

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL CONTEO DE BACTERIA  
(ufc/ML) EN FINCAS PROVEEDORAS DE LECHE COMERCIAL  
DE LA EMPRESA NEVADA**

**ANAYS MABEL LARA GONZÁLEZ**  
**4-790-969**

**DAVID, CHIRIQUÍ**  
**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2019**

**EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL CONTEO DE BACTERIA  
(ufc/ML) EN FINCAS PROVEEDORAS DE LECHE COMERCIAL  
DE LA EMPRESA NEVADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDA PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O  
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
PECUARIAS**

**APROBADO:**

**M.Sc. ARTURO FUENTES**

\_\_\_\_\_  
**Director**

**M.Sc. RUBÉN D. RÍOS**

\_\_\_\_\_  
**Comité**

**M.Sc. JOSEPH GRAJALES**

\_\_\_\_\_  
**Comité**

**DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ  
2019**

## AGRADECIMIENTO

Le agradezco primero a **Dios**, tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír antes mis logros que son resultado de tu ayuda por haberme permitido terminar una de las fases más importantes de mi vida; igual que a mi familia que siempre ha estado para apoyarme, a todos mis amigos que siempre creyeron en mi capacidad para terminar mi carrera y me motivaron a seguir, a cada una de las personas que de una manera especial me motivaron y me brindaron su apoyo para terminar mi trabajo de grado.

A la **empresa NEVADA**; por haberme permitido el uso de cada uno de sus productores para llevar a cabo esta investigación.

Al **Ingeniero Roling Delgado y Roger** por ser el enlace con los productores para permitirme recolectar los datos durante 4 meses.

Al **Profesor Arturo Fuentes** director de esta investigación por su enseñanza, dedicación, paciencia durante el desarrollo de este trabajo.

A todos los productores que me permitieron el acceso a sus fincas y que se llevara a cabo esta investigación.

Gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

Infinitas gracias...

**Anays M. Lara G.**

## DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo amor y cariño a **Dios** quien me dio la fuerza, entendimiento para culminar una de las fases más importante de mi vida.

El amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaban mis padres por mi avance y desarrollo de esta tesis, es simplemente único y refleja en la vida de un hijo.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre **Mirta González** por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudios eres una mujer que simplemente me hace llenar de orgullo te amo no va haber manera de devolverte tanto; gracias a mi padre **Eloy Lara** por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

A mis **Hermanos**, por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año y por ser mi inspiración de superación.

A mis **Sobrinos** por ser mi inspiración de serle ejemplo y motivarlos a superarse.

A mi **Padrino** que siempre ha sido un motivo de superación, por ayudarme en todo lo que necesitaba, por estar siempre conmigo en momentos difíciles.

Con mucho cariño y aprecio,

**ANAYS M. LARA G.**

# **EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DEL CONTEO DE BACTERIA (ufc/ML) EN FINCAS PROVEEDORAS DE LECHE COMERCIAL DE LA EMPRESA NEVADA**

**Lara, Anays M.** 2019. Evaluación y reducción del conteo de bacteria (ufc/ML) en fincas proveedoras de leche comercial de la Empresa Nevada  
Tesis Ing. Agrónomo Zootecnista. Chiriquí, Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

## **RESUMEN**

El presente estudio se realizó en ocho fincas lecheras especializadas en la provincia de Chiriquí, República de Panamá, en las cuales se obtuvo datos de producción láctea durante 4 meses. Se utilizó cuatro fincas de alto conteo de bacteria (ufc/ML) y cuatro de bajo conteo bacteria de lecherías especializadas ubicadas en la cuenca lechera, el cual cuenta con infraestructuras modernas para este tipo de producción. El diseño experimental utilizado es de bloque completamente al azar, siendo las variables para evaluar sólidos totales, grasa, proteína, lactosa, microbiología (ufc/ML). Además se utilizó una encuesta estática a los ordeñadores de las 8 fincas seleccionadas para conocer la rutina de ordeño que llevan a cabo en la fincas se realizó con el objetivo de conocer que realizaba las fincas de bajo conteo de bacteria por debajo de las 10000 mil unidades formadoras de colonia que no llevaba en práctica las fincas de alto conteo de bacteria > 100,000 ufc/ml con el objetivo de relacionar rutina de ordeño y calidad láctea, se evaluó la diferencia entre las fincas y las semanas analizadas. En el último mes de análisis 3 fincas de alto conteo de bacteria fue intervenida con una guía de buenas prácticas de ordeño donde el objetivo principal era mitigar las bacterias en el tiempo. En el estudio realizado indicaron que las variables grasas, proteína, lactosa, sólidos totales para las fincas era altamente significativo con una ( $p < 0.05$ ). Para la variable ufc/ml en el efecto finca se encontró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ); sin embargo, para las semanas analizadas no afecto ( $p > 0.05$ ) la cantidad de bacterias en la leche. En el análisis de las encuestas se encontraron fallas en el lavado de equipo, en la utilización de yodo en la desinfección de los pezones, mala implementación del uso de detergente alcalino y ácido, el uso de los materiales para el secado de los pezones. En la intervención se logró disminuir el nivel de bacteria a través del tiempo con el ordenamiento de la guía de buenas prácticas de ordeño, se aprecia que en la finca 1 disminuyó en un 90%, la segunda finca en un 97% y la tercera solamente alcanzó un 57%, siendo la Finca 2 la que presento la mejor disminución de las bacterias en tiempo demostrado por la ecuación de regresión lineal. Estos resultados nos indican que en las fincas evaluadas se concluye que había una deficiencia en concepto de rutina de ordeño y la importancia que tiene en calidad láctea.

**Palabras claves:** leche grado A, calidad láctea, rutina de ordeño, unidades formadoras de colonia.

## **EVALUATION AND REDUCTION OF BACTERIA COUNT (ufc/ML) ON COMMERCIAL MILK-PROVIDING FARMS OF THE NEVADA COMPANY**

**Lara, Anays M.** 2019. Evaluation and reduction of bacteria count (ufc/ML) on commercial milk-providing farms of the Nevada Company. thesis Company Ing. Agronomist Zootechnist. Chiriquí, Panama. Faculty of Agricultural Sciences.

### **ABSTRACT**

This study was conducted on eight specialized dairy farms in the province of Chiriquí Republic of Panama, where milk production data were obtained for 4 months. Four high bacterial count farms and four low bacterial count farms of specialized dairy farms located in the dairy basin were used for this research, which has modern infrastructure for this type of production. The experimental design used in this research is completely random block, being the variables to evaluate are total solids, fat, protein, lactose, microbiology (UFC/ML). For the following study, a static survey was presented to the milkers of the 8 selected farms to learn about the milking routine they perform on the farm was conducted with the aim of knowing that it performed the low-count bacteria below the 10000 thousand colony forming units that were not carried in practice by farms of high bacterial count > 100,000 bacteria/ml with the aim of relating milking routine and milk quality, the difference between the farms analyzed and the weeks Analyzed. In the last month of analysis 3 farms of high bacterial count was intervened with a guide to good milking practices where the main objective was to mitigate bacteria over time. In the study they indicated that the fat, protein, lactose, total solids variables for the farms and weeks was highly significant with one ( $p < 0.05$ ). For the CFU/ml variable in the farm effect significant differences were found ( $p < 0.05$ ) however for the weeks analyzed non-affect ( $p > 0.05$ ) the amount of bacteria in the milk. In the analysis of the surveys, failures were found in the washing of equipment, in the use of iodine in the disinfection of the nipples, poor implementation of the use of alkaline and acidic detergent, the use of materials for the drying of the nipples. In the intervention was managed to decrease bacteriological levels over time with the ordering of the good milking practice guide, it is appreciated that in the farm 1 decreased by 90%, the second farm by 97% and the third only reached 57%, with farm 2 being the one that was more adjusted to the regression model. These results tell us that the farms evaluated conclude that there was a deficiency in the purpose of a routine milking and the importance that it has in milk quality.

**Keywords:** grade A milk, milk quality, milking routine, colony forming units.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b> .....	xiii
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 Planteamiento del problema a investigar</b> .....	2
<b>1.2 Antecedentes</b> .....	3
<b>1.3 Justificación</b> .....	5
<b>1.4 Objetivos</b> .....	7
<b>1.4.1 Objetivo General</b> .....	7
<b>1.4.2 Objetivo Especifico</b> .....	7
<b>1.5 Hipótesis</b> .....	8
<b>1.6 Alcances y limitaciones del estudio</b> .....	9
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	10
<b>2.1 Leche Bovina</b> .....	10
<b>2.2 Fisiología y anatomía de las glándulas mamarias</b> .....	10
<b>2.2.1 Fisiología de la glándula mamaria</b> .....	11
<b>2.2.1.1 Período embrionario fetal (prenatal)</b> .....	11
<b>2.2.1.2 Período desde el nacimiento hasta la pubertad (pre-puberal)</b> .....	13
<b>2.2.1.3 Periodo después de la pubertad (post-puberal)</b> .....	14
<b>2.2.1.4 Período durante la gestación</b> .....	15
<b>2.2.1.5 Desarrollo durante la lactación</b> .....	16
<b>2.2.2 Anatomía de la ubre</b> .....	16
<b>2.2.2.1 Sistema circulatorio arterial</b> .....	18
<b>2.2.2.2 Venoso</b> .....	19
<b>2.2.2.3 Sistema linfático</b> .....	20
<b>2.2.2.4 Sistema nervioso</b> .....	20
<b>2.2.2.5 Lactogénesis</b> .....	20

2.2.2.6 Lactopoyesis .....	23
<b>2.3 Tecnificado de producción láctea.....</b>	<b>27</b>
2.3.1 Ordeño mecánico .....	27
<b>2.4. Componentes y funcionamiento de un equipo de ordeño .....</b>	<b>28</b>
2.4.1 Bomba de vacío .....	28
2.4.2 Tanque de vacío o interceptor .....	28
2.4.3 Regulador de vacío.....	28
2.4.4 Vacuómetro o manómetro .....	29
2.4.5 Línea de vacío.....	29
2.4.6 Pulsadores .....	29
2.4.7 Unidad de ordeño .....	30
2.4.8 Sistema de extracción de leche.....	31
2.4.9 Refrigeración y almacenamiento de la leche.....	32
<b>2.5 Limpieza y lavado de equipo de ordeño.....</b>	<b>33</b>
2.5.1 Limpieza .....	33
2.5.2 Limpieza y desinfección del equipo de ordeño y del tanque de enfriamiento.....	34
2.5.3 Productos utilizados para la limpieza de los equipos de ordeño.....	36
<b>2.6 Buenas prácticas de ordeño .....</b>	<b>37</b>
2.6.1 Buenas prácticas del manejo de la leche.....	37
2.6.2 Buenas prácticas antes del ordeño.....	38
2.6.3 Buenas prácticas durante el ordeño .....	39
<b>2.7 Rutina de ordeño.....</b>	<b>42</b>
2.7.1 Proporcionar un ambiente limpio y tranquilo para las vacas.....	42
2.7.2 Extraer y examinar los primeros chorros de la leche para detectar mastitis clínica.....	43
2.7.3 Lavar los pezones y la superficie interior de la ubre .....	44
2.7.4 Desinfectar los pezones antes del ordeño.....	44
2.7.5 Secar completamente los pezones con toallas individuales.....	44
2.7.6 Estimulación de la glándula mamaria .....	45
2.7.8 Cortar el vacío antes de retirar las unidades de ordeño.....	46
2.7.9 Desinfectar los pezones con un producto seguro y eficaz.....	46
2.7.10 Desinfectar las pezoneras entre vaca y vaca .....	46
<b>3. Mastitis .....</b>	<b>47</b>
3.1 Factores que predisponen la presentación de mastitis.....	47



3.1.1 Manejo .....	47
3.1.2 Factores físicos.....	48
3.1.2.1 Heridas físicas.....	48
3.1.2.2 Personal.....	48
3.1.3 Factores genéticos .....	48
3.1.4 Factores nutricionales .....	49
3.2 Clasificación de las mastitis .....	49
3.2.1 Mastitis subclínica .....	50
3.3 Patógenos causantes de mastitis .....	51
3.3.1 Staphylococcus aureus .....	52
3.3.2 Streptococcus agalactiae .....	52
3.3.3. Streptococcus dysgalactiae.....	52
3.3.4. Streptococcus uberis.....	53
3.4 Bacterias Gram negativas causantes de mastitis .....	53
3.4.1 Escherichia coli.....	53
3.4.2 Pseudomonas .....	54
3.4.3 Klebsiella pneumoniae .....	54
4. Calidad láctea.....	54
4.1 Bacteriología en la leche.....	56
4.2 Composición química de la leche .....	56
4.3 Calidad nutricional de leche .....	58
4.4 Calidad higiénica de la leche.....	59
4.5 Factores que determinan la calidad de la leche .....	60
4.5.1 Factores de origen fisiológico .....	61
4.5.2 Etapa de lactancia.....	61
4.6 Factores de origen ambiental .....	63
4.6.1 Alimentación .....	63
3. METODOLOGÍA .....	65
3.1 Ubicación y caracterización .....	65
3.2 Muestreo.....	67
3.2.1 Selección de finca .....	67
3.3 Diagnóstico .....	68
3.4 Implementación y seguimiento de las buenas prácticas de ordeño .....	68
3.5 Diseño estadístico .....	70
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	71

<b>4.1 Descripción general de las fincas</b> .....	71
<b>4.1.1 Finca 1</b> .....	71
<b>4.1.2 Finca 2</b> .....	71
<b>4.1.3 Finca 3</b> .....	72
<b>4.1.4 Finca 4</b> .....	72
<b>4.1.5 Finca 5</b> .....	73
<b>4.1.6 Finca 6</b> .....	73
<b>4.1.7 Finca 7</b> .....	74
<b>4.1.8 Finca 8</b> .....	74
<b>4.2.1. Características del proceso de ordeño en fincas con Bajo conteo de bacterias</b> .....	75
<b>4.2.2. Alto conteo de bacterias</b> .....	76
<b>4.3. Composición química de la leche</b> .....	86
<b>4.3.1. Grasa (%)</b> .....	87
<b>4.3.2. Sólidos totales</b> .....	89
<b>4.3.3. Proteína</b> .....	91
<b>4.3.4. Lactosa</b> .....	93
<b>4.3.5. Conteo de bacteria</b> .....	95
<b>CONCLUSIONES</b> .....	103
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	104
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	105
<b>ANEXOS</b> .....	116

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO I.	PASOS BÁSICOS EN LA LIMPIEZA DEL EQUIPO DE ORDEÑO ...	33
CUADRO II.	CLASIFICACIÓN DE MASTITIS .....	49
CUADRO III.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ORDEÑO DE LAS FINCAS ANALIZADAS CON BAJO CONTEO DE BACTERIAS .....	76
CUADRO IV.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ORDEÑO DE LAS FINCAS ANALIZADAS CON ALTO CONTEO DE BACTERIAS .....	77
CUADRO V.	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS VARIABLES DEL PROCESO DE ORDEÑO EN LAS FINCAS EVALUADAS .....	80
CUADRO VI.	PRUEBA DE CHI-CUADRADO PARA ALTO Y BAJO CONTEO DE BACTERIA.....	82
CUADRO VII.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE GRASA EN FINCAS ANALIZADAS..	88
CUADRO VIII.	COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE GRASA .....	89
CUADRO IX.	COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS SEMANAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE GRASA .....	89
CUADRO X.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE SÓLIDOS TOTALES EN LAS FINCAS ANALIZADAS .....	90
CUADRO XI.	COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE SÓLIDOS TOTALES .....	91
CUADRO XII.	COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS SEMANAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE SÓLIDOS TOTALES .....	91
CUADRO XIII.	ANÁLISIS DE VARIANZA DE PROTEÍNA EN LAS FINCAS ANALIZADAS .....	92
CUADRO XIV.	COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE PROTEÍNA .....	92
CUADRO XV.	COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS SEMANAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE PROTEÍNA .....	93

<b>CUADRO XVI.</b>	<b>ANÁLISIS DE VARIANZA DE LACTOSA EN LAS FINCAS ANALIZADAS .....</b>	<b>94</b>
<b>CUADRO XVII.</b>	<b>COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE LACTOSA .....</b>	<b>94</b>
<b>CUADRO XVIII.</b>	<b>COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS SEMANAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE LACTOSA .....</b>	<b>95</b>
<b>CUADRO XIX.</b>	<b>ANÁLISIS DE VARIANZA DE BACTERIA UFC/ml EN LAS FINCAS ANALIZADAS .....</b>	<b>96</b>
<b>CUADRO XX.</b>	<b>COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE BACTERIA UFC/ml. ....</b>	<b>96</b>
<b>CUADRO XXI.</b>	<b>COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS SEMANAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE BACTERIA UFC/ML .....</b>	<b>97</b>
<b>CUADRO XXII.</b>	<b>CORRELACIÓN DE VARIABLES EVALUADAS .....</b>	<b>97</b>
<b>CUADRO XXIII.</b>	<b>ANÁLISIS DE VARIANZA DE COMPORTAMIENTO DE FINCA 1 DE ALTO CONTEO DE BACTERIA .....</b>	<b>98</b>
<b>CUADRO XXIV.</b>	<b>ANÁLISIS DE VARIANZA DE COMPORTAMIENTO DE FINCA 2 DE ALTO CONTEO DE BACTERIA .....</b>	<b>99</b>
<b>CUADRO XXV:</b>	<b>ANÁLISIS DE VARIANZA DE COMPORTAMIENTO DE FINCA 3 DE ALTO CONTEO DE BACTERIA .....</b>	<b>100</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b>	<b>Extracción de la leche en el despunte .....</b>	<b>84</b>
<b>Gráfica 2.</b>	<b>Fuente de agua para el lavado de los pezones .....</b>	<b>84</b>
<b>Gráfica 3.</b>	<b>Producto con que presella los pezones .....</b>	<b>85</b>
<b>Gráfica 4.</b>	<b>Material que se utiliza para el secado de los pezones.....</b>	<b>85</b>
<b>Gráfica 5.</b>	<b>Interacción finca por semana de medias de la variable grasa (%)....</b>	<b>88</b>
<b>Gráfica 6.</b>	<b>Interacción finca por semana de medias de la variable sólidos totales en porcentaje. ....</b>	<b>90</b>
<b>Gráfica 7.</b>	<b>Interacción de finca por semana de medias de la variable lactosa en porcentaje. ....</b>	<b>94</b>
<b>Gráfica 8.</b>	<b>Comportamiento de bacteria mediante la intervención con la Guía de Buenas Prácticas en la finca 0131 .....</b>	<b>99</b>
<b>Gráfica 9.</b>	<b>Comportamiento de bacteria mediante la intervención con la Guía de Buenas Prácticas en la Finca 0290 .....</b>	<b>100</b>
<b>Gráfica 10.</b>	<b>Comportamiento de bacteria mediante la intervención con la Guía de Buenas Prácticas en la Finca 0402.....</b>	<b>101</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1. ARREADO DE LAS VACAS TRANQUILO.....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO 2. SALA DE ESPERA PARA LOS ANIMALES DE ORDEÑO.....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO 3. INFRAESTRUCTURA DE UNA SALA DE ORDEÑO .....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO 4. DESINFECCIÓN DE LAS PEZONERAS .....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO 5. UBRES SANAS Y LIMPIAS ANTES DEL ORDEÑO .....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXO 6. TANQUE DE ENFRIAMIENTO .....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXO 7. ENCUESTA REALIZADA A UN GRUPO DE PRODUCTORES DE LECHE GRADO A DE LA PROVEDORA DE LA EMPRESA NEVADA.....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO 8. GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO .....</b>	<b>123</b>

## I. INTRODUCCIÓN

En Panamá, la producción de leche está sufriendo cambios debido a las exigencias de las empresas que compran la leche cruda para su procesamiento y ofrecer un producto terminado que satisfaga las necesidades del consumidor, dichas exigencias están enfocadas a que el productor ofrezca una leche sana apta para el consumo humano, allí es donde entra en escena el tema de calidad de la leche.

