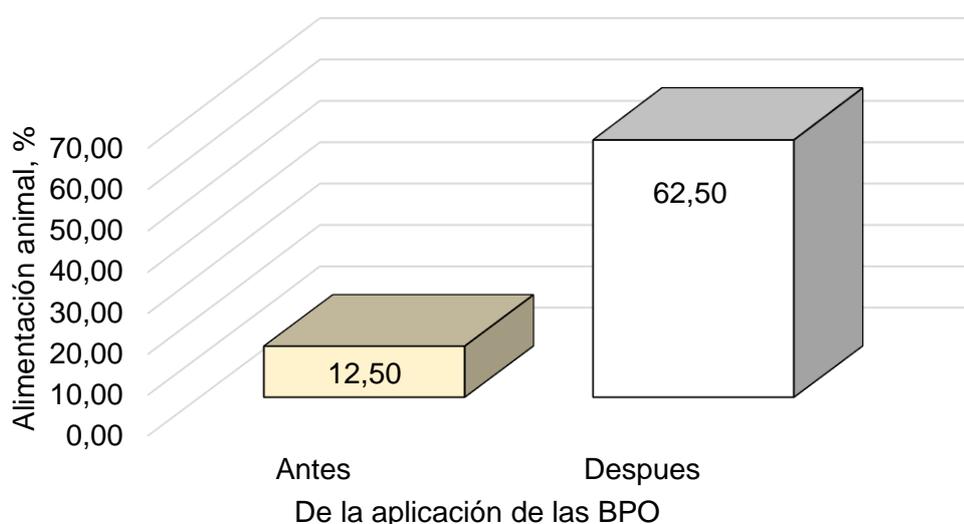


Gráfico 7. Cumplimiento de los requisitos básicos de la alimentación animal, antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza.

7. Equipo de protección personal (seguridad)

Con respecto al equipo de protección que utiliza el personal de ordeño se determinó que en la evaluación inicial solamente utilizaban botas de caucho, no así mascarillas, de igual manera había un descuido en su higiene, ya que no se lavaban las manos antes y después del ordeño, no se exigía que se realicen los exámenes médicos y no recibían capacitación sobre seguridad personal, bioseguridad y manejo de equipos dentro de la explotación, por lo que en base al Check list aplicado le correspondió a este grupo de requisitos una calificación de 20 % de cumplimiento, siendo por tanto necesario poner énfasis en los aspectos de seguridad industrial e higiene del personal, requisitos necesarios para la aplicación de las BPO, por lo que en la evaluación final se alcanzó el 100 % de cumplimiento (gráfico 8) y que fue debido a la capacitación que recibieron y a su implementación

de las BPO antes y después del ordeño, ya que es necesario recalcar que la principal causa de conteos bacterianos altos es una rutina de ordeño inadecuada por aspectos de higiene y prácticas previas al ordeño (Gonzales, P. 2015), por lo que la FAO (2011), reporta que la higiene personal y las normas de manipulación sanitaria, así como la limpieza y desinfección del área de trabajo, son factores clave para la obtención de productos lácteos de calidad. Estas acciones previenen que se contamine el producto al reducir o eliminar los riesgos, garantizando de esa manera que los productos sean seguros y que no representan una amenaza para la salud de las personas que los consumen.

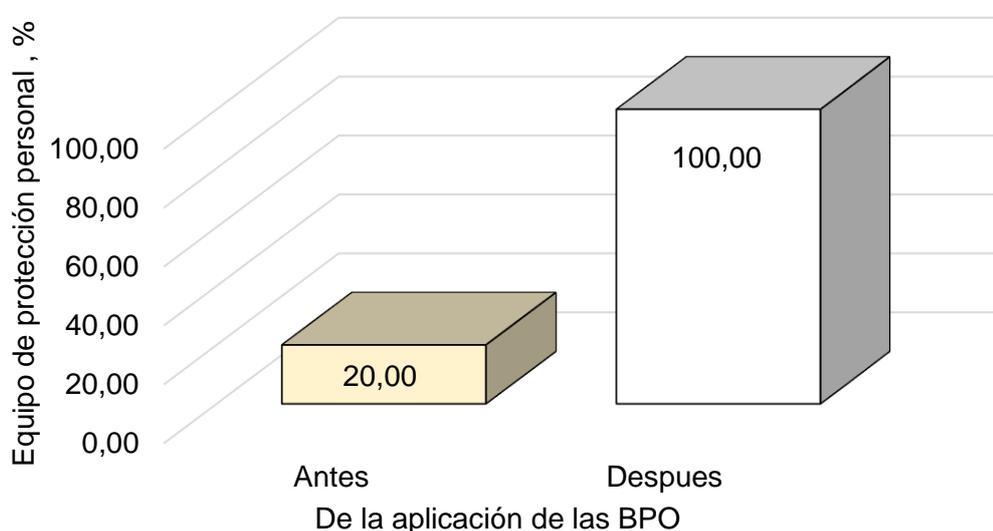


Gráfico 8. Cumplimiento de los requisitos de uso de equipo de protección personal, antes y después de la aplicación de las BPO, por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza.

Principalmente la capacitación en este aspecto se basó en establecer que el personal de ordeño debe estar en buen estado de salud y poseer un certificado médico que reconozca su aptitud, antes de iniciar las operaciones o manipulación de la leche, deberá lavarse y desinfectarse las manos, además de tener la ropa adecuada y limpia al inicio de cada período de ordeño (Infolactea.com. 2016), por lo que Gonzales, P. (2015), indica que el ordeñador tiene que usar mandil y gorra blancos y limpios, y evitar el uso de sortijas y tener heridas en las manos, así como tener las uñas cortadas y lavarse las manos con abundante agua y jabón antes y después del ordeño. Por consiguiente no podrán realizar funciones de ordeño las personas con abrasiones de cortes expuestos en las manos antebrazos y aquellas

que conozcan o sean sospechosas de sufrir o ser portadoras de una enfermedad susceptible de transmitirse a través de la leche. Cualquier persona afectada debe reportar la enfermedad o los síntomas de la misma al superior (Infolactea.com. 2016).

8. Valoración total

De las acumulaciones de las valoraciones parciales y totalizando las valoraciones se determinó que antes de la aplicación de las BPO los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza, presentaron una valoración del 26.32 % de cumplimiento de los requisitos básicos, pero que después del proceso de capacitación y aplicación de las BPO, se elevó al 89.47 %, puntuación que ya es considera para recibir el informe favorable que emita Agrocalidad y que considera que la leche producida en este sector es apta para el consumo humano, ya que la obtención de leche de calidad aceptable para el procesamiento y el consumo humano, requiere cambios de actitud por parte de cada una de las y los productores ordeñadores. En este sentido, los esfuerzos de formación y capacitación están orientados a enseñar todas las actividades que comprenden las buenas prácticas de ordeño, las cuales deben realizarse antes, durante y después de esta actividad (FAO. 2011).

C. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LA LECHE ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO

En el Cuadro 10, se reporta los resultados de la valoración físico-química de la leche que obtienen de los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza.

1. Densidad

Las respuestas de la densidad de la leche antes y después de la aplicación de las BPO presentaron diferencias altamente significativas, por cuanto se registraron valores de 1.028 ± 0.003 g/ml antes de la aplicación de las BPO, y que se elevó a 1.030 ± 0.002 g/ml después de la aplicación de la BPO (gráfico 9), debido a que la -

Cuadro 10. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LA LECHE DE LOS PRODUCTORES DE LA COMUNIDAD COMPANÍA LABRANZA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO.

Parámetro	Antes		Después		Tcal.	Prob.	
	Media	D. E.	Media	D. E.			
Densidad	1,028	± 0,003	1,030	± 0,002	-2,82	0,005	**
Punto de congelación, °C	-0,54	± 0,05	-0,54	± 0,05			
Crioscopía	4,71	± 0,53	4,71	± 0,53			
Presencia de agua, %	8,89	± 11,85	0,32	± 1,25	3,56	0,001	**
Grasa, %	3,41	± 0,76	3,70	± 0,47	-3,48	0,001	**
Sólidos no grasos, %	8,09	± 1,04	8,10	± 1,04	-1,00	0,164	ns
Proteína, %	3,09	± 0,35	3,09	± 0,35	1,00	0,164	ns
Lactosa, %	4,49	± 0,46	4,49	± 0,46			

D.E.: Desviación estándar.

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0,05: existen diferencias significativas (*).