La calidad de la leche no es más que la leche que es obtenida en las mejores condiciones higiénicas de la finca y del área de ordeño, basándose en proporcionar al animal concentrado y forrajes de alta calidad que satisfacen los requerimientos nutricionales de vacas en producción; además de un control sanitario de la finca como lo es desparasitar, colocar vitaminas y minerales que se encuentran presentes en la alimentación y que el organismo del animal no es capaz de sintetizar por sí solo.

Está demostrado que el factor más importante para producir leche de alta calidad higiénica es el secado de los pezones antes del ordeño, ya que la piel mojada aporta muchas más bacterias a la leche que la piel seca.

El ordeño constituye un factor de suma importancia en la actividad de la producción lechera; por lo cual el grado de ejecución correcta define el concepto de la síntesis y secreción de la glándula mamaria (Olivera; 2007).

La rutina de ordeño es el proceso más importante en la producción de la leche ya que en primer lugar es un proceso crítico desde el punto de vista de la obtención de un máximo rendimiento y de conservar las ubres sanas. Los malos procedimientos de ordeño pueden dar fácilmente como resultado pérdida en la producción, enfermedades como la mastitis y por ende la calidad de la leche (Martínez, 2010).

Una de las principales causas de infección bacteriana cruzada entre los pezones es el flujo inverso de la leche con el interior del grupo de pezoneras, pero el problema puede ser disminuido si se corta el vacío antes de retirar las pezoneras de la ubre.

Cualquier porción de sólidos no grasos de leche dejados en el equipo de ordeño es una fuente de alimento para los microorganismos, que pueden dar origen a la piedra de la leche y un alto número de recuento de bacterias; el cual afectaría la calidad de la leche (Revilla, 1995).

### **1.1 Planteamiento del problema a investigar**

Las necesidades de la industria y todo el sector lechero, están basadas en la existencia de ofrecer a los consumidores productos lácteos confiables y sanos, siendo un imperativo para incrementar el consumo, mantener y conquistar nuevos



mercados y competir con productos importados para asegurar la viabilidad del sector en conjunto. Por lo tanto, una leche de calidad y productos lácteos de calidad cumplen con los requisitos identificados y la aceptación del cliente de un producto confiable y sano, y el aseguramiento de la calidad de estos, debe ser considerada una prioridad absoluta. Así mismo, la calidad de la leche cruda es influenciada por múltiples condiciones entre las que se destacan los factores zootécnicos, asociados al manejo, nutrición, lactancia, salud de los animales, así como factores relacionados a la obtención y almacenamiento de la leche recién ordeñada. Los primeros, son los responsables por las características de la composición de la leche y por la productividad. La obtención y almacenamiento de la leche cruda, por otro lado, se relaciona directamente con la calidad microbiológica del producto, determinando inclusive su tiempo de vida útil. Con base en estos aspectos, se presentan los principales factores que afectan los parámetros de la calidad de la leche cruda, relacionados al manejo y nutrición de los animales, así como, de la obtención y conservación del producto en las fincas lecheras y centros de acopio.

## **1.2 Antecedentes**

La lechería panameña se caracteriza por desarrollarse en explotaciones o fincas pequeñas, con mano de obra familiar, siendo la principal fuente de ingresos sostenidos para la familia rural. Desde hace miles de años, la explotación lechera ha sido una de las principales fuentes de alimentación para la población. No solo ha sido consumida como leche fluida sino también como queso, mantequilla, yogurt y crema, formando parte de la alimentación tanto de niños, jóvenes y

adultos. La obtención de dicha leche ha sido de manera artesanal, donde las condiciones higiénicas no eran las más adecuadas, en donde la alimentación de las vacas en producción se basaba en colocar el hato de ordeño en una cuadra y que los mismos animales decidieran entre la vegetación disponible, lo que era aprovechable o no.

No existía un control sanitario específico para la finca. Para la década de 1980 el mayor porcentaje de la leche ordeñada era leche grado "B" o "C". En el 2005 la Provincia de Chiriquí contaba con 1651 proveedores de leche fluida, de ese total había 209 proveedores grado "A", tres proveedores grado "B" y 1439 proveedores leche grado "C" (Oficina de Programación y Evaluación DINAG-MIDA). En la actualidad Panamá cuenta con un 25% de proveedores de leche grado "A", 30.7% grado "B" y 44.3% grado "C".

Con la evolución de la producción lechera, ya para el año de 1992 se contaba con 131.5 millones de litros de leche y en el 2005 dicha producción aumento a 177.8 millones de litros de leche (Oficina de Programación y Evaluación DINAG-MIDA).

En Panamá en la actualidad existen 6,520 productores de leche, que venden su leche a las industrias, la mayor cantidad se localiza en la provincia de Los Santos con 2,437 proveedores, seguido de la provincia de Chiriquí con 1,651, Herrera con 1,577. (MIDA, 2007).

Hoy en día se cuenta con la tecnología necesaria para ofrecer una leche de calidad. Además, ya existen métodos específicos que nos permite catalogar a una finca productora de leche ya sea grado "A", "B" o "C". Además, se cuenta con la

asesoría de campo por técnicos capacitados, encargados de ayudar a los productores en cuanto al manejo de la finca y las alternativas que se pueden emplear para que dicho manejo sea amigable con el ambiente.

La Leche Grado “A” con un volumen de producción de 66.2 millones de litros, es producida en 240 Fincas, ubicadas en su mayor porcentaje en la provincia de Chiriquí, que posee condiciones agroclimáticas favorables, para la producción de leche especializada, con vacas puras Holstein, Pardo Suizo o Jersey, con alimentación basada en concentrados y pastos, ordeño mecánico, usan inseminación artificial permanente y dependen de insumos alimentarios y medicamentos importados para su producción.

### **1.3 Justificación**

La composición química de la leche juega un papel importante para los productores de leche grado A en la actualidad, ya que el pago de la leche fluctúa en cuanto al porcentaje de proteínas, sólidos totales y grasa presente en la misma; dicho pago es conocido como incentivos, la cual es una remuneración a los productores por esmerarse por producir leche de excelente calidad.

Para ofrecer un producto de buena calidad es necesario contar con una alimentación a base de forraje y concentrado que cumpla con los requerimientos necesarios para las vacas en producción. Se debe seguir un patrón alimenticio que satisfaga los requerimientos nutricionales de las vacas en producción.

La composición bacteriológica de la leche representa otro de los parámetros de gran importancia para los productores de leche grado A, es por ello por lo que a

menores unidades formadoras de colonias y células somáticas mayores será el pago recibido por los productores.

Para lograr una leche de alta calidad apta para el consumo humano es necesario que la misma sea con bajo recuento bacteriano, que no contenga residuos (agua, antibióticos) y bajo conteo de células somáticas (CCS). Y así se garantiza una calidad óptima de la leche, además que asegura el valor de la leche al productor. El logro de la obtención regular de leche de calidad es posible a partir de una instalación correctamente dimensionada y mantenida, del estado y mantenimiento del equipamiento de ordeño, de la capacitación continua del personal, y del control de la gestión. Los procedimientos que surgen de un programa de calidad hacen proveer los resultados de los análisis, y generan un ambiente el cual eduque en la necesidad de operar bajo normas y procedimientos repetibles y constantes necesarios en un establecimiento que procesa el alimento (Calderón, García y Martínez, 2006).

La leche de calidad es la proveniente del ordeño de vacas sanas, bien alimentadas, libres de olores, sedimentos, sustancias extrañas y que reúnen las siguientes características:

- Cantidad y calidad apropiada de los componentes sólidos (grasa, proteína, lactosa y minerales).
- Con un mínimo de carga microbiana.

- Libre de bacterias causante de enfermedades (brucelosis; tuberculosis; patógenos de mastitis), y toxinas (sustancias toxicas) producidas por hongos u bacterias.
- Con un mínimo de células somáticas.

Para una mejor comprensión, la calidad de la leche puede ser subdividida:

- Calidad higiénica
- Calidad composicional
- Calidad sanitaria

La contaminación de la leche de tanque y la sanidad de ubres, son factores que alteran la calidad de leche, incidiendo directamente en la calidad de producto final.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Evaluar y reducir el conteo de bacteria (UFC/ml) en fincas proveedoras de leche comercial a la Empresa Nevada.

### **1.4.2 Objetivo Especifico**

- Evaluar el comportamiento de la calidad química de la leche procedente de las fincas lecheras con alto unidades formadoras de colonias (bacterias/ml).
- Caracterizar los factores determinantes (rutina, limpieza) de la calidad de leche en fincas proveedoras de leche grado A de Nevada.

- Relacionar el conteo de bacteria con la composición química de la leche en finca.
- Medir el impacto en la disminución del conteo de bacteria/ml al implementar una guía de buenas prácticas.

## **1.5 Hipótesis**

### **A. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD QUÍMICA CON ALTO UFC/ml DE LA LECHE.**

- Ho: no existe diferencia en la evaluación de las fincas lecheras según las unidades formadoras de colonia.
- Ha: si existe diferencia en la composición de la leche en finca de alto conteo de unidades formadoras de colonia.

### **B. CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES DETERMINANTE SEGÚN EL CONTEO DE BACTERIA.**

- Ho: no es existe diferencia entre los factores determinantes (rutina, limpieza) de la calidad de leche en fincas agrupadas según el conteo de bacteria.
- Ha: si existe diferencia entre los factores determinantes (rutina, limpieza) de la calidad de leche en fincas agrupadas según el conteo de bacteria.

### **C. RELACIONAR EL CONTEO DE BACTERIA CON LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE.**

- Ho: no existe relación en el conteo de bacteria en la composición química de la leche.
- Ha: existe relación en el conteo de bacteria en la composición química de la leche.

#### **D. MEDIR EL IMPACTO DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO EN EL MEJORAMIENTO DEL CONTEO DE BACTERIA/ml.**

- Ho: las buenas prácticas de ordeño no reducen el conteo de bacteria de la leche.
- Ha: las buenas prácticas de ordeño reducen el conteo de bacteria de la leche.

#### **1.6 Alcances y limitaciones del estudio**

Durante el proceso de esta investigación se logró evaluar las rutinas de ordeño y los protocolos de higienización para la obtención de una buena calidad láctea.

En esta investigación fueron muestreadas 8 fincas intensivas en la provincia de Chiriquí específicamente en la cuenca lechera en lecherías especializadas grado A.

Las limitantes en este estudio fueron

- No todos los ordeñadores de las fincas conocen el concepto de calidad láctea.
- Se necesita cierto nivel de capacitación técnica y concientización por parte del productor y los técnicos.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Leche Bovina

La leche bovina puede ser definida como el producto fresco obtenido del ordeño completo de las vacas sanas, con una nutrición balanceada, libre de estrés, con la ausencia de calostro y con las características física, microbiológica e higiénica establecidas (Díaz, 2005).

Además, es uno los principales alimentos nutritivos tanto para el ser humano como para los animales, es por ello por lo que es de vital importancia asegurar su buen estado además de que cumpla con un valor nutricional establecido, principalmente cuando está destinada para el consumo de las personas (Díaz, 2005).

### 2.2 Fisiología y anatomía de las glándulas mamarias

La ubre representa un conjunto de cuatro glándulas de origen dérmico, considerada como una glándula sudorípara modificada y cubierta externamente por una piel suave al tacto, provista de vellos finos excepto en los pezones. Su apariencia es secular redondeada, se encuentra fuera de la cavidad del cuerpo, adosándose a la pared abdominal por medio del aparato suspensorio. La ubre está compuesta de cuatro glándulas mamarias las cuales están íntimamente unidas, pero separadas por membranas específicas que dividen las glándulas anteriores de las posteriores; sin embargo, cada glándula contiene su propio conjunto de ductos que conducen a la leche hasta el seno lactífero glandular. En muy raras ocasiones se encuentran ubres que muestran una división notable, el proceso de síntesis y secreción celular es similar en todas las especies de



mamíferos. La composición química de la leche y la disposición anatómica del sistema de almacenamiento y evacuación de la leche varía en las diversas especies (Pérez y Vásquez, 1999).

### **2.2.1 Fisiología de la glándula mamaria**

El desarrollo de la mama tiene en la hembra cinco fases: prenatal, prepuberal, post-puberal, durante la gestación y comienzo de la lactación. (Schmidt, 2015).

#### **2.2.1.1 Período embrionario fetal (prenatal)**

En el embrión, el tejido glandular mamario consta de una sola capa de células cúbicas que se forman a partir del ectodermo. La capa superficial de células aplanadas forma la banda mamaria en la región inguinal.

La formación de las líneas mamarias comienza hacia la cuarta o quinta semana de desarrollo fetal, cuando el embrión tiene de 1.4 a 1.7 cm de longitud.

Están formadas por varias capas de células desarrolladas a partir de la capa germinal o malpigiana, la capa inferior del ectodermo. Estas líneas son transitorias y dan lugar a las yemas mamarias.

Entre la formación de la línea mamaria y la de las yemas hay dos estadios intermedios, la cresta y las prominencias mamarias. En cada línea mamaria se forman dos yemas, origen de los cuartos anteriores y posteriores de cada mitad de la ubre.

Las yemas mamarias aparecen cuando el feto tiene 2.1 cm de longitud al comienzo del segundo mes de vida fetal, cuyo número y posición dependen de la especie (Schmidt, 2015). Inicialmente estas yemas son de forma lenticular, después esféricas y posteriormente cónicas (Hafez, 2014).

La yema mamaria puede hundirse por completo en el mesénquima, excepto una pequeña apertura en el polo externo, que produce una depresión u hoyuelo: la fosa mamaria. Hasta este momento el desarrollo es semejante en los embriones macho y hembra. La formación de la teta se inicia durante el segundo mes de vida embrionaria, cuando el feto ha alcanzado una longitud de 8 a 9 cm (Schmidt, 2015).

En el bovino ocurre una pausa distintiva de un mes, después de la cual la terminación profunda de la yema o ápice del cono se alarga para formar una yema similar a un cordón o yema primario (Hafez, 2014). Cuando el feto mide 19 cm se presenta un agregado de células en forma de cono (Schmidt, 2015).

El cordón primario se canaliza y la luz formada en su punta en crecimiento se dilata para formar una cisterna de la glándula en miniatura, cuando el feto tiene de cuatro a cinco meses de edad; también en este momento se canaliza la base del cordón primario que forma la cisterna de la teta rudimentaria. Cuando el feto alcanza el quinto mes se presenta un rudimento de pezón (Schmidt, 2015).

La canalización de la teta se produce por la separación de las células del centro del botón primario en su extremo proximal y avanza hacia el extremo distal (Olivera, 2007).

Los cordones secundarios crecen para formar la cisterna de la glándula representando los conductos futuros, posteriormente pueden aparecer los cordones terciarios (Hafez, 2014).

#### **2.2.1.2 Período desde el nacimiento hasta la pubertad (pre-puberal)**

Casi todo el desarrollo de la mama, desde el nacimiento hasta la pubertad es consecuencia del incremento del tejido conjuntivo y del depósito de grasa en la glándula mamaria; sin embargo, también se desarrolla el tejido secretor.

Al nacimiento los conductos aún se limitan a una zona relativamente pequeña alrededor de la cisterna de la glándula. El estroma de la ubre está entonces bien desarrollado; a pesar de la temprana edad, desde las 13 semanas el tejido estromal asume la forma característica de la ubre (Hafez, 2014).

Entre el nacimiento y la pubertad, las glándulas mamarias continúan creciendo al mismo ritmo que el resto del organismo, en las terneras continúa el desarrollo de los conductos galactóforos, que asumen la misma forma que adoptan en la ubre madura. Los cuartos continúan aumentando de tamaño, en parte por depósito de tejido adiposo, hasta que los cuartos anteriores y posteriores se aproximan y finalmente se unen por su base.

Desde el nacimiento hasta la pubertad, las ubres de la ternera no sólo aumentan de peso, sino también de capacidad (Schmidt, 2015).

Cualquier aumento aparente del tamaño en esta época se debe al aumento en grasa y en tejido conectivo. La única hormona que interviene en este período es la somatotrópina (hormona del crecimiento). En la pubertad, con la presentación de los ciclos astrales, su crecimiento es tres veces el del cuerpo; es un crecimiento rítmico y lento, los cambios máximos se aprecian a los dos años (Schmidt, 2015).

### **2.2.1.3 Periodo después de la pubertad (post-puberal)**

Después de la pubertad se sigue desarrollando la mama en cada ciclo bajo el influjo hormonal del ovario (estrógenos y progesterona) y la adenohipófisis (HG y LTH).

Las yemas mamarias continúan creciendo hasta formar los alvéolos, antes y durante el estro, crece el sistema de conductos, aunque después sufre regresión, pero, esta no es total. Así el desarrollo se da durante la fase estrogénica del ciclo estral. También durante el estro, el lumen alveolar es grande y está lleno de secreción.

Se describen cambios cíclicos en el sistema de conductos durante los ciclos estrales. Durante el estro, hay una secreción presente en la luz de los conductos más pequeños, y su epitelio es columnar.

Estos cambios sugieren que ocurre alguna proliferación celular y exudación de líquido en los conductos en el estro, pero posteriormente, durante el ciclo, ocurre algo de regresión.

#### **2.2.1.4 Período durante la gestación**

La mayor parte del desarrollo de la glándula mamaria tiene lugar durante la gestación. El grado en que se desarrollan los conductos galactóforos durante las primeras etapas de la preñez, es primordialmente dependiente del alcanzado al comienzo de esta (Brotherstone et al., 2004).

Primera fase, en los dos primeros tercios o mitad de la gestación hay una hiperplasia de los canalículos y los alvéolos (Schmidt, 2015). La cisterna glandular es pequeña durante los primeros meses de la gestación; durante el quinto y sexto mes aumenta considerablemente de tamaño.

La cantidad de tejido secretor de la ubre aumenta poco durante los primeros meses de la preñez. Durante el cuarto mes crece ligeramente la proporción de tejido secretor y la mayor parte de éste se encuentra en la vecindad de los grandes conductos que penetra en la cisterna glandular. Los tejidos de la ubre adquieren al desarrollarse, las características que muestran durante la lactación (Schmidt, 2015).

La segunda fase se llama también fase secretora y hay un aumento de volumen de las células y de los alvéolos (Schmidt, 2015). Durante el quinto mes comienza a ser prominente el tejido secretor que se desarrolla por neoramificación de los conductos y formación de yemas terminales. El tejido secretor sustituye al adiposo, para formar lobulillos definidos (Schmidt, 2015).

Una secreción que contiene glóbulos grasos se presenta dentro de los alvéolos durante el quinto mes. El sexto mes, la mayor parte del estroma está ocupado por lóbulos que han aumentado en talla y que ahora se separan por bandas gruesas de tejido estromal. Durante los dos últimos meses de gestación los alvéolos se distinguen aún más, con una secreción rica en glóbulos grasos, y el estroma está presente solo como delgadas hojas de tejido conectivo que divide el parénquima en lóbulos y lobulillos (Hafez, 2014).

#### **2.2.1.5 Desarrollo durante la lactación**

Existe un desarrollo adicional de la glándula al inicio de la lactación, habiendo poca proliferación celular después de este.

Aparentemente las células que se destruyen y eliminan en la leche durante la lactación no son reemplazadas por mitosis durante la última fase de ella.

#### **2.2.2 Anatomía de la ubre**

La ubre de la vaca está formada por cuatro glándulas mamarias, independientes cada una. La mitad derecha e izquierda están separadas por una 7 pared de tejido fibroso elástico que sirve de sostén al tejido glandular (Olivera, 2007).

El tabique de tejido conectivo que separa las dos mitades derecha e izquierda es llamado ligamento suspensorio medio. De esta forma la ubre queda suspendida de la pared inferior del abdomen mediante este sostén y los ligamentos suspensorios laterales (Olivera, 2007).

Vista de lado, la ubre debe tener una forma redondeada, de saco, con suspensiones que se extienden hacia delante por la parte craneal y hacia arriba por la parte caudal (Olivera, 2007). Los cuatro cuartos secretan la leche por separado. Los cuartos delanteros producen un 40% de la leche y los traseros un 60%.

El tejido de la ubre es esponjoso debido a la gran cantidad de tejidos secretores de leche. Dentro de cada glándula o cuarto se encuentran millones de alvéolos que secretan leche, la cual se vierte a un sistema de conductos que van a desembocar en la cisterna de la ubre y la teta, Rodeando cada alvéolo, hay grupos de fibras musculares que se contraen y estiran bajo ciertos estímulos para expulsar la leche en el momento del ordeño (We y Bruckmaier, 2005).

La comunicación de la ubre con el exterior se establece por medio de un canal de 6-10 mm de longitud, que se mantiene cerrado por un esfínter circular, situado cerca de su extremo externo. Este músculo hace que la leche permanezca en la ubre resistiendo la presión del líquido, entre los ordeños o amamantamientos, e impide que penetren en la ubre bacterias y cuerpos extraños.

El canal de la teta llega hasta la cisterna de la teta, que es la cavidad de la teta, que es la cavidad de la teta donde la leche se recoge naturalmente y de donde se saca durante el ordeño. La cisterna de la teta comunica con la cisterna de la glándula; las dos cavidades están separadas parcialmente por un pliegue circular que se extiende en la cavidad superior.

La cisterna de la glándula, el cual actúa como un depósito de la leche, varía en forma y tamaño de una vaca a otra, y aún en los cuartos de la misma ubre. Su capacidad media es de 470 ml, pero puede variar de 120 a 940 ml. Numerosos conductos atraviesan las paredes laterales y la pared superior de la cisterna.

El número de estos conductos varía entre 12 y 50 en cada cuarto y se ramifican muy irregularmente.

En unas vacas cada conducto principal se divide en dos de igual tamaño y en otras emite muchas ramas pequeñas. La ramificación prosigue hasta la formación de numerosos conductillos galactóforos, cada uno de los cuales termina en un ensanchamiento llamado alvéolo. El alvéolo tiene forma casi esférica y está revestido interiormente por una capa sencilla de células epiteliales. Estas células están conectadas por una capa sencilla de células epiteliales. Estas células están conectadas en su base con los capilares sanguíneos, los vasos linfáticos y los nervios.

La leche pasa de la célula al lumen del alvéolo y después al sistema de conductos galactóforos. Un gran número de alvéolos que vierten en su conducto común forman un lobulillo. Un grupo de lobulillos forma un lóbulo. Debe preferirse una ubre dotada en menos tejido conectivo y más secretor.

#### **2.2.2.1 Sistema circulatorio arterial**

Casi toda la irrigación sanguínea de la ubre procede de las dos arterias pudendas externas, cada una de ellas irriga la mitad de la mama. Los perineales proceden



de las ilíacas internas e irrigan una porción muy pequeña de la parte dorsal posterior de los cuartos traseros. Las arterias mamarias son prolongación de las pudendas externas una vez que estas han penetrado en la glándula mamaria. La arteria mamaria de cada lado envía una pequeña rama al nódulo linfático supramamario y a la parte superior de los cuartos posteriores. La arteria mamaria se bifurca en dos grandes ramas, la arteria mamaria anterior o craneal y la posterior o caudal. Ramificaciones de estas se extienden lateral y centralmente, irrigando cada alvéolo y también el tejido conjuntivo y los pezones. (Schmidt, 2015).

#### **2.2.2.2 Venoso**

La sangre de cada una de las dos mitades de la ubre sale por dos venas, la pudenda externa y la subcutánea abdominal. Hacia la zona dorsal posterior de cada mitad de la ubre se localiza una pequeña vena perineal que drena la porción irrigada por la arteria perineal. Ramas de las venas mamarias craneal y caudal, derecha e izquierda, acaban formando un círculo venoso en la base de la ubre. Ramificaciones de las mamarias caudales se anastomosan en la base posterior de la misma y otras de la subcutánea abdominal lo hacen unos cuantos centímetros por delante de la base. En la vaca, la sangre puede salir de la ubre por las venas subcutáneas abdominales o por las pudendas externas. (Schmidt, 2015).

### **2.2.2.3 Sistema linfático**

El sistema linfático de la ubre consta de vasos y ganglios. La ubre suele poseer un ganglio linfático grande cada una de sus dos mitades, es el supramamario. La linfa después de atravesar el ganglio supramamario abandona la ubre por uno o dos vasos linfáticos que atraviesan el canal inguinal para unirse a otros vasos linfáticos. Cabe mencionar que las tetas están bien provistas de vasos linfáticos. (Schmidt, 2015).

### **2.2.2.4 Sistema nervioso**

La ubre posee dos tipos de nervios: Las fibras aferentes o sensoriales y las eferentes o simpáticas. Los nervios del segundo par lumbar inervan las partes anteriores de la ubre. Ramas de los nervios inguinales se encuentran en el tejido glandular en el sistema recolector de la leche en los pezones y en la piel de la ubre. Una rama pequeña de cada nervio inguinal posterior inerva el área glandular linfática supramamaria. Los nervios perineales envían fibras a la porción posterior de la ubre (Schmidt, 2015).

### **2.2.2.5 Lactogénesis**

Un alvéolo consta de una sola capa de células epiteliales que absorbe de la sangre los precursores de la leche, que dan origen a los componentes de ésta y los liberan en el lumen alveolar. La secreción de la leche es un proceso continuo, tan pronto se van formando gotitas de leche en dichas células éstas van cayendo a la cavidad del alvéolo hasta que éste se llena (Schilimme, Buchheim, 2002).

Del lumen, la leche pasa a través de un pequeño conducto a otro de mayor tamaño. Las células epiteliales yacen sobre una membrana basal y sobre las células epiteliales se encuentran las células mioepiteliales.

Las células mioepiteliales, de forma alargada, tienen como función principal contraerse o acortarse por un estímulo nervioso para permitir la salida de la leche del alvéolo; además este está envuelto por una fina red de arteriolas y vénulas que llevan sangre a las células epiteliales del alvéolo y evacuan la no usada para la síntesis de la leche. También está rodeado por ramificaciones nerviosas que lo comunican con el sistema nervioso central.

Los materiales precursores que se encuentran en la sangre y que sirven para producir la leche, salen de los capilares y son tomados por las células junto con el agua que necesitan para elaborar la leche: Con estas materias las células producen grasas, azúcar (lactosa) y proteínas (Bouman et al., 2006).

Para producir una libra de leche, deben pasar por estos capilares de 300 a 400 libras de sangre, esto da una idea de la capacidad de trabajo de los alvéolos.

Es natural que deba existir una vía para que la leche salga de las células donde se produce y pase a otras cavidades más amplias con el fin de poder sacarla.

Esto se realiza mediante un complicado sistema de conductos, que conectan los alvéolos con otros conductos de drenaje más amplios de la leche, espacio que tiene una capacidad aproximada de medio litro; esta cisterna a su vez se comunica con la cisterna y el canal de la teta.

La ubre es un cuerpo muscular, cilíndrico, a travésado por un canal que lo pone en comunicación con el exterior. Por la parte superior, el canal de la teta comunica con la cisterna, pero entre ambos existe también un músculo sobre el cual la vaca tiene una ligera influencia (Schilimme, Buchheim, 2002).

En su extremidad inferior está el meato de la teta o esfínter el cual es un músculo circular que se mantiene cerrado bajo tensión constante provocada por impulsos nerviosos, o por fibras elásticas (Bouman et al., 2006). El esfínter impide la salida de la leche y sirve de barrera para la entrada de microbios.

En la unión de los conductos y en sus ramificaciones existen numerosas constricciones musculares, íntimamente relacionada con el sistema nervioso de la vaca, la cual puede abrirlos o cerrarlos a voluntad y escondiendo la leche. Estas constricciones sirven además para evitar que la leche salga por gravedad, cuando el animal camina.

De toda la leche que se encuentra en la ubre, antes del ordeño, solo una parte relativamente pequeña se encuentra en el canal de la teta y cisternas, otra pequeña parte se encuentra en los conductos, pero la mayor cantidad se encuentra retenida en los millones de alvéolos de la ubre.

Las electrosonografías han demostrado como tiene lugar una liberación de las gotitas de grasa y proteína expulsadas de la célula. Los gránulos de proteína quedan encapsulados en vesículas lisas. Estas vesículas o vacuolas cerradas

emigran hacia la porción apical de la célula y se abren sobre la superficie celular, liberando las gotitas del lumen, sin que se rompa la membrana plasmática.

Las partículas de lípido se juntan para formar gotitas más grandes a medida que van emigrando desde la región basal de la zona apical de la célula. Durante la liberación de la gota al lumen del alvéolo, la membrana plasmática se estrangula por debajo de la gotita de grasa y se fusiona antes de que las gotas se expulsen al lumen (Schmidt, 2015). La secreción de la leche tiene lugar en el intervalo entre dos ordeños y se detiene cuando la presión en la mama alcanza un determinado valor que en la vaca es del orden de los 40 mm de Hg. La secreción puede producirse a velocidad constante durante unas 16 horas.

#### **2.2.2.6 Lactopoyesis**

La leche se forma en la ubre durante el intervalo entre los ordeños y permanece almacenada en el tejido glandular hasta el momento del ordeño, aumentando así la presión de la ubre (Schilimme, Buchheim, 2002).

Las células de los alvéolos están continuamente segregando leche y el producto que elaboran se acumula en los conductos excretores y en el seno galactóforo. La mayor parte de la leche está en los conductos excretores, ya que en las vacas de gran producción lechera el tejido mamario es muy elástico y cada cuarto podría almacenar unos 10 litros de leche. El seno galactóforo tiene una capacidad máxima de 500 ml.

La eyección de la leche es un fenómeno complejo en el que intervienen factores nerviosos y hormonales. El ordeño a mano y a máquina es un proceso que requiere la colaboración de la vaca (Sporni y Stunzi, 2007).

La cooperación del animal se obtiene mediante diversos estímulos como son la succión del ternero, el lavado de la ubre, los masajes y en general el buen trato que se dé a los animales (Schilimme, Buchheim, 2002). También los ruidos que acompañan habitualmente la succión o el ordeño: mugidos del becerro, ruido de las tinajas.

La puesta en marcha y el mantenimiento de la lactación depende en una buena parte de la presencia de receptores en la mama, sobre todo de los que localizan en la teta. La excitación mecánica de la mama desencadena por vía nerviosa la secreción de prolactina en la adenohipófisis, hormona esencial para el mantenimiento de la lactación y expulsión de la leche de la ubre.

Las excitaciones captadas por los receptores sensitivos de la teta llegan a la médula espinal y luego al bulbo, donde hacen contacto con una segunda neurona que termina en el tálamo. Finalmente, el hipotálamo provoca la liberación de oxitocina por el lóbulo posterior de la hipófisis (Akers, 2006).

La oxitocina es la hormona de la “bajada” de la leche, la cual es importantísima en el momento del ordeño, pues sin su presencia es imposible obtener la leche retenida en los alvéolos (We y Bruckmaier, 2005).

La corteza cerebral es la que desencadena la secreción de oxitocina en relación con ciertas excitaciones sensoriales. Así mismo es el punto de partida de ciertas influencias inhibitoras de la excreción de la leche, como es el caso en que se importune el animal (Bouman et al., 2006).

La oxitocina llevada por las arterias motiva la contracción de las células mioepiteliales que bordean a los alvéolos y de los elementos contráctiles de los conductos excretores, provocando la expulsión de la leche hasta la cisterna y la teta, de donde es más fácil extraerla, a la vez que aumenta la presión del seno galactóforo hasta unos 15-25 mm Hg, y se relajan los esfínteres de la teta (Akers, 2006).

Esta acción llega a su máxima intensidad un minuto después del estímulo y va decreciendo gradualmente hasta hacerse muy débil a los 6 o 10 minutos, mientras la hormona se encuentra en la sangre (We y Bruckmaier, 2005).

Cuando la acción de la hormona termina, las células musculares del alvéolo se relajan, la contracción de estos desaparece y la leche que no haya sido sacada en este lapso queda retenida hasta el próximo ordeño por eso es tan importante iniciar el ordeño de cada vaca en un período máximo de un minuto, después de que la vaca ha sido estimulada y hacerlo lo más rápidamente posible y sin interrupciones.

En un ordeño completo es imposible obtener la cantidad total de leche contenida en la ubre; a la leche que queda normalmente en la ubre después de un buen

ordeño, se le llama leche residual o complementaria y su cantidad varía entre distintas vacas, razas y métodos de manejo (We y Bruckmaier, 2005).

Esta leche residual se puede obtener, masajeando y presionando la ubre hacia arriba y estirando suavemente la teta o la máquina hacia abajo por medio minuto (Schilimme, Buchheim, 2002).

Mediante la aplicación de oxitocina puede provocarse una nueva contracción de las fibras musculares lisas del parénquima mamario con la consiguiente eliminación de la leche residual de los conductos excretores. El intervalo entre la inyección del excitante y la excreción de leche es de unos sesenta segundos aproximadamente en la vaca (Bouman et al., 2006).

En algunas razas lecheras (Holstein) se han obtenido porcentajes de leche residual que varían entre un 5% y un 20%. Sin embargo, en la ubre pueden quedar retenidos mayores porcentajes debido a las malas prácticas de ordeño, por un estímulo insuficiente. Existe otra clase de estímulos que dan lugar a la formación de otra hormona y ocasionar resultados inversos.

Cuando se golpea a las vacas, cuando se permite que los perros ladren y las asusten, cuando se ponen nerviosas o cuando se les causa dolor por un ordeño mal hecho, se estimula el sistema nervioso simpático para que libere adrenalina, la cual pasa al torrente sanguíneo y va a los receptores - adrenérgicos de las células mioepiteliales a ocasionar constricción de los capilares de la ubre, con lo



cual se impide la llegada de la hormona del apoyo (oxitocina) hasta los alvéolos y por consiguiente la leche no puede ser sacada (Akers, 2006).

### **2.3 Tecnificado de producción láctea**

El sistema tecnificado utiliza los adelantos tecnológicos disponibles a escala mundial, y están adaptados a las necesidades de su producción y a las condiciones del mercado del país. En el estrato tecnificado se ubican las grandes compañías o consorcios.

Este tipo de producción se basa, en gran medida, en la automatización de tareas, y el diseños de máquinas y el sistema que pueden funcionar sin intervención humana o con un grado de intervención humano pequeño durante el proceso de producción en sí mismo.