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas (**).

leche posiblemente era adulterada, ya que según Martínez, R. et al. (2011), la determinación de la densidad permite detectar adulteraciones en la leche por separación de grasa o por agregar leche descremada o agua, por cuanto la densidad de la leche disminuye cuando se agrega agua, debiendo la leche de vaca tener al menos una densidad 1.029 g/ml, por lo que las respuestas obtenidas guardan relación con este reporte.

Adicionalmente Periago, M. (2010), indica que existen muchas causas que actúan variando la densidad de la leche, como son la composición química, la temperatura de medición, la temperatura de almacenamiento, el tiempo transcurrido desde el ordeño, el ordeño fraccionado, la centrifugación y otras operaciones tecnológicas, por lo que la densidad de la leche de vaca oscila entre 1.028 y 1.042, siendo el valor medio de 1.031, de igual manera el INEN (2015), reporta que la densidad de la leche cruda a 15 °C varía entre 1.028 y 1.032, por lo que se considera que la leche obtenida por los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza con la aplicación de las BPO es de buena calidad.

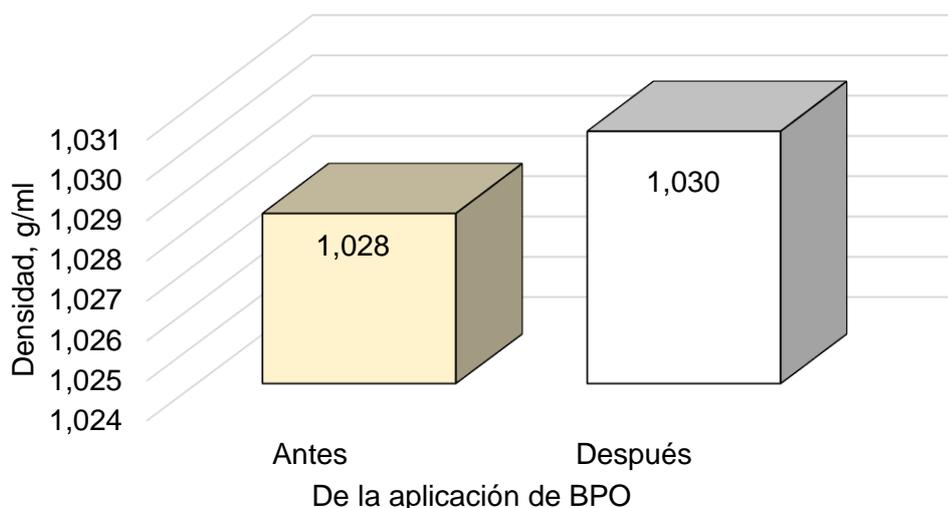


Gráfico 9. Densidad de la leche (g/ml) antes y después de la aplicación de BPO.

2. Punto de congelación (Crioscopía), °C

El punto de congelación de la leche o crioscopía no varió por efecto de la aplicación de las BPO, por cuando se encontró que la leche se congelaba a -0.54 ± 0.05 °C antes y después de la aplicación de las BPO, aunque Artica, L. (2014), indica que la leche normal debe tener na crioscopía de $-0,52$ °C. Cuanto más se acerca el punto de congelación de una leche al punto de congelación del agua (0°C), mayor será la cantidad de agua añadida, por lo que en una leche de buena calidad el punto de congelación varía entre -0.54°C y -0.59 °C, dependiendo del contenido de lactosa, proteína y sales minerales, en el mismo sentido el INEN (2015), indica que este rango va entre -0.536 y -0.512 °C, por lo que los resultados encontrados guardan relación con los requerimientos exigidos por el INEN.

Además, se ratifica lo enunciado en un reporte de la Universidad del Zulia (2002), en que la leche por poseer numerosas sustancias en solución, tiene un punto de congelación inferior al del agua. Su valor promedio es de $-0,545$ °C y se considera una constante fisiológica que solamente varia dentro de límites muy reducidos (de $-0,535$ a $-0,550$ °C), porque depende de la presión osmótica de la secreción láctea, la cual en condiciones normales se mantiene constante, por depender a su vez de la presión osmótica de la sangre. La norma COVENIN establece para leche cruda y pasteurizada completa un punto crioscópico entre $-0,540$ a $-0,555$ °C.

3. Presencia de agua, %

Los valores encontrados de la presencia de agua en la leche antes y después de la aplicación de BO, registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por cuanto de la evaluación inicial se encontró en la leche una presencia de agua de 8.89 ± 11.85 %, pero que se redujo después de la implementación de las BPO a 0.32 ± 1.25 % (gráfico 10), considerándose por tanto que se corrigió las posibles adulteraciones de la leche por la adición de agua, siendo esto corroborado con lo que señala la Universidad del Zulia (2002), quienes en un reporte indican que una de las prácticas fraudulentas más comunes en la producción e industria de la leche, es la adición de agua con el objeto de aumentar su volumen. Este fraude debe recibir especial atención por parte de las autoridades sanitarias como de las industrias procesadoras en virtud de las repercusiones de índole legal y económica que representa, por lo que se considera que la leche ha sido adulterada con agua cuando el porcentaje de agua es mayor del 10% al 15%, por lo que los resultados del presente trabajo están por debajo de estos valores y aún más luego de la implementación de las BPO que no llega ni siquiera al 1 %.

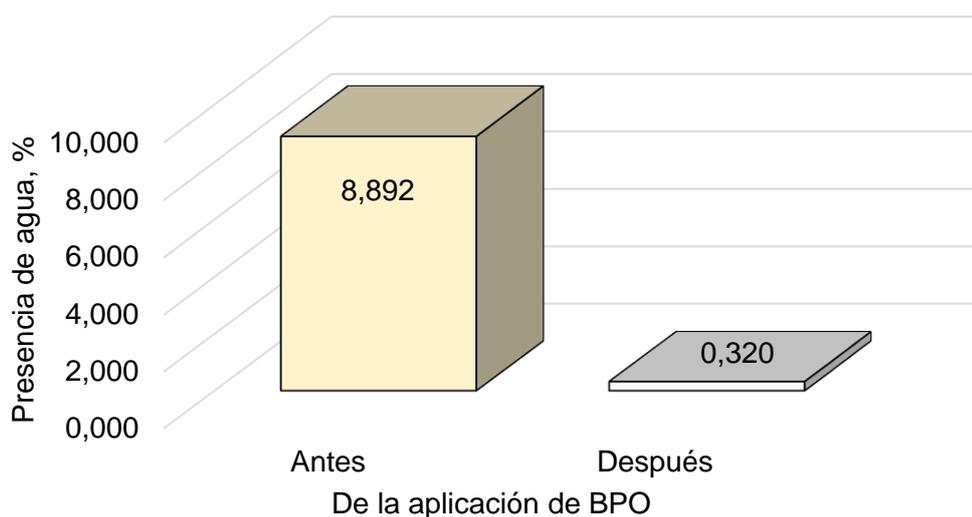


Gráfico 10. Presencia de agua (%) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.

4. Grasa, %

El contenido de grasa en la leche se mejoró ligeramente cuando se aplicó las BPO,

por cuanto las respuestas encontradas fueron de 3.41 ± 0.76 % antes y de 3.70 ± 0.47 % después de la implementación de las BPO (gráfico 11), por lo que su diferencia a pesar de ser pequeña estadísticamente se encontró que son altamente significativas y que ratifican que con la aplicación de las BPO se mejora considerablemente la calidad de la leche, aunque Gonzales, P. (2015), señala que la cantidad de grasa de la leche puede variar, y depende de la cantidad y calidad de la fibra y de la proporción forraje/concentrado de la dieta de la vaca, así como de la disponibilidad de azúcares fácilmente fermentables, debiendo tener un mínimo 3.2 g/100 g, igual que el reporte del INEN (2015), que establece como requisito para que la leche cruda sea de buena calidad debe poseer un mínimo del 3.0 %, por lo que los valores encontrados antes y después de la aplicación de las BPO superan estos reportes.

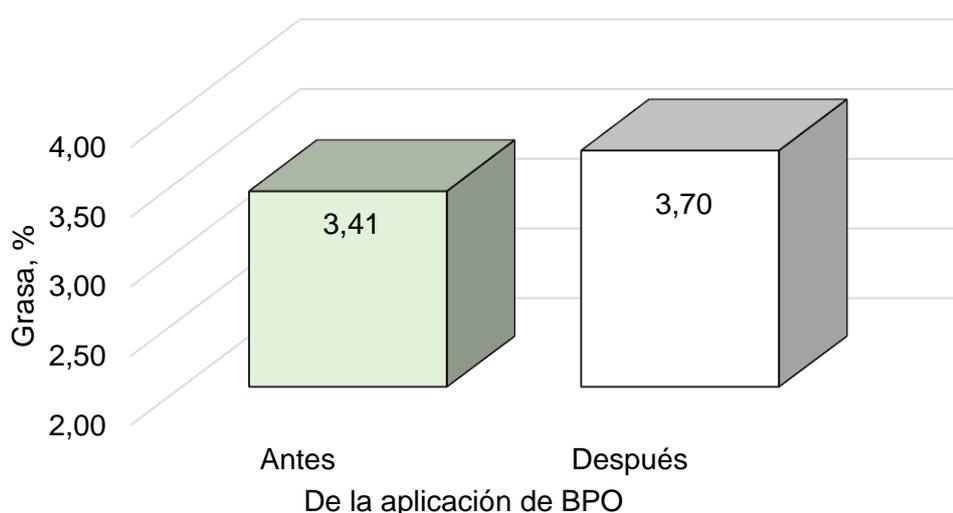


Gráfico 11. Contenido de grasa (%) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.

5. Sólidos no grasos, %

La cantidad de sólidos no grasos de la leche no varió por efecto de aplicación de las BPO, por cuanto los valores encontrados fueron de 8.09 ± 1.04 % antes de la aplicación de BPO y de 8.10 ± 1.04 % después de la implementación de las BPO (gráfico 12), por lo que se considera que la leche es de buena calidad ya que se cumple con el requisito establecido por el INEN (2015), que señala que la leche cruda debe poseer como mínimo el 8.2 % de sólidos no grasos, ya que

adicionalmente Portalechero.com. (2006), indica que los sólidos no grasos de leche, son muy necesarios para obtener productos lácteos con una textura más firme y un cuerpo más cremoso y esponjoso con mayor volumen, por lo que la leche entera debe contener el 9.0 % de SNG, valor que es superior a los del presente trabajo, pero que se ajustan a los requerimientos que exigen normas nacionales.

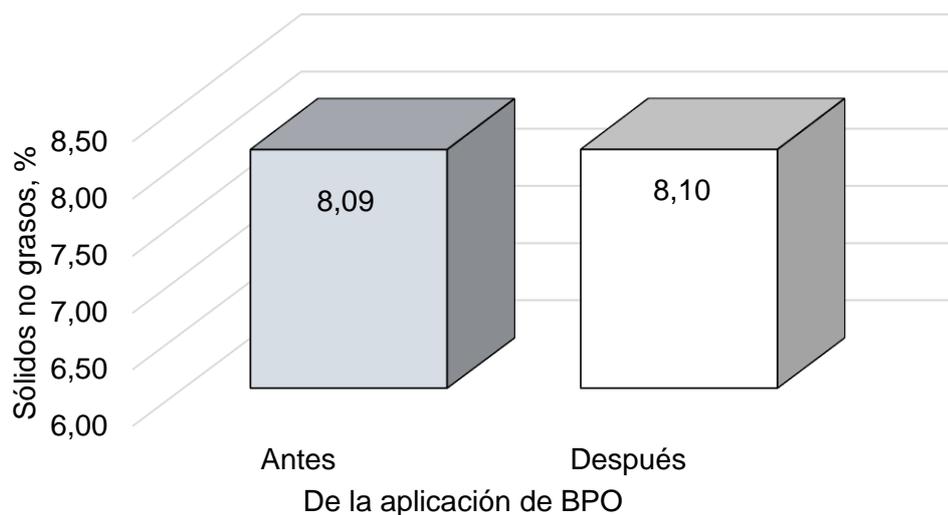


Gráfico 12. Contenido de grasa (%) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.

6. Proteína, %

El contenido de proteína de la leche no varió por efecto de la aplicación de las BPO, por cuanto la leche presentó antes y después de la implementación de las BPO un contenido de 3.09 ± 05 % (gráfico 13), cantidades que se ajustan a los requerimientos exigidos por el INEN (2015), que señala que la leche cruda debe poseer como el 2.9 % de proteína, en tanto que son menores con relación lo reportado por Periago, M. (2010) y Díaz, I. (2007), quienes indican que la leche cruda de vaca de buena calidad debe poseer 3.2 y 3.5 % de proteína, respectivamente, por lo que se puede considerar que las respuestas dependen de lo indicado por Bardales, W. (2013), quien señala que la cantidad de proteína en la leche depende del código genético y está relacionada con la presencia de aminoácidos limitantes, lisina, metionina, valina, leucina e isoleucina.

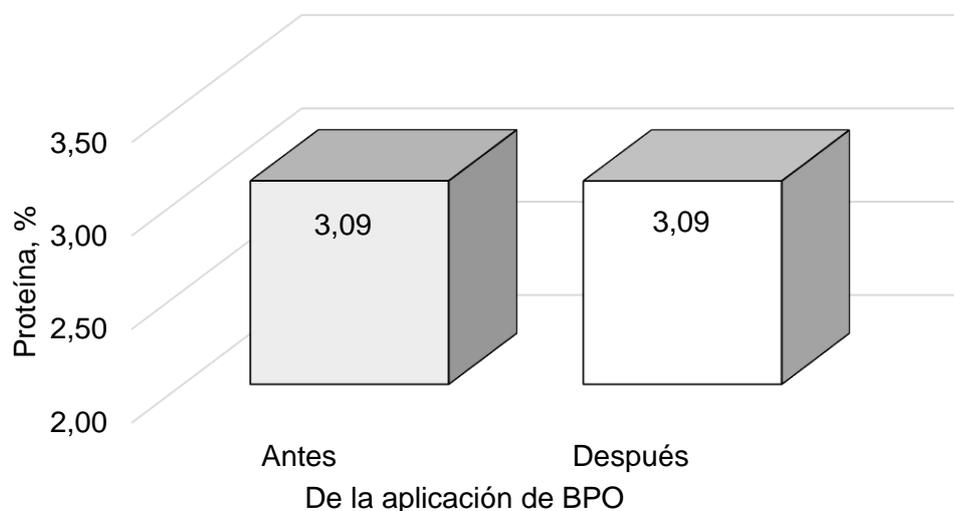


Gráfico 13. Contenido de proteína (%) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.

7. Lactosa, %

El contenido de la lactosa en la leche antes de la aplicación de las BPO fue de 4.49 ± 0.46 %, permaneciendo constante después de la puesta en práctica las BPO, por lo que se considera que este nutriente no se altera por las diferentes maneras en que se realice el ordeño, ya que adicionalmente la cantidad encontrada se encuentre en las enunciadas por Periago, M. (2010) y Díaz, I. (2007), quienes indican que la leche de vaca contiene 4.2 y 4.9 % de lactosa, respectivamente, siendo importante su presencia, por cuanto la La lactosa es el azúcar natural producido en las glándulas mamarias de los mamíferos, y es la responsable del gusto ligeramente dulce de la leche (French, A. 2015).

D. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA LECHE ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO

En el Cuadro 11, se indican los resultados de la valoración organoléptica de la leche que obtienen de los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza, antes y después de la aplicación de las BPO.

Cuadro 11. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA LECHE DE LOS PRODUCTORES DE LA COMUNIDAD COMPANÍA LABRANZA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO.

	Antes		Después		X ² cal	X ² tab 0,01	
	Nº	%	Nº	%			
Color: Blanco							
Azulado	11,00	44,00	0,00	0,00			
Mate	14,00	56,00	25,00	100,00	19,36	6,635	**
Total	25,00	100,00	25,00	100,00			
Aroma							
Característico	25	100	25	100			
Impurezas							
Presencia	12	48,00	0	0,00			
Ausencia	13	52,00	25	100,00	23,04	6,635	**
Total	25,00	100,00	25,00	100,00			

X²cal > X²tab 0,01; existen diferencias altamente significativas (**)

1. Color

En la evaluación del color de la leche antes de la aplicación de las BPO, se registró que el 44 % de las muestras presentaron una coloración blanco azulada posiblemente debido a una posible adulteración por adición de agua para incrementar su volumen y el 56 % fue de color blanco mate que es sinónimo de buena calidad, por lo que luego de la capacitación sobre la calidad de la leche y la implementación de las BPO, su cambio fue altamente significativo ($X^2_{cal} > X^2_{tab 0.01}$), por cuanto el 100 % de las leches evaluadas registraron un color blanco mate (gráfico 14), lo que concuerda con Artica, L. (2014), quien señala que la leche de vaca: es un líquido blanco viscoso, opaco, mate, más o menos amarillento según el contenido en β -carotenos de la materia grasa.