#### **2.3.1 Ordeño mecánico**

Las máquinas de ordeño es el único mecanismo que actúa directamente sobre un animal y además lo hace dos veces al día, durante todo el año y en una región anatómica altamente sensible. Si a esto unimos la influencia que tiene sobre la calidad de la leche obtenida fácilmente comprendemos la necesidad de conocer esta máquina para decidir la elección de aquellas que más nos pueda interesar en función de nuestras necesidades y de las características de nuestra explotación y ganado (Callejo, 2008).

La perpetua armonía de estos dos elementos, el animal y la máquina únicamente puede hacerla un hombre bien capacitado y con positiva exactitud hacia ese trabajo.

El correcto funcionamiento de los equipos de ordeño es un factor esencial para que el ordeño mecánico se realice con normalidad. Conseguir que las instalaciones de ordeño funcionen adecuadamente, requiere un manejo idóneo, un cuidado esmerado y una atención permanente a las diferentes partes que consta este tipo de instalaciones. Es por ello imprescindible un conocimiento perfecto de los mecanismos, características y forma de actuación de cada uno de los elementos que lo integran (Callejo, 2008).

## **2.4. Componentes y funcionamiento de un equipo de ordeño**

### **2.4.1 Bomba de vacío**

La bomba de vacío evacua el aire desde la tubería y de las unidades de ordeño y crea el vacío necesario para el ordeño de las vacas. Las máquinas más actuales también utilizan vacío para transportar la leche a la recibidora (o directamente hacia el tanque de almacenamiento a granel, debajo de la bomba), y para lavar el equipo de ordeño (Lesser, 1999).

### **2.4.2 Tanque de vacío o interceptor**

Para prevenir que el material sólido o líquido sea absorbido dentro de la bomba, un interceptor debe ser ubicado en la línea de vacío principal, adyacente a la bomba. Otra función de este componente es actuar como reserva de vacío frente a las entradas del aire del exterior (Lesser, 1999).

### **2.4.3 Regulador de vacío**

La función del regulador es la de admitir el aire dentro del sistema para mantener el vacío dentro del nivel recomendado. Normalmente, la bomba de vacío crea un

nivel de vacío mayor que el que se necesita la unidad de ordeño. El regulador monitorea los cambios de vacíos (debido a pérdidas, colocación y remoción de unidades de ordeño, desprendimiento de una pezonera, otros) y controla la cantidad de aire que se admite dentro del sistema de vacío para mantener el nivel deseado dentro de un rango muy estrecho (Lesser, 1999).

#### **2.4.4 Vacuómetro o manómetro**

Indica el nivel de vacío con que trabaja el equipo, su graduación frecuentemente se expresa en cm de Hg o pulgadas. El vacuómetro más utilizado es el tipo bourdon, que presenta un caño curvado de sección transversal elíptica con un extremo cerrado y móvil el otro fijo abierto y comunicado con la línea de vacío (Lesser, 1999).

#### **2.4.5 Línea de vacío**

Es un conjunto de conductos que vinculan a los pulsadores y al descargador con la bomba de vacío, su función es conducir el aire desde ellos hacia la bomba (Lesser, 1999).

#### **2.4.6 Pulsadores**

El pulsador es una simple válvula que admite la entrada de aire en forma alternativa en la cámara de pulsado de la pezonera. La acción de las pezoneras de la unidad de ordeño se hace posible por el pulsador.

Los pulsadores pueden ser activados por vacío o por una señal eléctrica desde un controlador de pulsación para dar una frecuencia de 45 a 65 ciclos por minuto

(ritmo de pulsado). Los pulsadores pueden tener acciones simultaneas o alternativas (Lesser, 1999).

La pulsación es simultánea cuando las cuatro cámaras de pulsación de la unidad de ordeño se encuentran en la misma posición al mismo tiempo (las cuatro en la fase de ordeño al mismo tiempo, y las cuatro en la fase de masaje al mismo tiempo). Con la acción alternativa, dos de las pezoneras se encuentran masajeando (Lesser, 1999).

La leche fluye en forma más regular y las fluctuaciones en el vacío son menores cuando el pulsado es alternativo, sin embargo, el número total de fluctuaciones de vacío se dobla al compararse con el sistema simultáneo de pulsadores (Lesser, 1999).

#### **2.4.7 Unidad de ordeño**

La camisa interior de las pezoneras de la unidad de ordeño es la única parte de la máquina que entra en contacto con la ubre de la vaca.

El peso de la unidad es generalmente ajustado al nivel de vacío para permitir la tensión deseada en el pezón y permitir el posicionamiento adecuado y la acción adecuada de ordeño. Durante el ordeño, el flujo puede variar de 2 a 5 kg de leche/minuto por un periodo de dos a ocho minutos dependiendo de la producción de leche. Por lo tanto, el diseño de la máquina es importante para asegurar que el flujo de leche no se detenga (Lesser, 1999).

Además, una buena visibilidad del flujo de leche es importante debido a que le permite al operador estar seguro de que la unidad se encuentra adecuadamente

ajustada al comienzo del ordeño e identificar el final del ordeño fácilmente (Lesser, 1999).

Las cuatro camisas de la unidad de ordeño se contraen y se dilatan muchas veces durante el mismo ordeño. A medida que se van gastando, se desquebrajan, estiran y endurecen (pierden su elasticidad) y reaccionan más despacio a los cambios de presión. Las camisas utilizadas en exceso decrecen la velocidad del ordeño e incrementan el riesgo de diseminar mastitis. Ellas deben ser reemplazadas periódicamente. La vida útil de una camisa depende de muchos factores y es muy importante seguir las instrucciones de fabricante con respecto a la frecuencia de su reemplazo (Lesser, 1999).

#### **2.4.8 Sistema de extracción de leche**

Una vez que la leche ha sido colectada dentro de la unidad de ordeño, la misma debe ser transportada. El sistema de transporte debe estar diseñado de manera de que la leche fluya rápidamente sin sobrecargarlo las líneas o retroceder a la unidad de ordeño (Lesser, 1999).

Un pequeño orificio de admisión de aire en la garra ayuda a estabilizar el vacío en la pezonera durante el ordeño y a transportar la leche. La leche y el aire fluyen juntos en la línea de leche (que se encuentra bajo vacío) hasta que sean separados en la recibidora. Sin una admisión adecuada de aire, el nivel de vacío puede fluctuar considerablemente en la unidad de ordeño, en parte debido al peso de la leche a lo largo del tubo de leche. La relación debe de ser elevada desde la pezonera hacia la tubería alta (sistema de línea alta) (Lesser, 1999).

#### **2.4.9 Refrigeración y almacenamiento de la leche**

La leche es recogida de las explotaciones una vez cada dos días normalmente mediante camiones cisternas que la extraen aplicando vacío de los tanques refrigerados para leche a granel de las lecherías. La leche ordeñada por la tarde debe pasar la noche en la explotación siendo refrigerada rápidamente para asegurar el mantenimiento de una buena calidad (Castle, 2001).

Las cámaras para la comercialización de la leche imponen que la leche sea refrigerada a una temperatura no superior a 5°C en los 30 minutos siguientes al final del ordeño de la mañana y la leche de tarde es refrigerada también mantenida a esta temperatura. Esta refrigeración rápida es sumamente eficaz para controlar la multiplicación de bacterias (Castle, 2001).

Los tanques para la leche a granel consisten en un recipiente de acero inoxidable rodeado por una capa aislante, el espacio entre ambos se mantiene, a la temperatura adecuada mediante agua muy fría procedente de un depósito de hielo (Castle, 2001).

El equipo de refrigeración suele estar situado en una habitación independiente. El tanque va provisto de un termómetro, en el que tanto el vaquero como el conductor del camión cisterna pueden comprobar la temperatura de la leche y dispone también de una paleta agitadora que asegura una refrigeración homogénea y una mezcla total antes de tomar la muestra de la leche (Castle, 2001).

## 2.5 Limpieza y lavado de equipo de ordeño

### 2.5.1 Limpieza

Una máquina de ordeño funciona bien solamente cuando es limpiada cuidadosamente luego de cada uso. Una máquina impecable limpia es necesaria para recolectar leche de alta calidad que es segura y sabrosa para el consumo humano, y que permanece así por un largo período de tiempo (De Laval, 2009). Cuando se diseña la máquina de ordeño, la facilidad para su limpieza debe tenerse en cuenta:

El material utilizado para construir las tuberías debe ser liso (aluminio, acero inoxidable, otros), durable y resistente a la corrosión de las soluciones ácidas y alcalinas; la máquina debe ser construida con el mínimo de ángulos rectos para reducir las distorsiones en el flujo y la formación de depósitos; todas las tuberías deben poseer una adecuada inclinación para proveer drenaje luego del ordeño y limpieza (De Laval, 2009).

#### CUADRO I. PASOS BÁSICOS EN LA LIMPIEZA DEL EQUIPO DE ORDEÑO

Paso	Temp. del agua	Duración (min.)	Acción y comentarios
1.Pre lavado	35° a 45°		Remueve los residuos de la leche de la máquina de ordeño; "precaliente" el equipo para una mejor acción de las soluciones limpiadoras.
2.Lavado detergente alcalino)	Min. 50°C Max. 75°C		Un producto clorinado ayuda a remover las proteínas, el alcalino a remover la grasa, y un agente complejo (EDTA) previene la formación de depósitos de sal dependiendo de la dureza del agua.
3.Enjuague con agua			(opcional)

Paso	Temp. del agua	Duración (min.)	Acción y comentarios
4. Enjuague con ácido	35° 45°C	a 5	Neutraliza los residuos de cloro y alcalinos (prolonga la vida de las partes de goma), previene los depósitos minerales y ayuda a prevenir la piedra de la leche; mata las bacterias.
5. Enjuague con agua			El agua tibia ayuda a que el equipo se seque más rápido.
6. Sanidad			Antes de re-utilizar el equipo, una solución sanitaria de hipoclorito (200mg por kg de agua o 200ppm) reduce el número de bacterias.

### 2.5.2 Limpieza y desinfección del equipo de ordeño y del tanque de enfriamiento

Los equipos de ordeño pueden variar en diseño y configuraciones: los sistemas de ordeño usan la limpieza CIP (Clean in place), que no es otra cosa que limpieza en circulación.

Una máquina de ordeño funciona bien solamente cuando es limpiada cuidadosamente luego de cada uso. Una máquina impecablemente limpia es necesaria para recolectar leche de alta calidad que es segura y sabrosa para el consumo humano, y que permanece así por un largo periodo de tiempo (De Laval, 2009).

Cuando se diseña la máquina de ordeño, la facilidad para de su limpieza debe tenerse en cuenta:



El material utilizado para construir las tuberías debe ser liso (aluminio, acero inoxidable, otros), durable y resistente a la corrosión de las soluciones acidas y alcalinas; (De Laval, 2009).

Cuando el ordeño finaliza, toda la suciedad visible y los depósitos de la leche deben ser removidos de la parte exterior de las unidades de ordeño y de los tubos flexibles mediante el cepillado y enjuagado con agua limpia (De Laval, 2009).

Lavado de las tuberías y el interior de las unidades de ordeño.

El flujo turbulento de leche caliente a través de una tubería con ángulo recto puede causar que los componentes de la leche (proteínas) se precipiten y formen la “piedra de la leche”. (De Laval, 2009).

Los conceptos básicos para limpiar la máquina de ordeño en forma manual o con un sistema de “limpieza en el lugar” se resumen en el cuadro II. Además, para asegurar la función de limpieza de muchos detergentes, lo siguiente debe ser parte del proceso de limpieza:

- 1) Acción mecánica (cepillado manual) o flujo a alta velocidad (“limpieza en el lugar”) son necesarios por un tiempo suficiente (tiempo de contacto) para levantar y arrastrar las partículas (De Laval, 2009).
- 2) El volumen total de agua utilizada debe ser suficiente para asegurar el contacto entre la solución de detergente y el equipo (De Laval, 2009).

- 3) La concentración de detergente debe ser la adecuada para obtener la acción de limpieza deseada (De Laval, 2009).
- 4) La temperatura del agua no debe ser demasiado alta o baja; la temperatura afecta la efectividad de muchos detergentes (De Laval, 2009).

### **2.5.3 Productos utilizados para la limpieza de los equipos de ordeño**

Se utiliza el detergente alcalino para eliminar residuos de grasa y proteínas que estén presentes en la línea de la leche. El lavado con el detergente alcalino debe realizarse con agua caliente a una temperatura de 75°C con una duración de 15 a 20 minutos (De Laval, 2009).

**Detergentes alcalinos:** hidróxido de sodio, carbonato de sodio, mono fosfato trisódico y polifosfatos. El grado de dilución debe indicarse en la etiqueta del fabricante.

El detergente ácido es utilizado para eliminar los residuos de mineral del equipo que forman la piedra de leche; y es utilizado a una temperatura de 45°C por un tiempo de 15 minutos (De Laval, 2009).

**Detergentes ácidos:** ácidos fosfóricos u ácidos orgánicos (ácido acético, ácido cítrico). La mayoría de los productos contienen inhibidores de la corrosión. El grado de dilución debe estar indicado en la etiqueta del fabricante.

## **2.6 Buenas prácticas de ordeño**

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.

### **2.6.1 Buenas prácticas del manejo de la leche**

Antes de iniciar el ordeño, asegúrese 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).

Además, es necesario contar con leche de buena calidad por las siguientes razones:

1. Porque se obtienen otros productos lácteos de mejor calidad.
2. Porque así tenemos mayor posibilidad de vender la leche.
3. Porque puede venderse a mejor precio.
4. Porque debemos cuidar la salud de nuestras familias y de la población que nos compra.

### 2.6.2 Buenas prácticas antes del ordeño

Antes de iniciar el ordeño, asegúrese 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).

- 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.
- **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.
- **Trato a las vacas en corral.** Las señoras que cuidan a las vacas deben tratarlas de manera tranquila y con seguridad. Cuando las vacas estén en el corral, proporcionarles alimento y agua y, sobre todo, descanso y tranquilidad antes de iniciar el ordeño.
- **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.
- **Inmovilización de la vaca durante el ordeño.** Se realiza con un lazo, que debidamente amarrado a las patas y cola de la vaca, 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).

- **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.
- **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 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.

### 2.6.3 Buenas prácticas durante el ordeño

- **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.
- **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.

- **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.

#### 2.6.4 Buenas prácticas después del ordeño

- **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.
- **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.
- **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.
- **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.

- **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 la persona cuenta con energía eléctrica, debe mantener la leche en el refrigerador. Si no se dispone de electricidad y/o refrigerador, la pila con agua fresca funciona bastante bien para bajar la temperatura de la leche. Si la leche va a ser consumida por la familia debe hervirse antes durante 10 minutos para destruir los microorganismos causantes de enfermedades.
- **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.

## **2.7 Rutina de ordeño**

Según Vásquez (2008) Una rutina de ordeño es un conjunto de acciones que se realizan de manera repetida y secuencial sobre cada lote de vacas que se van a ordeñar. Se divide en tiempo de preparación y tiempo de ordeño.

Según (Rodríguez, 2008) La Rutina de ordeño en ganado vacuno: Una buena rutina facilitará un ordeño rápido, completo e higiénico.

El equipo de ordeño es una parte fundamental en toda granja lechera.

Debe de quedar claro que las máquinas de ordeño de reciente fabricación e instalación han mejorado sustancialmente en lo referente a concepción y diseño y esto evidentemente permite un mejor uso y por lo tanto sustancialmente en lo que a sanidad de la ubre se refiere, condición que se traduce en mayor volumen de leche y mejor calidad del producto.

### **2.7.1 Proporcionar un ambiente limpio y tranquilo para las vacas**

El ordeño debe ser un proceso rutinario consistente para evitar los factores estresantes que pueden interferir con el sistema inmune y los mecanismos defensivos de la glándula mamaria y aumentar el riesgo de infección. La intranquilidad de los animales antes y durante el ordeño por ruidos extraños, cambios de rutina, introducción o separación de grupos de animales, cambio de personal o presencia de personas extrañas en la sala, y el maltrato de las vacas por los ordeñadores, son todos factores estresantes que pueden interferir con una



adecuada ordeña por la liberación de adrenalina, hormona que interfiere con la bajada de la leche (inhibe la oxitocina) dando por resultado una ordeña incompleta y una mayor incidencia de mastitis clínica (Philpot y Nickerson, 2000).

### **2.7.2 Extraer y examinar los primeros chorros de la leche para detectar mastitis clínica.**

El examen clínico de la glándula mamaria y la extracción y examen de los primeros chorros de la leche previa al ordeño (“despunte”), es una práctica importante para la detección oportuna de los casos clínicos de mastitis. La leche que presenta evidentes anormalidades no es apta para el consumo humano y no debe mezclarse con leche de animales sanos. Las anormalidades más frecuentes son decoloración de la leche, presencia de grumos, sangre, o pus. La detección de estas anormalidades es útil también para identificar en forma rápida a aquellos animales que requieren una atención especial (Callejo, 2008).

La mejor manera de realizar el “despunte” es recolectado los primeros chorros de la leche sobre una superficie de fondo oscuro (jarro de fondo oscuro), haciendo escurrir la leche en diferentes direcciones sobre el fondo oscuro mediante un movimiento semirrotatorio del jarro; sin embargo, es frecuente observar la extracción de los primeros chorros de leche directamente sobre el piso de la sala de ordeño con el consecuente riesgo de contaminación de los pezones, posteriores de la vaca aumentando el riesgo de contaminación de los pezones, especialmente importante cuando se trata de vacas con mastitis. Otra práctica frecuente es la extracción de la leche directamente sobre las manos del ordeñador, lo que nunca se debe de hacer porque esto ayuda a diseminar los

microorganismos de vaca a vaca a través de las manos durante la preparación de las vacas antes del ordeño. Idealmente, el ordeñador debería lavarse y secarse las manos antes de ordeñar y utilizar una solución desinfectante suave para enjuagarse las manos al pasar de una vaca a otra (Callejo, 2008).

### **2.7.3 Lavar los pezones y la superficie interior de la ubre**

Una buena preparación de la ubre antes del ordeño mejora la calidad bacteriológica de la leche y reduce la contaminación bacteriana de la piel del pezón. El lavado se debe realizar con agua limpia y con baja presión, mojando y masajeando preferiblemente sólo los pezones; el lavado de la piel de la ubre puede transferir patógenos, especialmente *Strep. Uberis*, a los pezones y penetrar con el agua al interior de las pezoneras durante la ordeña (Bramley, 2001).