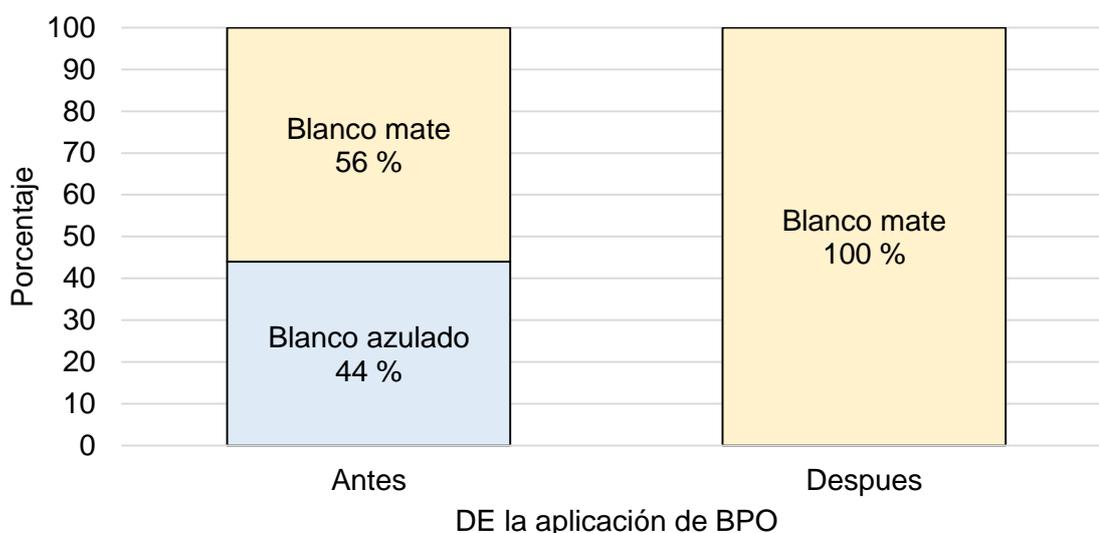


Gráfico 14. Caracterización del color de leche antes y después de la aplicación de las BPO.

2. Aroma característico, %

En la evaluación del aroma de la leche este fue similar antes y después de la aplicación de las BPO, es decir el 100 % de muestras de leche presentaron su aroma característico, que según Artica, L. (2014), presenta un olor poco acentuado, pero característico, perteneciente a la familia animal, olor y aroma a vaca.

3. Presencia de impurezas, %

La presencia de impurezas en la leche en la evaluación inicial fue alta pues el 48 % de las muestras presentaban impurezas, debido posiblemente a que esta leche después del ordeño no era filtrada antes de ser llevada a su almacenamiento, por lo que al aplicar las BPO hubo un cambio altamente significativo ($X^2_{cal} > X^2_{tab 0.01}$), ya que el 100 % de las muestras de leche estuvieron libres de impurezas (gráfico 15), es decir, se cumplió con lo que recomienda Martínez, R. et al. (2011), en que la leche que se obtiene del ordeño se de forma manual o mecánica debe ser filtrada para eliminar impurezas que son causa de multiplicación de bacterias, mediante la utilización de un filtro o colador de tela de algodón para retener partículas de tierra, insectos, pelo de los animales, pasto, alimento balanceado u otros materiales. Una vez lleno el tanque debe ser tapado para evitar la contaminación proveniente del

ambiente, además, es recomendable retirar el filtro o colador con frecuencia para limpiarlo y evitar así la acumulación de impurezas, estos filtros deben lavarse y desinfectarse en cada ordeño (Hernández, A. et al. 2009).

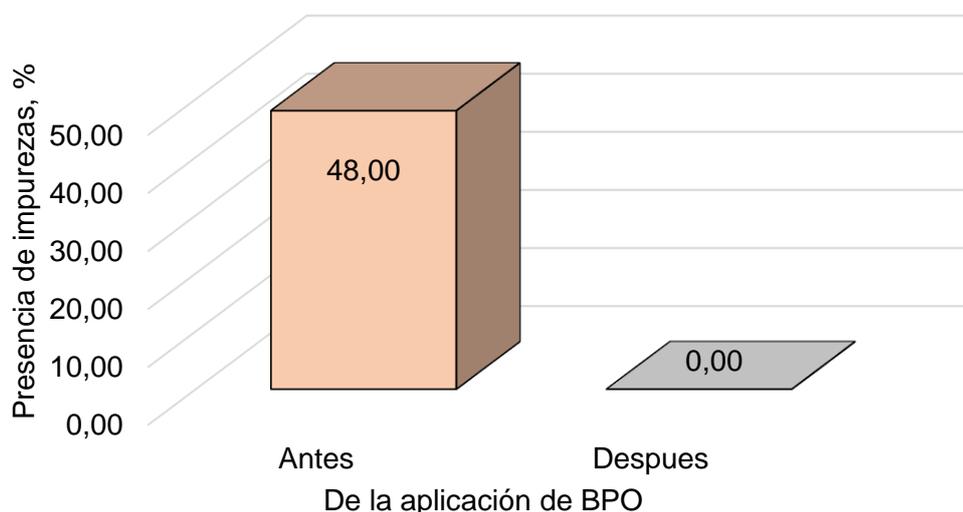


Gráfico 15. Presencia de impurezas en la leche (%) antes y después de la aplicación de las BPO.

D. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA EN LA LECHE ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO

El manejo inadecuado durante la ordeña, el almacenamiento y el transporte de la leche puede deteriorar la calidad de la misma aumentando la carga bacteriana, al adulterarse la composición (grasas, sales, agua, entre otros), y favoreciendo características indeseables de acidez, rancidez o agriado (Mallet, A. et al. 2012). Incluso organismos no patógenos pueden alterar la calidad de la leche pasteurizada o descremada en polvo, crema y queso (Barbano, D. y Santos, M. 2006), por lo que en Cuadro 12, se reportan los resultados obtenidos de la carga microbiológica presente en la leche antes y después de la aplicación de las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO).

1. Staphylococcus sp, UFC/ml

Las cargas microbiológicas de Staphylococcus sp presentes en la leche cruda, -

Cuadro 12. PRESENCIA MICROBIOLÓGICA EN LA LECHE DE LOS PRODUCTORES DE LA COMUNIDAD COMPANÍA LABRANZA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO.

Parámetro	Antes		Después		Tcal.	Prob.
	Media	D. E.	Media	D. E.		
Staphylococcus sp, UFC/ml	3628 ±	5926	3256 ±	5349	2,20	0,019 *
Coliformes totales, UFC/ml	9448 ±	15762	6218 ±	12336	1,53	0,070
Escherichia coli, UFC/ml	Ausencia		Ausencia			

D.E.: Desviación estándar.

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0,05: existen diferencias significativas (*).

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas (**).

registraron diferencias significativas por efecto de la aplicación de las BPO, ya que de una cantidad inicial 3628 ± 5926 UFC/ml, se redujo a 3256 ± 5349 UFC/ml (gráfico 16), cantidades que son inferiores a las reportadas en <http://www.elika.eus>. (2013), donde se indica que el límite máximo permitido es de 10^4 UFC/ml, pero si se detectan valores $> 10^5$ UFC/ml, la leche debe eliminarse por que puede contener enterotoxinas estafilocócicas, por lo que en base a estos resultados es importante tener en cuenta lo que señalan Reyes, G. et al. (2010), en que la obtención de la leche constituye la etapa de mayor vulnerabilidad para que ocurra la contaminación por suciedad, microorganismos y sustancias químicas presentes en el propio local de ordeña, y que, puede ser inmediatamente incorporado al producto, por lo que es importante durante el ordeño aplicar las buenas prácticas de ordeño (BPO) y las buenas prácticas higiénicas (BPH) que contribuyen a reducir el número de Staphylococcus (<http://www.elika.eus>. 2013).

2. Coliformes totales, UFC/ml

La presencia de Coliformes totales en la leche antes y después de la aplicación de las BPO no difirieron estadísticamente, aunque numéricamente se observa una considerable reducción por efecto de la puesta en práctica de las BPO, ya que de una cantidad inicial de 9448 ± 15762 UFC/ml, con la aplicación de las BPO se redujo a 6218 ± 12336 UFC/ml (gráfico 17), respuestas que se consideran altas y que demuestran lo señalado por Calderón, A. et al. (2006), quienes indican que la --

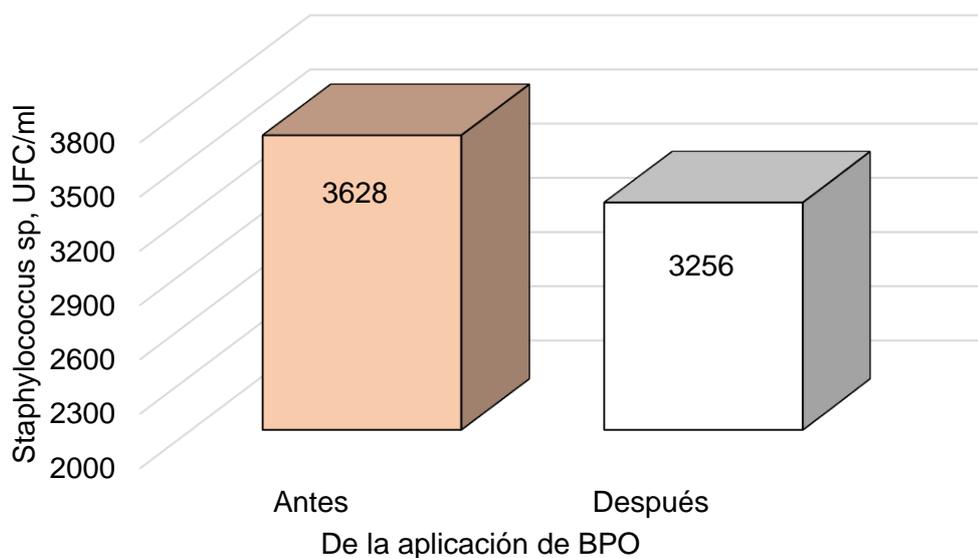


Gráfico 16. Presencia de *Staphylococcus sp.* (UFC/ml) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.

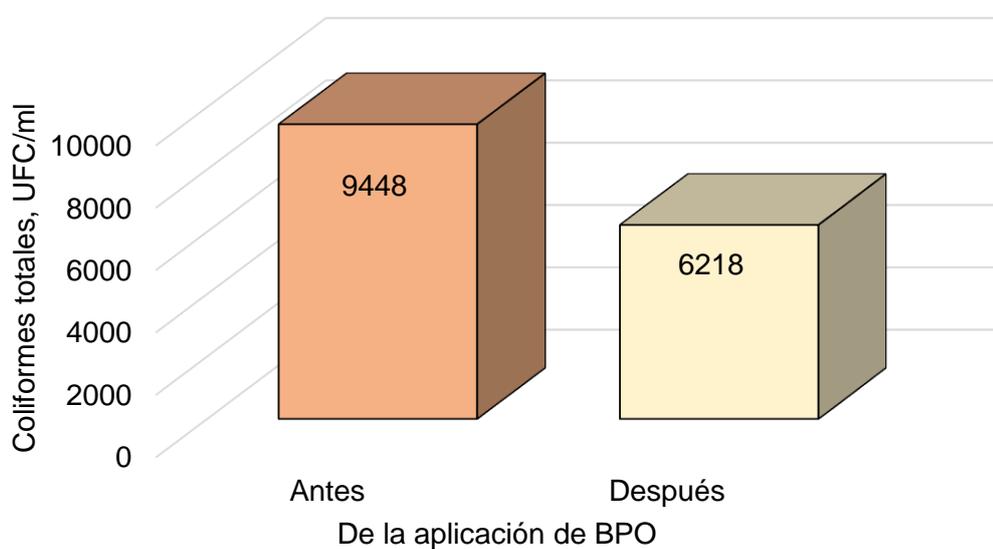


Gráfico 17. Presencia de Coliformes totales (UFC/ml) en la leche antes y después de la aplicación de BPO.

presencia de coliformes en la leche cruda, se convierte en un evaluador del grado de limpieza de las manos de los operarios, de la limpieza y desinfección de la piel de los pezones y de las pezoneras, entre otras, por lo que su presencia no puede ser más de 1000 coliformes/ml, por cuanto la legislación americana reconoce como norma 750 UFC/ml, por consiguiente para disminuir esta carga microbiológica se

deben exigir y poner énfasis en el cumplimiento de las BPO, así como la higiene del personal ordeñador y de las actividades que estos realizan para garantizar pezones limpios, secos y sanos, que es la primera norma para obtener leche de excelente calidad bacteriológica.

3. Escherichia coli, UFC/ml

En el presente trabajo a pesar de encontrarse una alta carga de Coliformes totales, estos al parecer no tuvieron origen de contaminación fecal, por cuanto no se observó la presencia de *Escherichia coli* en la leche obtenida antes y después de la aplicación de las BPO.

E. PRESENCIA DE HONGOS EN LAS MANOS DEL ORDEÑADOR Y BIDONES ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO

La presencia de hongos determinados en las manos de los ordeñadores y en los bidones donde se coloca la leche antes de y después de la aplicación de las BPO, re indican en el cuadro 13.

Cuadro 13. PRESENCIA DE HONGOS (UPC/cm²) EN LAS MANOS Y LOS BIDONES DE LOS PRODUCTORES DE LA COMUNIDAD COMPANÍA LABRANZA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE BPO.

Parámetro	Antes		Después		Tcal.	Prob.
	Media	D. E.	Media	D. E.		
Manos ordeñador, UPC/cm ²	10588	± 17962	2358	± 4366	1,85	0,041
Bidones, UPC/cm ²	4182	± 4468	1629	± 1720	1,83	0,047

D.E.: Desviación estándar.

Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0,05: existen diferencias significativas (*).

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas (**).

1. En las manos del ordeñador, UPC/cm²

La presencia de hongos en las manos de los ordeñadores antes de la aplicación de las BPO fue elevada (10588 ± 17962 UPC/cm²), pero con su aplicación se logró reducir significativamente ($P < 0.05$), a 2358 ± 4366 UPC/cm² (gráfico 18), pero que debido a su presencia se considera como un riesgo sanitario, por lo que es necesario inculcar a este personal sobre la cultura de higiene y sanidad, por cuanto Infolactea.com. (2016), reporta que el personal de ordeño debe estar en buen estado de salud, deberá lavarse y desinfectarse las manos, además de tener la ropa adecuada y limpia al inicio de cada período de ordeño, solo de esta manera creando el hábito de la higiene se podrá reducirse este tipo de contaminación.

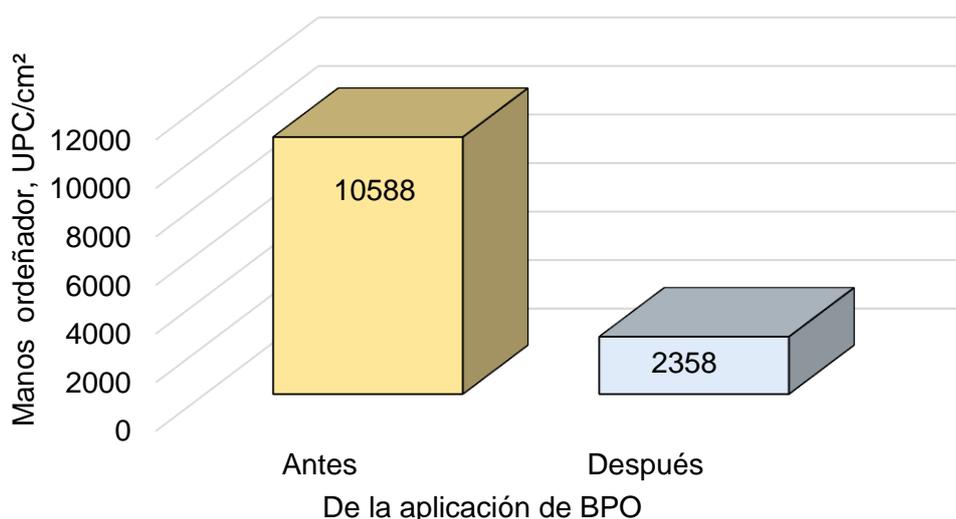


Gráfico 18. Presencia de hongos (UPC/cm²) en las manos del ordeñador antes y después de la aplicación de BPO.