### **2.7.4 Desinfectar los pezones antes del ordeño**

Una práctica complementaria de higiene durante la preparación de la ubre antes del ordeño es la desinfección de los pezones, por inmersión o aspersion, en una solución desinfectante (Saran, 1995).

### **2.7.5 Secar completamente los pezones con toallas individuales**

Está demostrado que el factor más importante para producir leche de alta calidad higiénica es el secado de los pezones antes de la ordeña, ya que la piel mojada aporta muchas más bacterias a la leche que la piel seca (Galton y col, 2004).

Por lo tanto, independientemente del método de preparación de la ubre pre-ordeño, es absolutamente necesario que la superficie de los pezones esté completamente seca antes de colocar las unidades de ordeño. La mejor manera

de secar los pezones es utilizando toallas de papel individuales y desechables, en lo posible, una por cada pezón; sin embargo, también se puede usar una toalla por vaca si se tiene la precaución de doblar la toalla para usar una superficie limpia al pasar de un pezón a otro. (Galton y col, 2004).

### **2.7.6 Estimulación de la glándula mamaria**

La estimulación de la glándula mamaria durante la preparación pre ordeño desencadena el reflejo de la “bajada de la leche” por acción de la oxitocina, aumentando la presión intramamaria y llenando los pezones con leche, lo que ocurre aproximadamente un minuto después de la iniciada la preparación. Por lo tanto, la colocación de las pezoneras debe ser tan pronto como se logre la presión máxima dentro de la glándula para obtener el máximo beneficio del efecto de la oxitocina que dura aproximadamente 5 minutos. Si transcurre mucho tiempo entre la estimulación y la colocación de las pezoneras se perderá el efecto de la oxitocina y la ordeña será incompleta, aumentando el riesgo de infección intramamaria. La colocación de las pezoneras debe ser muy cuidadosa., evitando la entrada de aire dentro del sistema de ordeño, (Galton, 2004).

### **2.7.7 Observar y ajustar las unidades de ordeño**

Una vez iniciado el ordeño se debe observar permanentemente el funcionamiento de las pezoneras, verificando que estén bien ajustadas para que no entre el aire al sistema de ordeño. A veces es necesario usar un brazo de soporte para la manguera de la unidad, asegurando un mejor funcionamiento del equipo, con el cual se evita que las pezoneras se arrastren en el suelo y permite que las copas se encuentren bien alineadas en los pezones mientras se está ordeñando. Las

pezoneras mal alineadas pueden bloquear el flujo de la leche y causar “deslizamiento” o, incluso, la caída de las pezoneras. Una baja en el nivel de vacío también puede causar deslizamiento o caída de las pezoneras, por lo que es importante que el operador observe con frecuencia el medidor de vacío del equipo durante el ordeño (Philpot y Nikerson, 1991).

#### **2.7.8 Cortar el vacío antes de retirar las unidades de ordeño**

Una vez finalizado el flujo de leche se deben retirar suavemente las pezoneras, pero siempre cortando previamente el vacío. El procedimiento correcto es retirar las pezoneras justo cuando se ha terminado de ordeñar el último cuarto. Uno o dos minutos de sobre ordeño con un equipo funcionando correctamente no causa problemas, pero el riesgo de infección es mayor cuando el sobre-ordeño ocurre en equipos defectuosos porque se agrava el efecto del “impacto” (Philpot y Nickerson, 2000; Bramley; 2001).

#### **2.7.9 Desinfectar los pezones con un producto seguro y eficaz**

Inmediatamente después de finalizado el ordeño y retiradas las pezoneras, se deben desinfectar todos los pezones con una solución desinfectante apropiada y de eficacia probada (Saran, 1995).

#### **2.7.10 Desinfectar las pezoneras entre vaca y vaca**

Las unidades de ordeño constituyen un factor importante de transmisión de bacterias durante el ordeño, especialmente de los patógenos contagiosos. Está demostrado que después de ordeñar una vaca infectada la pezonera queda

fuertemente contaminada con bacterias patógenas las que pueden ser transferidas a la vaca siguiente por la misma pezonera (Bramley, 2001).

La desinfección de las pezoneras entre vaca y vaca es una práctica que aumenta el tiempo del ordeño y agrega un nuevo trabajo al ordeñador y, si no se realiza correctamente, puede servir más para transmitir que para prevenir la transmisión de patógenos mamarios; por esta razón, esta es una medida que podría obviarse si se realizan buenas prácticas de higiene (Bramley, 2001).

### **3. Mastitis**

Mastitis (del griego mastos = glándula mamaria y del sufijo itis = inflamación). Se define como la inflamación de la glándula mamaria que generalmente se presenta como una respuesta a la invasión por microorganismos y se caracteriza por daños en el epitelio glandular, seguido por una inflamación clínica o subclínica, pudiendo presentarse con cambios patológicos localizados o generalizados, dependiendo de la magnitud del daño (Mazo, 2012).

#### **3.1 Factores que predisponen la presentación de mastitis**

##### **3.1.1 Manejo**

Es importante considerar la fuente y formas de transmisión de la enfermedad. Los organismos que causan la mastitis viven en diferentes ambientes (materia fecal, cama, piel, otros). La limpieza general de las vacas y su alojamiento, como también buenos procedimientos de manejo (especialmente ordeño) son formas efectivas de controlar la difusión de la mastitis (ARA 2006).

### **3.1.2 Factores físicos**

#### **3.1.2.1 Heridas físicas**

Las heridas físicas pueden causar daños en la piel del pezón. Si estas heridas involucran apertura de la punta del pezón (canal), por lo general, no se recuperan apropiadamente. Tales heridas incrementan el riesgo de entrada de bacterias a la glándula a través de la apertura del pezón y causan nuevas infecciones y elevados recuentos de células somáticas (González, 2012).

#### **3.1.2.2 Personal**

El personal que labora en la zona para ordeño constituye uno de los elementos más importantes en el modelo de producción, sin embargo, es poca la atención que la administración de los establos pone en la selección y supervisión de este personal, el ordeñador es un importante vector para la diseminación de microorganismos causantes de mastitis (González, 2012).

#### **3.1.3 Factores genéticos**

Es un hecho que algunas vacas presentan una mayor susceptibilidad a la mastitis que otras. Los factores estructurales del canal del pezón son importantes en la regulación de la entrada de microorganismos. Algunos autores afirman que, si el tono de las estructuras anatómicas de la apertura del pezón es reducido, lo que es un carácter heredable, la resistencia a la entrada de los microorganismos será menor. Se seleccionará genéticamente vacas con diámetro pequeño del canal del pezón, lo que hará que la frecuencia de mastitis disminuya (Zúñiga, 2006).

### 3.1.4 Factores nutricionales

La alimentación actual de la vaca lechera está destinada a mantener un alto nivel de producción; esto constituye un factor de tensión fisiológico que puede provocar mastitis clínica en vacas con antecedentes de infecciones o mastitis subclínica (Zúñiga, 2006).

### 3.2 Clasificación de las mastitis

La mastitis bovina normalmente se da como resultado de la infección intramamaria por bacterias que pueden producir la enfermedad de manera clínica o subclínica (Andrade, et al., 2014). Es decir, puede ser acompañada de signos clínicos o no (Cuadro II).

#### CUADRO II. CLASIFICACIÓN DE MASTITIS

Forma de mastitis	Vaca	Ubre	Leche
<b>Clínica híper aguda</b>	Muy enferma puede morir. No tiene coordinación muscular.	Fibrosis mamaria. Puede agravarse.	Frecuentemente aguda y con manchas de sangre.
<b>Clínica aguda</b>	No hay cambios observables.	El cuarto afectado se muestra duro, rojo e inflamado.	Purulenta y acuosa.
<b>Clínica subaguda</b>	No hay cambios observables.	El cuarto afectado puede estar inflamado.	No se ven cambios, pero la producción puede reducirse.
<b>Subclínica</b>	No hay cambios observables.	No hay cambios observables.	No hay cambios observables.

Fuente: Modificados de Philpot et al., 2000.

### 3.2.1 Mastitis subclínica

La mastitis subclínica es definida como la presencia de un microorganismo en combinación con un conteo elevado de células somáticas de la leche (Calderón, et al., 2012).

La mastitis subclínica es sutil y difícil de corregir, la vaca parece saludable, la ubre no muestra ningún signo de inflamación y la leche parece normal, sin que existan cambios organolépticos en la misma. El número de células somáticas en la leche, indicativo de la respuesta inflamatoria, se encuentra elevado, al igual que el número de bacterias, lo que va acompañado de una disminución del nivel de producción de la secreción láctea, así como de la alteración de la composición de dicho producto.

Existe un incremento electrolítico exactamente iones de Na y Cl, el incremento de sodio y cloro al estar afectado un cuarto mamario con mastitis subclínica es debido a que después de la invasión bacteriana se produce: congestión capilar, edematización del tejido secretor y obstrucción de los conductos intralobulares. También existe alteración de la permeabilidad capilar que produce cambios en la composición de la leche, algunos de ellos son:

- Disminuye la cantidad y la calidad de caseína sintetizada
- Disminuye la grasa butirosa
- Disminuye la lactosa
- Aumenta la concentración de sodio



- Aumentan los cloruros
- Aumentan las proteínas del suero sanguíneo
- Aumentan enzimas
- Aumentan las células somáticas (Martínez., 2010).

La mastitis, particularmente subclínica y crónica, es la más persistente y más amplia del grupo de enfermedades de importancia por la higiene de la leche en el ganado lechero (Espinoza, et al., 2013). La mastitis subclínica ocurre frecuentemente, y puede conducir a grandes pérdidas económicas debido al reducido rendimiento de leche, y multas a causa de los elevados conteos de células somáticas presentes en los tanques de leche.

En la práctica, los casos de mastitis subclínica con frecuencia no son detectados rápidamente, o pueden incluso no ser reconocidas por el ordeñador (Ramírez, et al., 2009).

### **3.3 Patógenos causantes de mastitis**

Según (Valero-Leal, et al., 2010), la mastitis es ocasionada por organismos microscópicos que penetran la ubre a través del canal de los pezones. La penetración puede ocurrir por multiplicación, movimiento mecánico, propulsión durante el ordeño o por una combinación de factores.

Aproximadamente del 90 al 95% de los casos son provocados por cuatro microorganismos que son: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*.

Según Velasco, et al., (2014), Los gérmenes más importantes de la inflamación de la ubre son los estreptococos, los estafilococos, los coliformes, *Corynebacterium pyogenes*, las pseudomonas y levaduras. Los gérmenes menos frecuentes son los micoplasmas, clostridios, klebsiellas, aerobacter, bacilo céreus, nocardias, hongos, otros Los microorganismos causales de mastitis más comunes son los siguientes:

### **3.3.1 Staphylococcus aureus**

*Staphylococcus aureus* son patógenos contagiosos y son transmitidos por los tejidos infectados durante el proceso de ordeño. Este patógeno puede producir gangrena y afectar otros tejidos; sin embargo, no pueden sobrevivir grandes periodos en el medio ambiente (Acuña y Rivadeneira, 2008).

### **3.3.2 Streptococcus agalactiae**

Este microorganismo es considerado un parásito obligatorio, y el único organismo susceptible de ser erradicado de todo un rebaño lechero. El microorganismo es muy sensible al tratamiento de penicilina, incluso, durante la lactancia. Una excelente higiene, el buen manejo del ordeño, el tratamiento de las infecciones conocidas durante la lactancia y el tratamiento de rutina en las vacas secas erradican el organismo o lo mantiene a un nivel muy bajo (Acuña y Rivadeneira, 2008).

### **3.3.3. Streptococcus dysgalactiae**

La fuente principal son las ubres infectadas, amígdalas y lesiones en la piel. *Streptococcus dysgalactiae* puede ser contagiado de una vaca a otra durante el

ordeño y las vacas pueden también llegar a ser infectadas por el medio ambiente (Acuña y Rivadeneira, 2008).

#### **3.3.4. Streptococcus uberis**

El *Streptococcusuberis* y *Streptococcus dysgalactiae* son responsables también por la mayoría de las mastitis que se presentan ya sea al comienzo o al final del período de seca. Además de estas dos especies de bacterias, existen muchos otros estreptococos ambientales (*Streptococcusbovis*, *Streptococcusfecalis*) que pueden causar mastitis (Acuña y Rivadeneira, 2008).

### **3.4 Bacterias Gram negativas causantes de mastitis**

Los coliformes pueden causar mastitis solamente si las partículas contaminadas del medio ambiente entran en contacto con la ubre. Estos microorganismos no se adhieren a los conductos y al alvéolo de la ubre, en lugar se multiplican rápidamente en la leche y producen toxinas que son absorbidas dentro del torrente circulatorio; produciendo infecciones que conducen a mastitis clínicas agudas. La temperatura corporal de la vaca puede elevarse a 40°C y el cuarto infectado se inflamará y se volverá sensible al tacto (Coronel, Bazán, López, 2011).

#### **3.4.1 Escherichia coli**

En la mastitis sobreaguda causada por *Escherichia coli*, la toxemia puede matar a una vaca en 3 días, si no se da un tratamiento a tiempo, han dado resultado los tratamientos a base de sulfatrimetoprin y las quinolonas con el tratamiento sintomático según los signos (Coronel, Bazán, López, 2011).

### 3.4.2 Pseudomonas

Generalmente aparece una infección persistente que puede estar caracterizada por exacerbaciones agudas o sub-agudas intermitentes. Según Briñez, et al, (2000), se puede manifestar clínicamente en formas variadas como: severamente aguda, suave o crónica.

### 3.4.3 Klebsiella pneumoniae

Mastitis causada por Klebsiella, la mastitis causada por Klebsiella, se puede presentar esporádicamente en una o varias vacas que descansan de lactar o bien en vacas en lactación, con cuadros severamente agudos o suaves, pudiendo también presentarse en forma crónica (Briñez, et al, 2000).

## 4. Calidad láctea

Cuando se trabaja con leche cruda principalmente grado “A” en las plantas de procesamiento, se debe asegurar que la calidad de la leche sea óptima para poder procesarla y brindar un producto final que satisfaga las expectativas de los consumidores (Revelli, Sbodio, Tercero, 2011).

Díaz, (2005), señala que la calidad de la leche es “producir una leche libre de microbios, sustancias extrañas y que contenga todos los elementos nutritivos de la misma”.

Para lograrlo se deben seguir pasos denominados: **Buenas Prácticas de Ordeño**. Entre los principales pasos se pueden citar: el lavado adecuado de las manos, despunte de ubre, lavado de ubre, secado de la ubre, ordeño, sellado de la ubre y lavado del equipo de ordeño (Díaz, 2005)

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 (Revelli, et al., 2011).

La calidad de la leche tiene hoy día dos enfoques principales: el primero de ellos se refiere a la contaminación de la leche por bacterias, fenómeno en el que se reconocen fases bien determinadas como son: concentración inicial en la secreción láctea a partir de la flora propia de la ubre, generalmente bacterias de tipo saprófitas, o bien flora patógena específica de la ubre. Esta flora detiene su crecimiento a los 7º C, por lo tanto, no reviste gran importancia dada la refrigeración del producto a 4º C. Por lo tanto, el principal deterioro ocurre por contaminación del equipo de ordeño y etapas posteriores de almacenamiento y transporte, los cuales son determinantes en la calidad final del producto. Las bacterias que se incorporan en estas etapas tienen capacidad amplia para crecer, incluso bajo condiciones de refrigeración apropiadas. (Revelli, et al., 2011).

El segundo criterio de higiene de la leche está referido a la concentración de células somáticas, aspecto que día a día adquiere mayor relevancia al comprobarse su estrecha relación con la capacidad productiva de los animales. Las células somáticas son una expresión del grado de inflamación que presenta la glándula mamaria como consecuencia de la agresión de patógenos u otros factores de índole traumática, generalmente derivados de un defectuoso manejo del ordeño, inapropiadas instalaciones y manejos generales. Son principalmente leucocitos y células descamativas de los epitelios secretores y conductos de la

glándula. La influencia de las células somáticas sobre la producción en volumen de la leche y también sobre la composición de la secreción láctea concentra la atención de la investigación en el último tiempo (Pedraza et al., 1999).

#### **4.1 Bacteriología en la leche**

Las bacterias las podemos definir como los microorganismos patógenos presentes en el reino vegetal y se reproducen por fisión o división celular. En condiciones óptimas, una bacteria se puede dividir una vez cada media hora lo que quiere decir que en 24 horas una bacteria puede tener 17 000 000 de descendientes (Revelli, et al., 2011). Las bacterias las podemos encontrar en toda la naturaleza a profundidades considerables de la superficie de la tierra, a altitudes extremas y en tejidos normales sanos de las plantas y los animales.

#### **4.2 Composición química de la leche**

Grupo latino Ltda. (2007), nos dice que la leche es una mezcla compleja de materia grasa, proteínas, lactosa, minerales, vitaminas y otros microcomponentes que se encuentran en el medio líquido como una emulsión, una dispersión coloidal, de acuerdo con las características fisicoquímicas de cada uno de sus componentes.

La complejidad se debe a las moléculas complejas que se encuentran en equilibrio químico. La variabilidad está dada por su origen de distintas especies, el ambiente, la alimentación. En cuanto a la alterabilidad, se relaciona con que la leche sea el medio adecuado para el desarrollo de microorganismos que pueden provocar cambios en su composición (Revelli, et al., 2011).

Entre los principales componentes según (Grupo Latino Ltda., 2007) de la leche tenemos:

- a. **Materia Grasa:** se encuentra emulsionada en la leche en forma de glóbulos microscópicos, cuyos diámetros pueden variar de 0.1 a 22 micrones. Las variaciones en el tamaño pueden deberse a factores como la raza, periodo lactacional, alimentación, acción mecánica de la leche.
- b. **Proteínas:** son unidades químicas muy complejas, compuesta por una serie de aminoácidos. Se pueden precipitar de sus soluciones por la acción de los ácidos, enzimas proteolíticas, ciertos microbios y por efecto del calor.
- c. **Lactoalbúmina:** la leche contiene aproximadamente 0.5% de albuminas, las que son solubles en agua.
- d. **Lactoglobulina:** se encuentra en la leche en pequeñas cantidades en forma de englobulina y seudoglobulina. Es menos soluble que las otras proteínas de la leche. Se coagula con el agregado de ácido a la leche.
- e. **Lactosa:** La lactosa se sintetiza en la glándula mamaria por un sistema enzimático en el que interviene la  $\alpha$ -Lactoalbúmina para después segregarse en la leche. Es un 15% menos edulcorante que la sacarosa y contribuye, junto con las sales, al sabor global del alimento.
- f. **Caseína:** De todas las proteínas presentes en la leche, las más comunes y representativas son tres, y todas son caseínas: la caseína- $\alpha_{s1}$ , la caseína- $\beta$  y la caseína- $\kappa$ .