2. En bidones, UPC/cm²

La presencia de hongos en los bidones en la evaluación inicial fue alta, observándose 4182 ± 4468 UPC/cm², para reducirse significativamente ($P < 0.05$) a 1629 ± 1720 UPC/cm² luego de que se implementaron las BPO (gráfico 19), pero en base a estos resultados es necesario poner énfasis en la limpieza de estos materiales, utilizando agua clorada, ya que la que se dispone en la comunidad es entubada, y que de algún modo son susceptibles a la contaminación microbiana (Martínez, R. et al.. 2011), y para poder controlar esta contaminación el cloro es el

producto apropiado y recomendado para mejorar la calidad del agua, con lo cual se podría reducir la presencia de hongos.

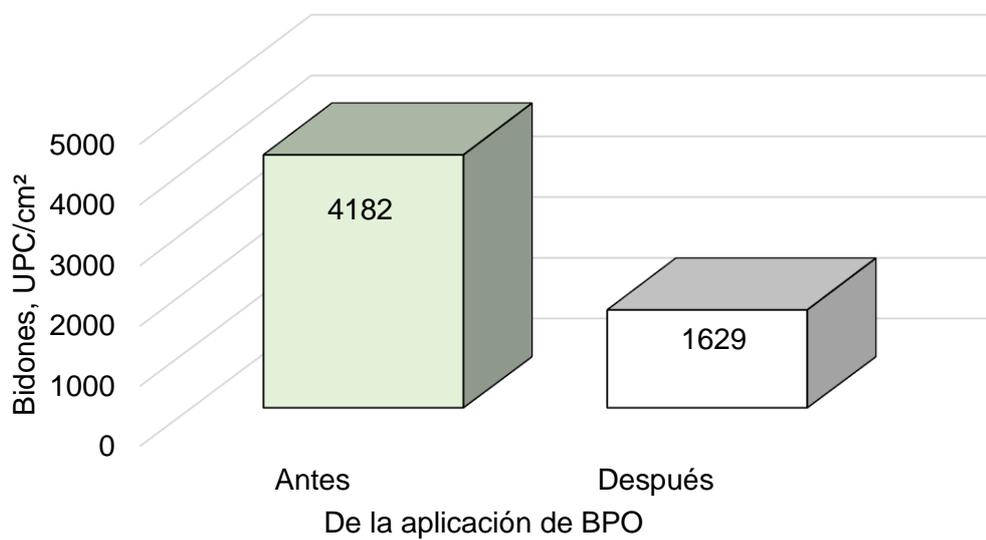


Gráfico 19. Presencia de hongos (UPC/cm²) en los bidones antes y después de la aplicación de BPO.

F. MANUAL DE BUENAS PRACTICAS DE ORDEÑO (PROPUESTA)

1. Presentación

La implementación de las buenas prácticas de ordeño implica la ejecución de actividades que cumplen los requisitos mínimos para obtener leche apta para el consumo humano. Entre los requisitos básicos se encuentran los siguientes: contar con instalaciones adecuadas para el ordeño; la capacitación y la motivación de las personas encargadas de las labores de ordeño; buen estado y limpieza de los materiales y utensilios de trabajo; y animales productores de leche saludables (FAO. 2011).

2. Objetivo

Establecer los procedimientos y requisitos a tener en cuenta para realizar una adecuada práctica de ordeño manual en los hatos de producción de leche.

3. Beneficios de las buenas prácticas de ordeño

Ordeñar, es el proceso de extraer leche de las glándulas mamarias de un mamífero, generalmente del ganado vacuno. Se lo puede realizar de manera manual o mecánico, es necesario que el animal se encuentre, o haya estado, preñado (Agrocalidad. 2016).

Los beneficios que se consiguen al emplearse las BPO, se indican en el Cuadro 14.

4. Requisitos necesarios

a. Instalaciones

Las explotaciones ganaderas que realizan el ordeño deben disponer, por lo menos de las siguientes secciones.

Cuadro 14. BENEFICIOS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO.

Práctica	Beneficio
Arreo de vaca	Evita la formación de estrés y la formación de adrenalina.
Operarios limpios	Evita la contaminación de la leche y la introducción de bacterias patógenas a la ubre del animal.
Maneo con lazos limpios	Al hacer el maneo se debe sujetar la cola para evitar que esta al moverse, esparza mugre por el establo, contamine la leche e interrumpa el ordeño.
Lavado de pezones	Minimiza la acumulación de suciedad, polvo y material fecal.
Secado de pezones	Evita que el agua que escurre por la ubre vaya a desembocar en el pezón, luego en las manos del operario y finalmente en el balde de ordeño, lo que favorece la contaminación.
Lavado de manos	Para lograr un ordeño más higiénico y evitar la contaminación cruzada entre animales
Despunte	Remueve la leche almacenado en la cisterna del pezón, la cual tiene mayor contenido de bacterias.
Prueba de mastitis	Se utiliza para prevenir la mastitis. En caso de que se presente nos permite aplicar al animal un tratamiento adecuado y a tiempo. También nos muestra si la leche es apta para el consumo.
Correcto empuñado, ordeño rápido y completo	Con el fin de obtener toda la leche antes de que se inactive la oxitocina, producir buena cantidad de leche y evitar mastitis.
Sellado de pezones	Evita mastitis y desinfecta el pezón.
Enfriamiento de la leche	Retarda el crecimiento microbiano.
Lavado y secado de cantinas	Desfavorece la conservación de bacterias ambientales, las cuales pueden ser fuente de contaminación para el siguiente ordeño.
Limpieza de corrales	Remueve posibles fuentes de contaminación para el siguiente ordeño.

Fuente: Carmona, L. et al. (2015).

- Área de ordeño
- Área para almacenamiento de la leche
- Zona de espera de ganado
- Bodega techada y piso de cemento para el almacenamiento de insumos y utensilios.

b. Instalaciones sanitarias mínimas

Para el ordeño adecuado y sobre todo para garantizar la higiene se requiere de agua limpia y de calidad aceptable para la limpieza; para estos se requiere que existan las siguientes instalaciones:

- Fuente de agua con adaptadores para manguera a fin de poder hacer la limpieza con agua.
- Lavatorio.
- Pediluvio
- Repisas para los bidones o baldes y utensilios.
- Enfriador de bidones.
- Tanque de enfriamiento de la leche.

c. Implementos necesarios para el ordeño

Para evitar la contaminación de la leche por el ordeñador, se debe contar con vestimenta adecuada para el ordeñador, así como con utensilios para realizar prácticas de ordeño. Dentro de estos se debe tener como mínimo:

- Botas de goma
- Delantal
- Desinfectante para las manos
- Paleta de fondo oscuro
- Reactivos para CMT
- Papeleta para CMT
- Toalla de papel desechable

5. El ordeñador

El ordeñador tiene como principal función la ejecución de la ordeña, tomando en cuenta todos los procedimientos requeridos para que esta sea bien desarrollada y conducida. Entre las responsabilidades del ordeñador, se destaca lo siguiente: el cumplimiento de los horarios de ordeña, la preparación anticipada de las instalaciones, seguimiento de la salud de las vacas, realización de la ordeña y seguimiento de la calidad de la leche. Entre las competencias personales, el ordeñador debe demostrar paciencia, habilidad y sensibilidad en el manejo de las vacas. Debe también estar físicamente bien preparado para el desarrollo de su trabajo. El ordeñador debe conocer los procedimientos para el mantenimiento adecuado de las instalaciones y de los equipos, además de tener los medios para garantizarse un buen estado de salud personal como así también estar pendiente de la salud de los animales (Simão, M. et al. 2015).

6. Las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO)

Para describir las actividades que se deben realizar antes, durante y después del ordeño, se tomó en consideración la publicación de la FAO (2001), "Buenas prácticas del ordeño".

a. Buenas prácticas antes del ordeño

1) Limpieza del local de ordeño

El piso y las paredes del local de ordeño deben limpiarse todos los días antes de ordeñar con agua y detergente, retirando residuos de estiércol, tierra, o basura.

2) Arreado de la vaca

Es importante arrear a la vaca con tranquilidad y buen trato, proporcionándole un ambiente tranquilo antes de ordeñarla. Esto estimula la salida de la leche de la ubre. Cuando las vacas estén en el corral, proporcionarles alimento y agua y, sobre todo, descanso y tranquilidad antes de iniciar el ordeño.

3) Horario fijo de ordeño

El ordeño deberá efectuarse una vez al día en horarios fijos. Dependiendo de la condición de la vaca, se puede ordeñar hasta dos veces diarias.

4) Amarrado de la vaca

La inmovilización de la vaca durante el ordeño se realiza con un lazo, que debidamente amarrado a las patas y cola de la vaca (rejo), permite sujetarla, dando seguridad a la persona que va a ordeñar y previniendo algún accidente (como patadas de la vaca al ordeñador, o que la vaca tire el balde de la leche recién ordeñada).

5) Lavado de manos y brazos del ordeñador

Una vez que está asegurada la vaca y el ternero, la persona que va a ordeñar tiene que lavarse las manos y los brazos, utilizando agua y jabón. De esta manera se elimina la suciedad de manos, dedos y uñas.

6) Preparación y lavado de los utensilios de ordeño

Los utensilios de ordeño deben ser lavados con agua y jabón antes del ordeño. Aunque sabemos que estos utensilios se lavan correctamente después del ordeño, lo mejor es revisarlos antes de usarlos para eliminar la presencia de residuos, suciedad acumulada o malos olores que puedan contaminar la leche.

b. Buenas prácticas durante el ordeño

1) Ropa adecuada para ordeñar

La persona encargada del ordeño debe vestir ropa de trabajo que incluya gabacha y gorra. De preferencia, debe usar prendas de color blanco para observar y conocer a simple vista el nivel de limpieza que se mantiene durante el proceso de ordeño. Estas prendas de vestir deben ser utilizadas exclusivamente durante el ordeño.

2) **Lavado de pezones**

El agua que se utiliza para el lavado de pezones debe ser agua limpia y tibia, por lo que se debe calentar previamente. No se debe lavar la ubre de la vaca, ya que resulta muy difícil secarla en forma completa y el agua puede quedarse en la superficie, mojar las manos del ordeñador o caer en el balde, lo cual contamina la leche.

3) **Secado de pezones**

Los pezones de la vaca se deben secar utilizando una toalla. La toalla se tiene que pasar por cada pezón unas dos veces, asegurando que se sequen en su totalidad.

4) **Ordeñado de la vaca**

El ordeño debe realizarse en forma suave y segura. Esto se logra apretando el pezón de la vaca con todos los dedos de la mano, haciendo movimientos suaves y continuos. El tiempo recomendado para ordeñar a la vaca es de 5 a 7 minutos. Si se hace por más tiempo, se produce una retención natural de la leche y se corre el riesgo de que aparezca una mastitis, lo cual resultaría en una significativa reducción de los ingresos y ganancias, ya que se deberá invertir dinero para comprar medicamentos para su curación.

5) **Sellado de pezones**

Al terminar el ordeño es necesario efectuar un adecuado sellado de los pezones de la vaca, introduciendo cada uno de los pezones en un pequeño recipiente con una solución desinfectante a base de tintura de yodo comercial. Esta solución debe prepararse utilizando dos partes de agua y una de tintura de yodo comercial.

6) **Desatado de las patas y la cola de la vaca**

Al terminar de ordeñar, se debe proceder a desatar las patas y la cola de la vaca con tranquilidad.

c. Buenas prácticas después del ordeño

1) Colado de la leche recién ordeñada

Para garantizar el adecuado colado o filtrado de la leche en los baldes, se recomienda usar una manta de tela gruesa, la cual debe colocarse y suspenderse en la parte superior del balde.

2) Lavado de los utensilios de ordeño

Los baldes, recipientes y mantas que se usaron durante el ordeño se deben lavar con abundante agua y jabón. El lavado de los utensilios debe efectuarse tanto por dentro como por fuera, revisando el fondo de los recipientes, de manera que no queden residuos de leche.

3) Limpieza del local de ordeño

El piso y las paredes del local de ordeño se deben limpiar con agua y detergente todos los días después de ordeñar, retirando residuos de estiércol, tierra, leche, alimentos o basura.

Se recomienda realizar la desinfección del local de ordeño cada 15 días, utilizando lechada de cal. Con este producto se desinfectan las paredes, piso, lazos, comederos, bebederos y canales de desagüe.

4) Traslado de la leche y almacenamiento

Se debe mantener la leche en baldes o recipientes debidamente cerrados, ubicados a la sombra. También se pueden colocar dentro de una pila con agua fresca, donde permanecerán con la leche hasta el momento en que se trasladen a la quesería o a la planta procesadora.

Si no se dispone de electricidad y/o refrigerador, la pila con agua fresca funciona bastante bien para bajar la temperatura de la leche.

5) **Registros de producción de leche**

Los registros de producción brindan información para el control de la producción de cada animal y los alimentos que consume, de manera que el productor o productora pueda calcular los beneficios que se obtienen.

Para garantizar la producción de leche, todos los productores y productoras deben llevar un registro de la producción diaria de leche de cada una de las vacas. Esto facilita efectuar un análisis periódico que permite lo siguiente:

- Establecer metas que aseguren la sobrevivencia a largo plazo de su actividad lechera.
- Desarrollar un plan para alcanzar las metas de acuerdo con los recursos disponibles.
- Tomar las acciones necesarias para alcanzar las metas.
- Analizar constantemente los resultados de las acciones tomadas.
- Disponer de información para prevenir complicaciones con la presencia de enfermedades en los animales.

GUÍA INFORMATIVA

BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO



Proporcione siempre un ambiente y arreo tranquilo para la ordeña (sin gritos, golpes ni personas extrañas para el animal)



Lávese las manos siempre antes y después de cada ordeña

Lave y seque los pezones antes y después de cada ordeño



Extraiga siempre los primeros chorros de leche sobre un fondo oscuro para detectar anomalías

Ordeñe en forma suave, constante y uniforme, sin dañar los pezones ni la ubre



Después de cada ordeño sumerja cada pezón en irta solución yodada para evitar la contaminación de la ubre

Guarde la leche recolectada en recipientes adecuados



Mantenga siempre limpio el lugar de ordeña y todos los objetos que utilice en ella

¿Por qué es importante que usted implemente las BPO en el manejo de sus animales?

Porque evitan la transmisión de enfermedades a las personas, se obtiene leche de máxima calidad (apta para el consumo) y porque contribuirá con el bienestar animal.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de la aplicación de las BPO por parte de los pequeños productores de la Comunidad Compañía Labranza, se pueden señalar las siguientes conclusiones:

- Antes de la aplicación de las BPO, el cumplimiento de los requisitos básicos en el proceso de ordeño fue del 26.32 %, lográndose un cambio significativo mediante la capacitación al personal y la implementación de las BPO con lo que se alcanzó el 89.47 % de cumplimiento, puntuación que ya es considerada para recibir el informe favorable que emita Agrocalidad y que considera que la leche producida en este sector es apta para el consumo humano.
- Con la aplicación de las BPO, se pudo mejorar la densidad de la leche, el contenido de grasa y reducir la presencia de agua en la leche, en cambio no variaron los puntos de congelación así como los contenidos de sólidos no grasos, proteína y lactosa, pero todos estos parámetros cumplen con los requisitos exigidos por la legislación ecuatoriana que es regulada por el INEN.
- Al implementarse las BPO, el color de la leche tuvo un cambio favorable, presentando un color blanco mate, así como también la leche estaba exenta de impurezas.
- La presencia de *Staphylococcus sp.* y Coliformes totales, después de la aplicación de las BPO sigue siendo alta, así como la presencia de hongos en las manos de los ordeñadores y en los bidones, por lo que es necesaria poner énfasis en la higiene y sanidad de los ordeñadores así como poner mayor énfasis en la desinfección de equipos y utensilios que se utilizan durante el ordeño.

VI. RECOMENDACIONES

Tomando como referencia los resultados obtenidos se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

- Utilizar el Manual de Buenas Prácticas de Ordeño propuesto para mejorar la calidad de la leche que obtienen los productores de la de la Comunidad Compañía Labranza.
- Capacitar con mayor énfasis en la importancia que tiene la salud y la higiene tanto de animales como del personal antes, durante y después del ordeño, por cuanto existe todavía una presencia alta de microorganismos que afectan la calidad de la leche.
- Realizar supervisiones constantes para que todo el personal involucrado en el proceso del ordeño cumplan de forma eficiente las Buenas Prácticas de Ordeño y poder garantizar la calidad de la leche.