Otros componentes de la leche son:

- g. **Vitaminas:** Contiene casi todas las vitaminas necesarias para el desarrollo del organismo humano. Existen vitaminas presentes en la leche cruda que pierden parcialmente su actividad con la exposición al sol o con el tratamiento térmico, estas vitaminas son: A, B, B2, B12 y C.
- h. **Enzimas:** la leche contiene enzimas hidrolizantes y aquellas oxidantes llamándose hidrolasas y oxidasas. Entre las más importantes tenemos:
  - Hidrolasas: proteasa, amilasa, lactasa, lipasa, fosfatasa.
  - Oxido-reductasas: peroroxidasa y catalasa.
- i. **Sales minerales:** en la leche encontramos calcio, fósforo, cloro, sodio. El calcio y el fosforo son muy importantes desde el punto de vista nutricional y para la coagulación de la leche con el cuajo.

#### 4.3 Calidad nutricional de leche

Las principales fuentes de variación en la composición química de la leche y por ende nutricional, se pueden clasificar en factores ligados al animal (lactancia, raza, sanidad) y factores ambientales (alimentación, estación del año). El agricultor tiene la posibilidad de intervenir en estos factores en mayor o menor grado y podrá ver los resultados en el corto, mediano o largo plazo, según sea la acción realizada (Latrille, 2001).

El investigador Laben menciona en 1963 que la composición de la leche varía entre razas lecheras, entre rebaños de la misma raza y más aún entre individuos de la misma raza y rebaño, lo que denota una fuerte influencia genética propia de los individuos sobre la composición de la leche. Las otras causas de variación



estarían dadas por fenómenos ambientales, fisiológicos, de manejo, y múltiples interrelaciones entre ellos (efectos estacionales, nutricionales, enfermedades, otros) (Latrille, 2001). De este modo podemos hacer una descripción de dichos factores clasificándoles como aquellos de origen genético, de origen fisiológico y finalmente de origen medioambiental.

#### **4.4 Calidad higiénica de la leche**

Según Margariños (2001), en su libro titulado Producción higiénica de la leche cruda, señala que una leche de buena calidad higiénica debe caracterizarse por:

- Estar libre de microorganismos patógenos.
- No contener toxinas elaboradas por microorganismos.
- No contener residuos químicos ni inhibidores.
- Tener un mínimo de microorganismos saprofitos.
- Tener un mínimo de células somáticas.
- Tener adecuadas características organolépticas.

La importancia de la mastitis en la producción lechera ha sido descrita por múltiples autores. Provoca pérdidas económicas debido no sólo a la disminución de la producción del rebaño, sino también a los costos de incurrir en tratamientos, a la leche rechazada en la planta y a la muerte y remplazo prematuro de los animales. (Sears, 1992). De la misma forma, se ha investigado mucho sobre la importancia relativa de los distintos estados de presentación de esta enfermedad, concluyéndose que no es su forma clínica la de mayor importancia en las pérdidas económicas, sino su forma inaparente o subclínica, que produce grandes pérdidas

en el nivel productivo. Sin embargo, no se le puede identificar a simple vista. Es por esto la importancia que han adquirido los conteos de células somáticas.

Dos son los parámetros que tradicionalmente se utilizan para evaluar la calidad higiénica de la leche cruda:

- a) Recuento de células somáticas, mediante el cual es posible evaluar el grado de inflamación intramamaria (mastitis) y
- b) Recuento bacteriano, que permite evaluar las condiciones higiénicas de extracción, almacenamiento y transporte de la leche.

Un tercer elemento que también afecta la calidad higiénica de la leche, y que puede tener adversas consecuencias sobre la industria láctea y sobre la salud del consumidor, es la presencia de sustancias inhibidoras en la leche, especialmente de residuos de antibióticos (Kruze, 2008).

#### **4.5 Factores que determinan la calidad de la leche**

Entre los principales factores que determinan la calidad de la leche cruda son: la salud del animal, el lugar de alojamiento, la nutrición y alimentación, la rutina de ordeño y el manejo que se dé a la leche luego del ordeño (Díaz, 2005).

Con respecto a la calidad de la leche existen varios parámetros que determinan su buen estado y disponibilidad para el consumo humano, según Leslie (2002), estos son: bajo conteo de bacterias y células somáticas, ausencia de antibióticos, hormonas, contaminantes químicos y agregado de agua; además de aportar a la nutrición de las personas un porcentaje de proteínas, minerales y enzimas.

Al medir la calidad de la leche no basta poder observar sencillamente su apariencia y olor. La cuenta bacteriana es la prueba que con más frecuencia se usa para determinar la calidad de ella y sus derivados (Leslie, 2002).

#### **4.5.1 Factores de origen fisiológico**

Desde el punto de vista fisiológico una vaca lechera, a través de su vida, se va a encontrar en distintos estados que condicionaran su estado general. Por ende, sus resultados productivos serán diferentes. Estos "estados fisiológicos" son la etapa de lactancia, el número de partos (relacionado estrechamente con la edad) y la gestación. Pero no debe perderse de vista que, para entrar en este ciclo productivo, esta hembra bovina ha tenido que atravesar toda la etapa de crecimiento, la cual depende a su vez de múltiples factores, tales como la alimentación, el manejo general del rebaño, el estado sanitario, otros La alteración en cualquiera de estos factores llevará finalmente a afectar la vida productiva futura de este animal (Medina, 2002).

#### **4.5.2 Etapa de lactancia**

Es bien conocida la curva que describe el nivel de producción a través de la lactancia. Después del parto, hay un incremento paulatino del nivel de producción para llegar al "peak" (o cota máxima) alrededor de la sexta a octava semana de lactancia. Posteriormente la producción cae de una manera sostenida pero no abrupta hasta el quinto mes de preñez. Luego un descenso acelerado de la producción hasta el punto del secado (Johnson, 2003). La mayor concentración de materia grasa durante la lactancia está dada en los primeros días por la producción del calostro. Durante las siguientes ocho semanas va descendiendo,

para volverse a incrementar en forma lenta hacia el final de la lactancia. La proteína de la leche presenta un comportamiento parecido al de la materia grasa; ésta desciende durante los dos primeros meses para volver a subir hacia el final (Rogers y Stewart, 2002). DePeters y Ferguson (2012) mencionan que el descenso ocurre hasta la quinta a décima semana de lactancia. De la misma forma ocurre con los sólidos no grasos que descienden hasta el punto de la máxima producción láctea de la vaca para luego volver a ascender.

Número ordinal de lactancia. La cantidad de lactancias que ha tenido una vaca lechera influye más sobre el nivel productivo que sobre la composición láctea (Casado y García, 2003). La producción aumenta desde la primera lactancia hasta alcanzar un máximo en la tercera, desde la cual empieza a declinar paulatinamente. Sin embargo, hay otros autores que sostienen que esto es variable y que el tope se alcanza entre la tercera y quinta lactancia (Casado y García, 2003). Por lo tanto, la lactancia donde se expresa el máximo punto de producción de la vaca depende de otros factores tales como la alimentación, manejo, clima, otros. Conforme la vaca ha tenido más lactancias el porcentaje de materia grasa en la leche tiende a decrecer (Gacula y col., 2005). Entre el nivel de producción de leche y la concentración de su materia grasa existe una relación inversa (Rathore, 2001). Por lo tanto, al ir aumentando en el número de lactancias, y por ende en el volumen de producción, la concentración de grasa en ella debería disminuir. Sin embargo, por el mismo hecho del aumento de producción, por lo menos en las primeras cinco lactancias, la producción total de grasa aumenta de una lactancia a otra (Rogers y Stewart, 2002; Casado y García, 2003). La

concentración de grasa en la leche disminuye durante las primeras lactancias en el orden de 0,2% (Rogers y Stewart, 2002).

#### **4.6 Factores de origen ambiental**

Los factores de origen ambiental más relevantes que influyen sobre la composición láctea son la alimentación, el clima, el manejo de la ordeña y las enfermedades. De ellos los que más pueden ser intervenidos por el agricultor son la alimentación y las enfermedades, a través de su adecuado manejo prevención y control.

##### **4.6.1 Alimentación**

Ha sido muchas veces reiterado que la nutrición es el factor más importante en la producción lechera, y a su vez es de mucha importancia en la composición láctea. Al iniciarse la lactancia la capacidad de consumo se encuentra deprimida y la producción de leche se compensa movilizando las reservas acumuladas por la vaca. La utilización de esta grasa de reserva permite que la producción cuantitativa de grasa láctea y de leche alcance su mayor nivel a las 8 a 12 semanas de lactancia. Esto es mucho antes de que el consumo de alimentos sea el máximo, encontrándose el animal en un balance energético negativo. Cuando se alcanza el máximo nivel de consumo y el balance energético se hace positivo porque se están cumpliendo los requerimientos de mantención, producción y gestación, el organismo puede ocupar este excedente para acumular reservas para la próxima lactancia (Medina, 2002). La energía que es el nutriente más limitante en la producción láctea influye directamente sobre el porcentaje de materia grasa y sobre los sólidos no grasos de la leche, y también sobre el nivel

de producción. Un animal con una subalimentación energética sufre una caída en su curva de producción láctea y en el contenido de grasa y proteína de ésta. Las dietas ricas en fibra permiten que aumente la concentración de materia grasa láctea. Sin embargo, un exceso de fibra deprime el nivel de consumo alimenticio y puede llevar a reducir el nivel de proteína de la leche. (Medina, 2002). Packard (2004) indica que los alimentos ricos en grasas no aumentan la materia grasa láctea y pueden disminuir el nivel proteico.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Ubicación y caracterización**

El estudio se realizó en la provincia de Chiriquí, en las fincas proveedoras de leche cruda grado A; de la instalación de la Planta Procesadora Nevada ubicada en Bugaba, la cual es considerada una de las principales provincias del país con mayor producción de leche grado A, posee una superficie de 6585.54km<sup>2</sup>. La división política de la provincia de Chiriquí es de 14 distritos. La provincia de Chiriquí posee el primer lugar en la población ganadera, según el Censo de Población Ganadera (2016), la existencia de ganado bovino de leche es de 54,000.

#### **3.2. Tipo de investigación**

##### **3.2.1. Exploratoria**

La investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos. (Arias, 2012).

Para ello fue necesario realizar un diagnóstico para establecer las fincas que se analizarían dentro de la provincia de Chiriquí, considerando principalmente el conteo de bacteria a través de una encuesta realizada a los ordeñadores de las fincas seleccionadas del banco de datos de la planta Nevada.

### **3.2.2. Experimental**

La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).” (Arias, 2012).

Es experimental porque se evaluaron resultados de lecturas de los conteos bacterianos durante un promedio de cuatro meses y durante los dos últimos meses se obtuvieron análisis de sólidos totales, grasa, proteína y lactosa para observar los efectos que se obtuvieron durante los dos últimos meses en cuanto a la disminución de las unidades formadoras de colonia.

### **3.2.3. Análisis de intervención**

La intervención de las variables en una investigación se hace con el fin de que las mismas puedan ser manipuladas y poder así a través de ellas, abordar y controlar la realidad, para obtener los resultados deseados. (Silva, 2014)

Pudiendo determinarse de forma posterior, los resultados planteados y deseados, que son los que constituyen la variable dependiente; y que aspira el experto verificar para su propio estudio en desarrollo.

Las variables utilizadas fueron para evaluar la relación entre conteo de bacteria, composición química de la leche y mitigar las bacterias en el tiempo.



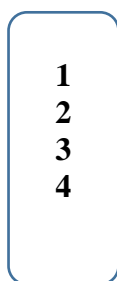
## 3.2 Muestreo

### 3.2.1 Selección de finca

Se preseleccionaron 4 fincas con un nivel bacteriano alto ( $> 100,000$  bacteria/ml) y otras 4 fincas de nivel bacteriano bajo ( $< 10,000$  bacteria/ml), dichas fincas poseen las bacterias por debajo de las 10000 mil unidades formadoras de colonias en los últimos 4 meses, las fincas fueron seleccionadas a través de la base de datos microbiológico UFC/ml de las fincas ubicadas cuenca lechera de la empresa Nevada.

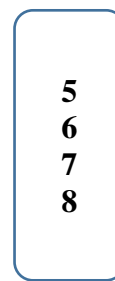
#### Selección de las fincas

Alta calidad láctea



**T1**

Baja calidad láctea



**T2**

UFC/ML

### **3.3 Diagnóstico**

Una vez seleccionadas las fincas se realizó una caracterización que consiste en recolectar datos (manejo, rutina, equipo) en la cual se realizó una descripción cualitativa a través de una encuesta tipo diagnóstico estático, para el establecimiento del problema ya que aportó información acerca de la existencia de una realidad en la que está involucrada la calidad láctea. Durante los últimos dos meses se tomaron muestras de la leche para evaluar su composición química durante ocho semanas. (Anexo 7)

### **3.4 Implementación y seguimiento de las buenas prácticas de ordeño**

Una vez realizado el estudio se utilizó la Guía de Buenas Prácticas con el objetivo de implementarla en las fincas con alto conteo de bacteria UFC/ml y mitigar en el tiempo los niveles de conteo de bacteria en la leche, evaluando en qué tiempo llegó al estándar de calidad. (Anexo 8)

#### **3.4.1 Parámetros y método de muestreo**

La obtención de los datos se obtuvo a través de una encuesta que se realizó durante los dos primeros meses en las 8 fincas seleccionadas con bajo y alto conteo de bacterias UFC/ml mediante un análisis observacional.

- La toma de la muestra de leche se efectuó directamente del tanque de almacenamiento de la producción total, cada día de por medio de las cuatro fincas con alto conteo de bacteria. Se toma una muestra utilizando bolsas estériles que es llevada a un recipiente de conservación de temperatura para

evitar la proliferación de bacterias siendo transportado directamente al laboratorio para los análisis requeridos durante 7 semanas.

- Análisis de la leche se realizó en el laboratorio de la empresa Nevada a través del sistema Milko Scan donde se presentan los resultados del porcentaje de grasa, sólidos, lactosa y proteína (%) de las cuatro fincas seleccionadas.

- **Caracterización del proceso de ordeño variable cualitativas**

Estas variables fueron: Uso de vestuario adecuado, ordeña a la misma hora, observa material fecal adherido a la ubre, lavado de manos, seca pezones, identifica vacas con mastitis, desinfección del equipo, desinfección de los pezones.

- **Caracterización del proceso de ordeño variables cuantitativas**

Las variables cuantitativas son aquellas que son medidas dentro de un rango y se registran con números reales que se pudieron demostrar mediante gráficas.

Las variables fueron: extracción de la leche en el despunte, fuente de agua para el lavado de los pezones, producto con que se presella los pezones, material que se utiliza para el secado de los pezones.

- **Caracterización química de la leche**

Se evaluaron las siguientes propiedades químicas de la leche a través del proceso automático Milko Scan F-120 en los laboratorios de la empresa Nevada.

- Lactosa (%)
- sólidos totales (%)
- proteína (%)
- grasa (%)

- **Caracterización bacteriológica de la leche**

- UFC/ML

### 3.5 Diseño estadístico

El diagnóstico estático se realizó utilizando la encuesta que se analizó a través de la estadística descriptiva y prueba de chi cuadrado para las variables categóricas.

Se utilizó una prueba de Chi cuadrado para determinar si el valor observado de una variable depende del valor de otra variable (bacteria ufc/ml).

Después de la caracterización de las fincas de alta y baja calidad láctea se realizó a través de la base de datos de las fincas con alto conteo de bacteria, un análisis con un diseño factorial, descrito por el modelo.

Donde:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + M_j + F \cdot M_{ij} + E_{ijk}$$

$\mu$  = media poblacional estimada por media general

$F_i$  = efecto de Finca.

$M_j$  = efecto de Semana.

$F \cdot M_{ij}$  = Efecto interacción Finca X Semana.

$E_{ijk}$  = error

Se utilizó un análisis de correlación para medir la relación entre conteo de bacteria y composición química de la leche.

El conteo de bacteria/ml al implementar las Buenas Prácticas de Ordeño se utilizó método de regresión para medir la disminución de las bacterias en el tiempo

$Y$  = bacteria/ml y  $X$  = semanas de intervención:

$$\text{Modelo } Y = mx + b$$

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Descripción general de las fincas**

#### **4.1.1 Finca 1**

Ubicada en Volcán, el número de animales es de 64 vacas en ordeño diario de la raza Holstein con una producción de leche total de 1143 litros y un promedio de 25 litros por vaca, cuentan con 2 ordeñadores para realizar la actividad de ordeño.

El número de unidades de ordeño es 6, el primer ordeño se realiza a las 4:00 am con una duración de 2 horas y el ordeño por animal es de 6 minutos.

La finca contiene buena infraestructura, que cumple con los requerimientos para el número de animales para realizar esta actividad.

#### **4.1.2 Finca 2**

Ubicada en Boquerón viejo, el número de animales es de 53 vacas en ordeño de la raza Pardo Suizo, Jersey con una producción de leche total de 536 litros y un promedio de 15 litros por vaca, cuentan con 1 ordeñador y 3 unidades de ordeño.

El primer ordeño comienza a las 3:00 am con una duración de 2 horas y 30 minutos, el tiempo de ordeño por animal es de 5 minutos.

Esta finca contiene una infraestructura buena, pequeña que va de acorde con el número de animales que tienen en ordeño.

### **4.1.3 Finca 3**

Ubicada en San Vicente - Volcán, el número de animales es de 162 vacas en ordeño diario de la raza Holstein con una producción de leche total de 1989 litros y un promedio de 30 litros por vaca, cuentan con 2 ordeñadores y 6 unidades de ordeño.