VII. LITERATURA CITADA

1. 3M™ PETRIFILM™. 2015. Guía de Interpretación. Disponible en http://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat/workshopmrama/files/Petrifilm_guias.pdf.
2. ARTICA, L. 2014. Métodos para el análisis fisicoquímico de la leche y derivados lácteos 2a ed. Huancayo, Perú. Editorial @ Libros y editoriales, TEIA. pp 51 – 110.
3. BARBANO, D. Y SANTOS, M. 2006. Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. Journal of Dairy Science, Vol. 89 (E Suppl.).
4. BARDALES, W. 2013. Buenas prácticas de ordeño para producir leche de calidad. Disponible en <http://derivadoslacteos.com/calidad-de-la-leche/buenas-practicas-de-ordeno-para-producir-leche-de-calidad-2>.
5. BOLIVIA, SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA E INOCUIDAD ALIMENTARIA (SENASAG), 2012. Manual de las Buenas Prácticas de Ordeño. Programa de Aseguramiento de la Inocuidad en Lácteos (PAI-Lácteos). Disponible en <http://www.senasag.gob.bo/anp/pai-lacteos/documentos-consulta.html?...727...ordeno>.
6. CALDERÓN, A. GARCÍA, F. Y MARTÍNEZ, G. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Rev.MVZ Cordoba vol.11 no.1 Córdoba Jan./June 2006. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682006000100006.
7. CARMONA, L., CIFUENTES, B., DE LA FUENTE, N. 2015. La ordeña manual. Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad de Chile. Disponible en <http://saludpublicavet.wikispaces.com/La+orde%C3%B1a+manual>.

8. CHARBONIER, I. 2003, Sistema de generación y transferencia de tecnología en el sector lechero Ecuatoriano. Disponible en <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/genetics/Ecuador.pdf>.
9. DIAZ, I. 2007. Buenas Prácticas al ordeño y calidad de leche. Disponible en <http://www.infolactea.com/descargas/biblioteca/98.pdf>.
10. ECUADOR, AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO (AGROCALIDAD). 2016. Buenas prácticas del ordeño higiénico. Disponible en <http://www.agrocalidad.gob.ec/buenas-practicas-del-ordeno-higienico/>.
11. ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 2015. Leche cruda. Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2015 Sexta revisión. Quito, Ecuador. Disponible en http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte_inen_009_6r.pdf.
12. ELLNER, R. 200. Microbiología de la leche y de los productos lácteos. Ed. Díaz De Santos, Madrid, España. pp 44-55.
13. FRENCH, A. 2015. Propiedades de la lactosa. Disponible en http://muyfitness.com/propiedades-lactosa-info_5156/.
14. GONZALES, P. 2015. Buenas prácticas de ordeño. Programa PRA Buenaventura CSE. 1a ed. Callao, Perú. Edit. Caritas del Perú. Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-15595. Disponible en <http://www.caritas.org.pe/documentos/Manual%20Leche%20Final.pdf>.
15. HERNÁNDEZ L, Y VALERO G. 1999. Diagnóstico bacteriológico y recomendaciones para el control de la mastitis. INIFAP, CEÑID Microbiología Animal. México, D.F. pp 18-21.
16. HERNÁNDEZ, A, BLANCO, O., ONTIVEROS, C., TEPAL, CH., MONTERO, L.,

- RICARDO. G. 2009. Producción de leche de bovino en el sistema intensivo. INIFAP, Centro de Investigación Regional Golfo Centro, Veracruz, México. Libro técnico Núm. 23; 373 p.
17. <http://www.ekomilk.eu>. 2017. Ekomilk bond, Manual del usuario. Disponible en http://www.ekomilk.eu/Ekomilk%20Standard%20Ultra%20Bond%20Total%20with%20pH_manual%20Francais%20Espanol%20www.ekomilk.eu.pdf.
18. <http://www.elika.eus>. 2013. Staphylococcus aureus. Disponible en http://www.elika.eus/datos/pdfs_agrupados/Documento95/7.Staphylococcus.pdf.
19. Infolactea.com. 2016. Buenas prácticas pecuarias. Buenas prácticas de ordeño. Disponible en http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/09/buenas_practicas_ordeno-28octubre10.pdf.
20. ISO: 9000. 2008. Requisitos para el sistema de calidad. Disponible en <http://www.gestion-calidad.com/norma-iso.html>.
21. MAGARIÑOS H. 2000. Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. Producción y Servicios Incorporados S.A. Guatemala, Guatemala.
22. MALLET, A., GUÉGUEN, M., KAUFFMANN, F., CHESNEAU, C., SESBOUÉ, A. Y DESMASURES, N. 2012. Quantitative and qualitative microbial analysis of raw milk reveals substantial diversity influenced by herd management practices. *International Dairy Journal*, Vol. 27, 2012.
23. MARTÍNEZ, R., TEPAL, J., HERNÁNDEZ, L., ESCOBAR, M., GUTIÉRREZ, R. Y BLANCO, M. 2011. Mejora continua de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca. Manual de capacitación. Folleto Técnico No. 3 ISBN: 978-607-425-560-7. México, D. F. Disponible en http://utep.inifap.gob.mx/pdf_s/MANUAL%20LECHE.pdf.

24. NARVÁEZ, B. 2009. Estudio comparativo de geodatabase aplicado al levantamiento de la línea base en las comunidades de la COCIHC. Fundación M.A.R.CO. Tesis de Grado. Facultad de Informática y Electrónica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/59/1/18T00390.pdf>.
25. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). 2011. Serie “Buenas prácticas en el manejo de la leche” Manual 1 Buenas prácticas de ordeño. Guatemala, Guatemala. Disponible en http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/1/13346882217260/fao_manual1_lacteos_rip.pdf.
26. ORTIZ, T., GUTIÉRREZ, S., RODRÍGUEZ, H. Y OLIVERA, M. 2014. Manual de buenas prácticas de ordeño. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. ISBN: 978 958 8848 887 Disponible en https://www.researchgate.net/publication/281865217_Manual_de_Buenas_Practicas_de_Ordeno.
27. PERIAGO, M. 2010. Composición físico-química y calidad higiénica de la leche. Departamento de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología. Universidad de Murcia, España. Disponible en <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas-1/practica-2-composicion-fisico-quimica-de-la-leche>.
28. PICCO, J. 2011. Diseño de un sistema de buenas prácticas de ordeño para la hacienda Santa Rita en el sector de Tambillo. Tesis de grado. Facultad de Ciencia de la Ingeniería, Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. p 15.
29. PIÑEROS, G., TÉLLEZ, G. Y CUBILLOS, A. 2005. La calidad como factor de Competitividad en la cadena láctea. Caso: cuenca lechera del alto

Chicamocha (Boyacá). Universidad Nacional de Colombia. Disponible en <http://www.veterinaria.unal.edu.co/inv/gipep/libro%20calidad20leche.pdf>.

30. PORTALECHERO.COM. 2006. Los sólidos no grasos lácteos (S.N.G.L.) o magros de la leche en la elaboración de helados. Disponible en <https://www.portalechero.com/innovaportal/v/176/1/innova.front/los-solidos-no-grasos-lacteos-sngl-o-magros-de-la-leche-en-la-elaboracion-de-helados.html>.
31. REYES, G., MOLINA, B. Y COCA, R. 2010. Calidad de la leche cruda. Foro sobre ganadería lechera de la Zona Alta de Veracruz. Disponible en https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf.
32. SENASICA. 2009. Manual de buenas prácticas pecuarias en unidades de producción de leche bovina. México, D.F. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/95429/Unidades_de_produccion_de_leche_bovina.pdf
33. SIMÃO, M., PARANHOS, M., SANT'ANNA, A. Y POSTO, A. 2015. Buenas prácticas de manejo. Ordeño. Disponible en http://www.grupoetco.org.br/arquivos_br/manuais/manual_buenas_practicas_de_manejo-ordeno_e-book.pdf.
34. VENEZUELA, UNIVERSIDAD DE ZULIA, 2002. Determinación de adulteración de la leche con agua, cloruros y sacarosa Guía práctica. Facultad de Ciencias Veterinarias. Disponible en <http://www.fcv.luz.edu.ve/images/stories/catedras/leche/adulteraciones.pdf>.
35. VENEZUELA, COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 2000. Leche cruda. Norma COVENIN 903-93. Disponible en <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/903-93.pdf>.

36. WALSTRA, P., GEURTS, T. & NOOMEN, A. 2001. Ciencia de la leche y Tecnología de los productos lácteos, Zaragoza, España. Disponible en http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/081201_Boni_2014.pdf
37. ZABALA, R. Y FALCONÍ, C. 2010. El ecosistema paramo y potenciales pagos por conservación de carbono. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Fundación Minga para la Acción Rural y la Cooperación M.A.R.CO. Riobamba - Ecuador. Disponible en <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/12.-Rolando-Zabala.-Ecosistema-Paramo.-FUNDACION-MINGA-Chimborazo-Ecuador.pdf>.

ANEXO