El primer ordeño se realiza a las 3:00 am con una duración de 3 horas y el tiempo de ordeño por animal es de 7 minutos.

Esta finca cuenta con una infraestructura adecuada, completamente inocua, acorde a la cantidad de animales en ordeño que tienen.

### **4.1.4 Finca 4**

Ubicada en Subasta Ganadera - Boquerón, el número de animales es de 154 vacas en ordeño diario de la raza Holstein, Jersey, Pardo Suizo con una producción de leche 1234 litros y un promedio de 22 litros por vaca, cuenta con 3 unidades de ordeño y 2 ordeñadores.

El primer ordeño se realiza a las 3:00 am con una duración de 3 horas y media y el tiempo de ordeño por animal es de 6 minutos.

Esta finca cuenta con una infraestructura adecuada y completamente limpia al momento del ordeño.

#### **4.1.5 Finca 5**

Ubicada en Portón, el número de animales es de 49 vacas en ordeño diario de la raza Jersey, Pardo suizo con una producción 296 litros y un promedio de 8 litros por vaca, cuenta con 3 unidades de ordeño y 1 ordeñador.

El primer ordeño se realiza a las 5:00 am y el siguiente ordeño a las 3:00 pm y el tiempo de ordeño por animal es de 8 minutos.

Esta finca cuenta con la infraestructura adecuada pero no con la limpieza debida completamente al momento del ordeño.

#### **4.1.6 Finca 6**

Ubicada en Quebrada de Piedra - Tole, el número de animales es de 60 vacas en ordeño diario de la raza Jersey, Pardo suizo: los animales no son de raza pura, con una producción de 596 litros de leche y un promedio de 9 litros por vaca y dos ordeñadores.

El primer ordeño se realiza a las 4:00 am con una duración de 2 horas y 30 minutos y el tiempo de ordeño por animal es de 7 minutos, cuenta con 10 unidades de ordeño.

Esta finca tiene sus animales mezclados los de producción con las vacas tratadas con antibióticos están identificadas con una cinta de color rojo en la pata del animal esta finca cuenta con infraestructura amplia capacitada para el incremento

poblacional de animales en producción sin embargo no cuenta con la limpieza requerida en la sala de ordeño.

#### **4.1.7 Finca 7**

Ubicada en Escobal - Bugaba, el número de animales es de 30 vacas en ordeño de la raza Pardo Suizo, pero no es de línea pura, con una producción de 500 litros y un promedio de 10 litros por vaca, además cuenta con 3 unidades de ordeño y un ordeñador.

El primer ordeño es realizado a las 4:00 am con una duración de 1 hora 30 minutos y el tiempo de ordeño por animal es de 6 minutos.

Cuenta con una infraestructura adecuada para el número de animales en ordeño, no cuenta con todos los implementos requeridos para el momento de la rutina de ordeño y el lavado del equipo.

#### **4.1.8 Finca 8**

Ubicada en Manchuila – Divalá, el número de animales es de 42 vacas en ordeño de la raza pardo suizo y jersey, con una producción de 369 litros y un promedio de 9 litros por vaca, además de 4 unidades de ordeño y un ordeñador.

El primer ordeño es realizado a las 5:00 am con una duración de 2 horas y el tiempo de ordeño por animal es de 7 minutos.



Cuenta con una infraestructura adecuada para el número de animales en ordeño el cual le falta más higiene a la hora del ordeño.

#### **4.2. Características del proceso de ordeño en fincas con Bajo conteo de bacterias**

El Cuadro III describe el proceso de ordeño de las fincas analizadas con bajo conteo de bacterias. Se observa que hay dos ubicadas en Volcán y dos en Boquerón. La finca con menos vacas en ordeño tiene 53 y la de mayor cantidad 162. Todas hacen dos ordeños diarios y alcanzan promedios de litros de leche por vaca que va de 7 a 15 litros.

La que menos tiempo utiliza en el ordeño va desde 2.30 horas hasta 3.30 horas. Realizan limpieza en cada fase con agua, detergente ácido y alcalino, el lavado de detergente alcalino debe realizarse con agua caliente temperatura de 70° C con una duración de 15 a 20 minutos, el detergente ácido se utiliza para el lavado del residuo mineral del equipo que forma la piedra de la leche el mismo se realiza con agua 45° C por un tiempo de 15 minutos (De Laval, 2009). Todos cuentan con tanque frío con temperaturas menos a 5°C, refrigerar la leche es algo más que su almacenamiento a baja temperatura hasta el momento de su recogida, solo un enfriamiento rápido y almacenaje a una temperatura de 4° a 6°C frenaran el crecimiento de los microorganismos ( De Laval, 2009). Las pezoneras se cambian cada tres meses en tres de las fincas, mientras que una señaló que cada 6 meses, la vida útil de las pezoneras es de 2,500 ordeños a pesar que estas piezas pueden seguir funcionando más allá del tiempo establecido es mejor remplazarlas antes

de que pueden tener un efecto en las vacas (Agri- Lac, 2017), las mangueras se cambian entre los 2 y 6 meses las mangueras de leche sean flexibles y que tanto en la conexión con el colector como con la línea de leche si la manguera se comienza a zafar continuamente es señal de cambiarla, generalmente las mangueras de silicón son más duraderas y más flexibles, muy recomendable para zonas frías en donde el frío endurece las mangueras (Mendoza, 2014).

### CUADRO III. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ORDEÑO DE LAS FINCAS ANALIZADAS CON BAJO CONTEO DE BACTERIAS

Rutina de ordeño	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4
<b>Ubicación de las fincas</b>	<b>Volcán</b>	<b>Boquerón</b>	<b>Volcán</b>	<b>Boquerón</b>
N° de vacas por ordeño	64	53	162	154
Producción total	1143	536	1989	1234
Unidades de ordeño	6	3	6	3
Hora del 1ª ordeño/am (hora)	4:00	3:00	3:00	3:00
Hora del 2ª ordeño/pm (hora)	4:00	3:00	3:00	3:00
Tiempo de ordeño total (horas)	3:00	2:30	3:00	3:30
Volumen de agua para el lavado del equipo galones	10	10	50	15
Prelavado del equipo de ordeño / min	12	10	8	12
Tiempo del lavado con detergente acido 7 min	12	10	8	10
Tiempo de lavado con detergente alcalino/ min	10	10	10	15
T del agua para la limpieza del equipo de ordeño °C	65	70	68	70
T del tanque de enfriamiento/ ° C	5	4	4	5
Tiempo que tarda el tanque en parar después del ordeño/min	30	25	15	25
Frecuencia con que se activa el agitador / min	15	15	15	15
Cambio de pezoneras/ meses	3	6	3	3
Cambio de mangueras/ meses	3	6	3	2
Cantidad de ordeñadores	2	1	2	2

**Fuente: El Autor**

#### 4.3. Alto conteo de bacterias

El Cuadro IV describe la rutina de ordeño de las fincas analizadas con alto conteo de bacterias. Se observa que se ubican en Portón, Tolé, Bugaba y Divalá. La

finca con menos vacas en ordeño tiene 30 y la de mayor cantidad 60. Todas hacen dos ordeños diarios y alcanzan promedios de litros de leche por vaca que va de 8 a 10. La que menos tiempo utiliza en el ordeño va desde 1.30 horas hasta 2.30 horas. Realizan limpieza en cada fase con agua, detergente ácido y alcalino. Todos cuentan con tanque frío con temperaturas menos a 5°C. Las pezoneras se cambian cada seis meses en tres de las fincas, mientras que una señaló que cada 7 meses, las mangueras se cambian entre los 6 y 7 meses. Todas refieren casos de mastitis. Mientras que tres tienen un ordeñador y solo una finca tiene dos ordeñadores.

#### CUADRO IV. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ORDEÑO DE LAS FINCAS ANALIZADAS CON ALTO CONTEO DE BACTERIAS

Rutina de ordeño	Finca 5	Finca 6	Finca 7	Finca 8
<b>Ubicación de las fincas</b>	<b>Portón</b>	<b>Tole</b>	<b>Bugaba</b>	<b>Divalá</b>
Nº de vacas por ordeño	49	60	30	42
Producción total litros	296	596	500	369
Unidades de ordeño (puntos)	4	10	4	3
Hora del 1º ordeño/am	5:00	4:00	4:00	5:00
Hora del 2º ordeño/pm	3:00	5:00	4:00	5:00
Tiempo de ordeño total (horas)	2:00	2:30	1:30	2:00
Volumen de agua para el lavado del equipo (galones)	50	10	10	7
Prelavado del equipo de ordeño	12	10	15	10
Tiempo del lavado con detergente ácido 7 min	6	10	8	10
Tiempo de lavado con detergente alcalino (minutos)	8	10	15	8
T del agua para la limpieza del equipo de ordeño	65	60	68	70
T del tanque de enfriamiento/ ° C	4	5	4	3
Tiempo que tarda el tanque en parar después del ordeño/min	45	20	30	25
Frecuencia con que se activa el agitador / min	50	15	20	15
Cambio de pezoneras/ meses	7	6	6	6
Cambio de mangueras/ meses	6	6	6	7
Cantidad de ordeñadores	1	2	1	1

Fuente: El Autor

Los resultados obtenidos en el Cuadro V presentan las variables con la media, el error típico, la desviación estándar, el valor mínimo y máximo, el rango y el valor ideal que en algunas es lo que se recomienda.

La variable número de vacas por ordeño hay una media de 76 ya que la finca con menor cantidad señala que tiene 30 y el valor máximo es de 162 animales. La producción total en litros tiene una media de 832, siendo el valor mínimo de 296 y el máximo de 1989, el rango es de 1693. En cuanto a las unidades de ordeño se aprecia una media de 4.8, un error típico de 0.854, desviación estándar de 2.41646, con un valor mínimo de 3 y máximo de 10 con un rango de 7; el parámetro ideal para esta variable es de 1 unidad de ordeño/10 vacas. Para la variable Tiempo de ordeño total en horas se aprecia una media de 1.30, error típico de 0.472, desviación estándar de 1.33524, valor mínimo 0.06 y máximo 3, con un rango de 2.9, parámetro ideal es de 1 hora.

Para la variable Volumen de agua para el lavado del equipo galones se aprecia una media de 20.25, error típico de 6.537, desviación estándar de 18.49131, valor mínimo 7 y máximo de 50, con un rango de 43.

Para la variable Prelavado del equipo de ordeño / min se aprecia una media de 11.12, error típico de 0.742, desviación estándar de 2.10017, valor mínimo 8 y máximo 15, con un rango de 7, parámetro ideal es de 10 minutos.

Para la variable Tiempo del lavado con el detergente ácido / min se aprecia una media de 9.5, error típico de 0.647, desviación estándar de 1.83225, valor mínimo 6 y máximo 12, con un rango de 6, parámetro ideal es de 5 minutos.

Para la variable Tiempo de lavado con el detergente alcalino/ min se aprecia una media de 10.75, error típico de 0.977, desviación estándar de 2.76457, valor mínimo 8 y máximo 15, con un rango de 7, parámetro ideal es de 10 minutos.

Para la variable Temperatura del agua para la limpieza del equipo de ordeño se aprecia una media de 67, error típico de 1.239, desviación estándar de 1.239, valor mínimo 60 y máximo 70, con un rango de 10, parámetro ideal es de 70°C.

Para la variable Temperatura del tanque de enfriamiento/ ° C se aprecia una media de 4.2, error típico de 0.25, desviación estándar de 0.70710, valor mínimo 3 y máximo 5, con un rango de 2, parámetro ideal es de 4°C.

Para la variable Tiempo que tarda el tanque en parar después del ordeño/min se aprecia una media de 26, error típico de 3.125, desviación estándar de 8.83883, valor mínimo 15 y máximo 45, con un rango de 30, parámetro ideal es de 30.

Para la variable Frecuencia con que se activa el agitador / min se aprecia una media de 20, error típico de 4.330, desviación estándar de 12.24744, valor mínimo 15 y máximo 50, con un rango de 35.

Para la variable Cambio de pezoneras/ meses se aprecia una media de 5, error típico de 0.597, desviación estándar de 1.69030, valor mínimo 3 y máximo 7, con un rango de 4, parámetro ideal es de cada 2500 ordeños.

Para la variable Cambio de mangueras/ meses se aprecia una media de 4.8, error típico de 0.666, desviación estándar de 1.88509, valor mínimo 2 y máximo 7, con un rango de 5.

Para la variable Cantidad de ordeñadores se aprecia una media de 1.5, error típico de 0.188, desviación estándar de 0.53452, valor mínimo 1 y máximo 2, con un rango de 1.

### CUADRO V. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS VARIABLES DEL PROCESO DE ORDEÑO EN LAS FINCAS EVALUADAS

Variables	Media	Error típico	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	Rango	Parámetro ideal
N° de vacas por ordeño	76	18.12	51.27725	30	162	132	-
Producción total litros	832	204.9	579	296	1989	1693	-
Unidades de ordeño	4.8	0.854	2.41646	3	10	7	1 unidad de ordeño/10 vacas
Tiempo de ordeño total (horas)	1.30	0.472	1.33524	0.30	3	2.9	2 hora
Volumen de agua para el lavado del equipo galones	20.25	6.537	18.49131	7	50	43	
Prelavado del equipo de ordeño / min	11.12	0.742	2.10017	8	15	7	10 min
Tiempo del lavado con el detergente ácido / min	9.5	0.647	1.83225	6	12	6	5 min
Tiempo de lavado con el detergente alcalino/ min	10.75	0.977	2.76457	8	15	7	10 min
T del agua para la limpieza del equipo de ordeño	67	1.239	3.50509	60	70	10	70°C
T del tanque de enfriamiento/ ° C	4.2	0.25	0.70710	3	5	2	4°C
Tiempo que tarda el tanque en parar después del ordeño/min	26	3.125	8.83883	15	45	30	30

Variables	Media	Error típico	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	Rango	Parámetro ideal
Frecuencia con que se activa el agitador / min	20	4.330	12.24744	15	50	35	
Cambio de pezoneras/ meses	5	0.597	1.69030	3	7	4	Cada 2500 ordeños
Cambio de mangueras/ meses	4.8	0.666	1.88509	2	7	5	
Cantidad de ordeñadores	1.5	0.188	0.53452	1	2	1	

**Fuente: El Autor**

Esta Prueba de Chi-cuadrado permite determinar la concordancia entre dos variables que se relacionan en el proceso operativo de rutina de ordeño, como se aprecia en el Cuadro VI. De acuerdo con Arango (2001) citado por Méndez y Osuna (2007), la rutina de ordeño es un conjunto de procedimientos recomendados para la obtención eficiente e higiénica de la leche y el mantenimiento de ubres sanas, con una buena rutina de ordeño se busca minimizar al máximo las bacterias UFC/ml., para evaluar calidad se consideraron el uso de vestuario adecuado con una probabilidad de 0.0047, ordeño a la misma hora es significativo, observación de material fecal adherido en la ubre con una probabilidad de 0.4652, lavado de manos con una significancia de 0.1025, secado de los pezones con una probabilidad de 0.2850, identifica vacas con mastitis 0.1025, desinfección de equipo con una probabilidad de 0.0285, desinfección de pezones 0.0285, todos estos procesos aplicados durante el ordeño se deben realizar en forma permanente y adecuada ya que las bacterias UFC/ml se ven afectadas por cada uno de estos proceso, por eso no es posible formular una

rutina única para todas las fincas, sino que es necesario seguir unas pautas para realizar un ordeño adecuado (Gipep, 2005).

**CUADRO VI. PRUEBA DE CHI-CUADRADO PARA ALTO Y BAJO CONTEO DE BACTERIA.**

<b>Variable</b>	<b>Chi 2</b>	<b>P. valor</b>
Uso de vestuario adecuado	8.0000	0.0047
Ordeño a la misma	2.6667	0.1025
Observa material fecal adherido a la ubre	0.5333	0.4652
Lavado de manos	2.6667	0.1025
Seca pezones	1.1429	0.2850
Identifica vacas con mastitis	2.6667	0.1025
Desinfección del equipo	4.8000	0.0285
Desinfección de los pezones	4.8000	0.0285

**Fuente: El Autor**

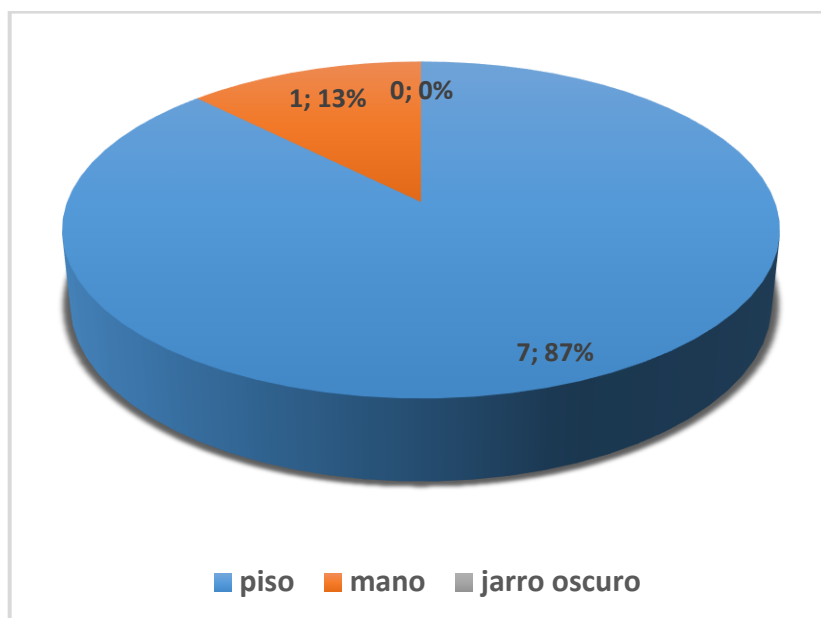
La Gráfica 1 presenta los resultados de la observación relacionada con la extracción de la leche en el despunte. Se observa que 7 realizan la extracción del despunte en el piso para el 87%, mientras que 1 indicó que mano para el 13%. La opción jarro oscuro no fue seleccionada. Como se puede apreciar ninguna respuesta coincide con lo recomendado por el Manual Gonzales Chávez (2015) en el Manual Buenas Prácticas de Ordeño indica que el despunte es la 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 anormalidad de la leche, como grumos, pus (mastitis clínica), sangre y, además, se puede disminuir la cantidad de bacterias en los pezones. Nunca se debe realizar en las manos, en el piso o en las patas de la vaca.



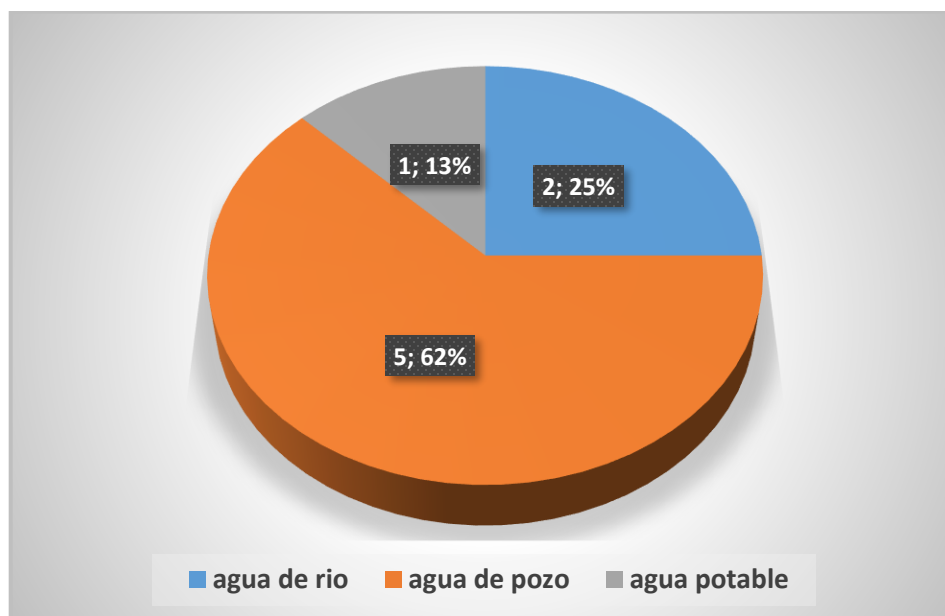
La Gráfica 2 muestra las respuestas relacionadas con la fuente de agua utilizada para el lavado de los pezones. Se observa que 5 señalaron que agua de pozo para el 62%, 2 manifestaron que agua de río para el 25% y uno señaló que agua potable para el 13%. La Guía de Buenas Prácticas en Explotaciones Lecheras (2012), publicada por la FAO, señala que la salud y productividad animal, junto con la salubridad y calidad de la leche, dependen de la calidad y de la gestión de los alimentos y del agua. La calidad de la leche también puede verse afectada negativamente por la calidad del agua utilizada para la limpieza del equipo y del área de ordeño. Si el agua está contaminada, los contaminantes pueden perjudicar la salubridad y calidad de la leche.

La Gráfica 3 señala el producto con que se presella los pezones. Se observa que 6 indicaron que agua yodada para el 75%, uno indicó que con agua clorinada para el 13% y la opción otros, fue seleccionada por una persona para el 12%. El Presello puede usarse para sustituir el agua, y humedecer y remover partículas sólidas adheridas al pezón. Debe dejarse actuar por un mínimo de diez segundos.

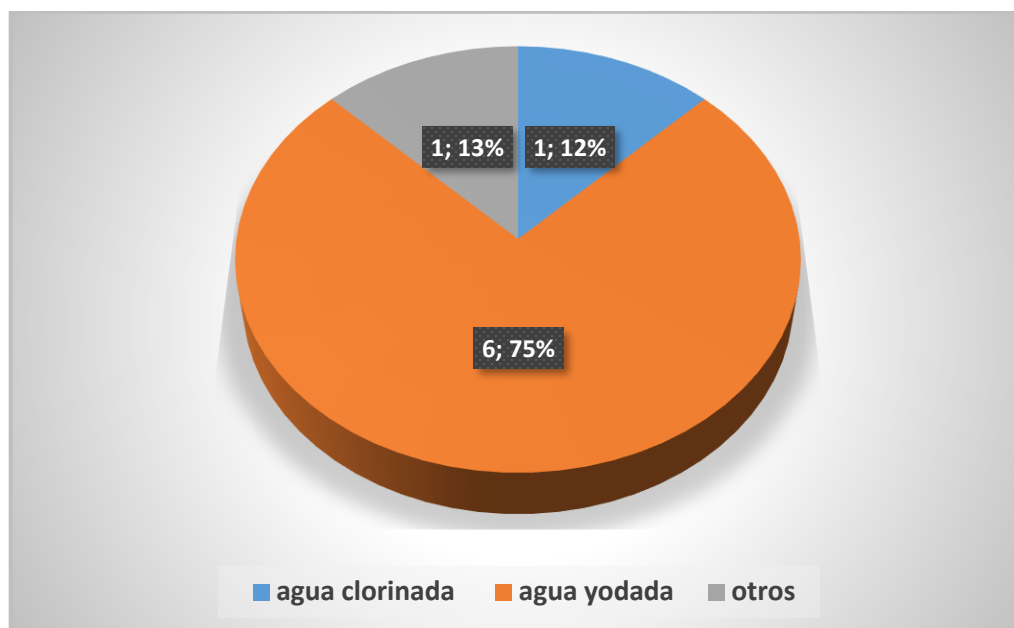
La Gráfica 4 indica el material que se utiliza para el secado de los pezones. Se observa que 4 señalaron que para el secado de los pezones usan papel toalla para el 50%. Se deberá realizar un secado con toallas de papel desechable e individual por pezón, que es más seguro y simple que tener muchas toallas de género. Debe asegurarse de limpiar bien la punta del pezón porque es la fuente de contaminación por coliformes y es el mejor estímulo para la vaca (Gonzales Chávez, 2015).



**Gráfica 1. Extracción de la leche en el despunte**  
Fuente: El Autor

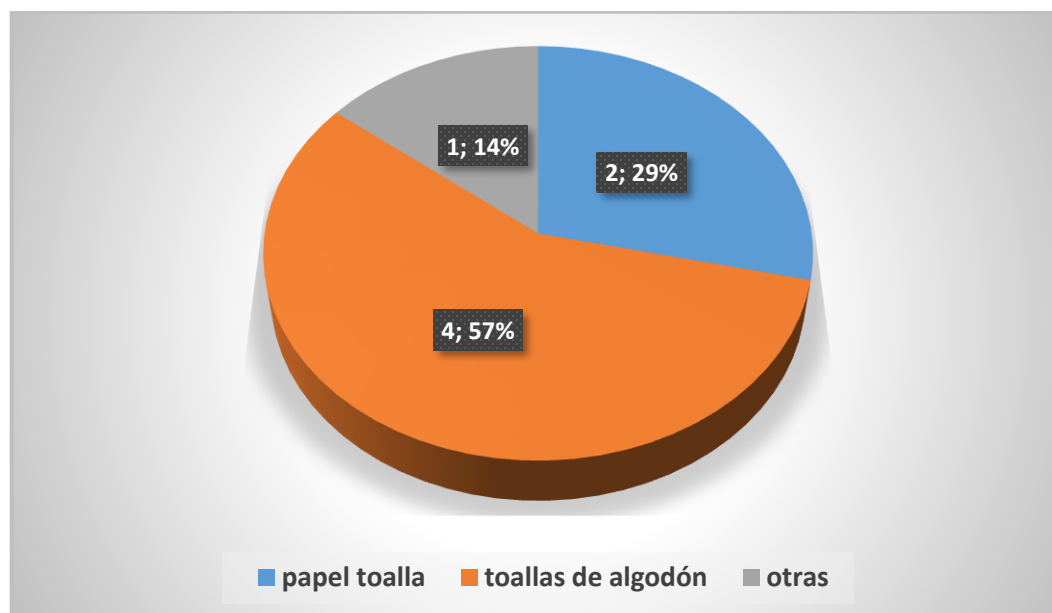


**Gráfica 2. Fuente de agua para el lavado de los pezones**  
Fuente: El Autor



**Gráfica 3. Producto con que presella los pezones**

Fuente: El Autor



**Gráfica 4. Material que se utiliza para el secado de los pezones**

Fuente: El Autor

#### 4.4. Composición química de la leche

Según Fernández et al. (2010), la leche está compuesta aproximadamente por un 88% de agua y un 12% de sólidos totales (proteína, grasa, vitaminas, minerales, microorganismos y células somáticas), de los cuáles 4,6% corresponde a lactosa, 3,6% a grasa y 3,2% a sustancias nitrogenadas. Para Vargas (2001), la densidad relativa es de 1,028 a 1,033 g/ml, pH de 6,5 a 6,8 y una acidez titulable de 16 a 17 por cada 100 ml de leche de NaOH al 0,1N. Además, las relaciones entre los componentes son muy estables y pueden ser utilizados para indicar si ha ocurrido alguna adulteración. No obstante, existen amplias diferencias en el porcentaje de los componentes de la leche como la grasa que varía entre 3,26 a 7,4 (Brown et al., 2002) la proteína varía de 3,20 a 3,6 (Brown et al., 2002), así mismo, Wilson et al. (1989), afirma que existe una correlación positiva entre el nivel de proteína y grasa de la leche. Vishweshwar y Krishnaiah (2005), refieren que, a mayor cantidad de leche producida, menor es el porcentaje de grasa en la leche y viceversa, así mismo, que las mayores variaciones en los componentes son en su orden de importancia la grasa, seguida por la proteína, los minerales y la lactosa. Una leche de calidad es aquella que posee una composición (grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales) de acuerdo a las normas legales, que presenta bajos recuentos microbianos (higiénica), libre de microorganismos patógenos, sin contaminaciones fisicoquímicas, libre de aromas y sabores extraños, estar de acuerdo con los lineamientos legales y con adecuada capacidad para ser procesada (Nascimento et al., 2001, Fernández et al., 2010), siendo que una leche

de calidad es indispensable para obtener productos transformados de buena calidad.

La calidad de la leche debe ser la prioridad número uno de cada establecimiento lechero, no sólo del punto de vista económico, sino también para asegurar que la planta de procesado y el consumidor final reciben un producto seguro, altamente nutritivo y de calidad incuestionable.

#### **4.4.1. Grasa (%)**

En el análisis de la variable grasa se observó un efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) en finca, mientras que en semana no hay diferencia significativa con una ( $p > 0.05$ ) tal como se muestra en el cuadro VII, luego de analizar el cuadro de resultado se evidencio que entre finca y semana hubo una interacción para la semana 4 como lo muestra la gráfica 5 las fincas 1, 2 y 3 aumentaron el contenido de grasa en el tiempo sin embargo la finca 4 disminuyó. La finca que presentó la media más alta en la variable grasa fue la finca 3 con 4.09% tal cual se muestra en el cuadro VIII para el efecto semana la octava semana presentó una media de 4.17% como se muestra en el cuadro IX y la media más baja la presentó la finca 1 presentó una media de 3.44% como lo muestra el cuadro VIII para el efecto semana la quinta presentó 3.67% como lo presentó el cuadro IX.

Según Novoa (2005); la grasa es el componente más variable de la leche, tiene una marcada influencia sobre las características sensoriales del producto y sus derivados, tales como el olor, aroma y sabor. También tiene mucha importancia en el rendimiento quesero. El valor normal es de 3.4 a 3.8% para la raza Holstein

y de 4.0 a 5.5% para razas menos especializadas en producción de leche. El contenido de grasa es mayor para las leches del ordeño de la tarde, probablemente por la diferencia en el intervalo entre ordeños.

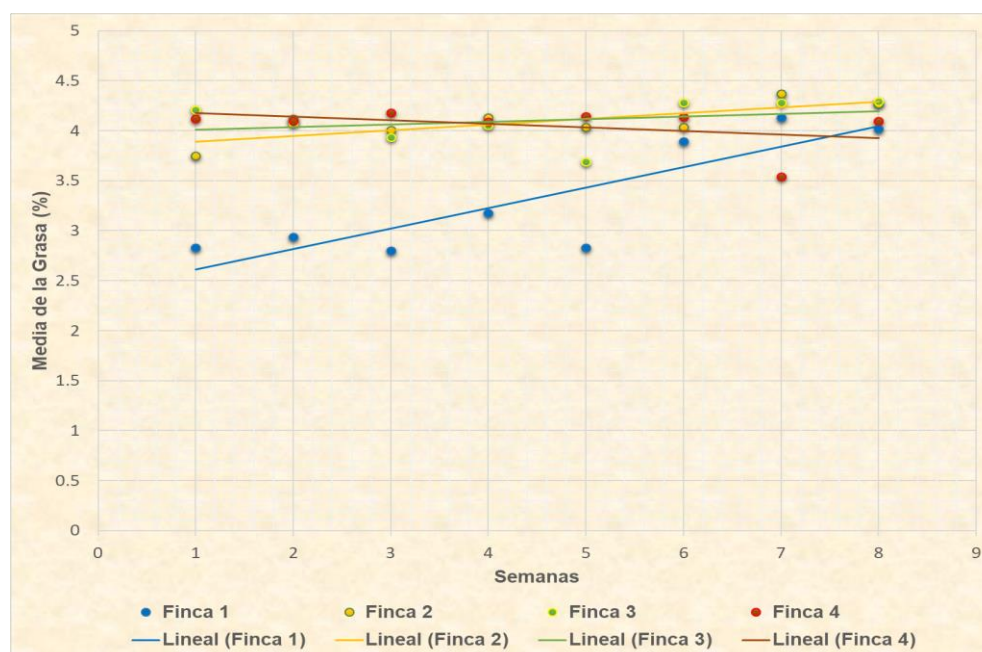
Según Robert, (2007), la alteración de la membrana protectora del glóbulo de grasa permite el contacto entre la grasa y las lipasas generando defectos organolépticos.

### CUADRO VII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE GRASA EN FINCAS ANALIZADAS.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Finca	3	5.52	1.84	11.78	0.0001
Semana	7	2.22	0.31	2.03	0.0684
Finca*sem	21	5.75	0.27	1.75	0.0522
Error	51	7.96			
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>21.96</b>			

**Altamente significativo**

Fuente: El Autor



**Gráfica 5. Interacción finca por semana de medias de la variable grasa (%)**

Fuente: El Autor

**CUADRO VIII. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE GRASA**

<b>Fincas</b>	<b>Medias</b>	<b>Desviación stand.</b>
1	3.44	0.66
2	4.07	0.22
3	4.09	0.42
4	4.03	0.37

Fuente: El Autor

**CUADRO IX. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS SEMANAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE GRASA**

<b>Semanas</b>	<b>Medias</b>	<b>Desviación stand.</b>
1	3.98	0.24
2	3.74	0.68
3	3.76	0.56
4	3.84	0.56
5	3.67	0.75
6	4.10	0.20
7	4.05	0.52
8	4.17	0.13

Fuente: El Autor

#### **4.4.2. Sólidos totales**

En el análisis de la variable sólidos totales se observó un efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) en las fincas y en las semanas analizadas tal como se muestra en el cuadro X la cual presentó significancia para la interacción finca\*semana como muestra la gráfica 6 las fincas 1 y 2 aumentaron el contenido de sólidos en el tiempo sin embargo las fincas 3 y 4 disminuyeron. La finca que presentó la media más alta en la variable sólidos totales fue la finca 4 con 12.73% tal cual se muestra en el cuadro XII para el efecto semana la octava semana

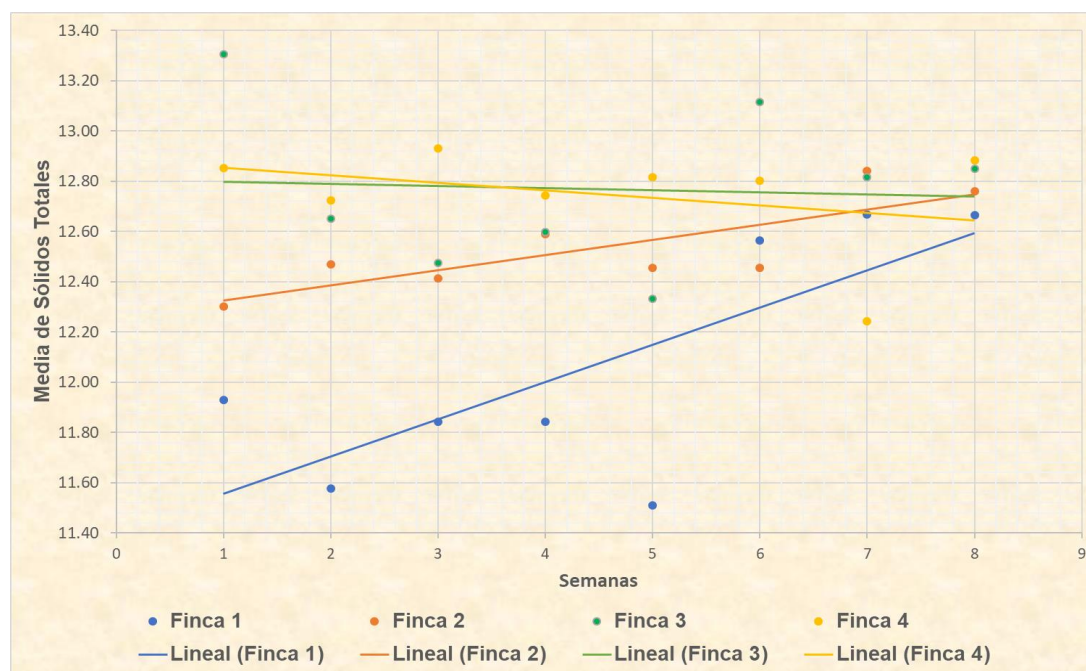
presentó una media de 12.79% como se muestra en el cuadro XII y la media más baja la presentó la finca 1 con una media de 12.05% para el efecto semana la quinta presentó 12.28%.

#### CUADRO X. ANÁLISIS DE VARIANZA DE SÓLIDOS TOTALES EN LAS FINCAS ANALIZADAS

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Finca	3	5.96	1.98	14.29	0.0001
Semana	7	2.69	0.38	2.77	0.0163
Finca*sem	21	5.15	0.24	1.77	0.0502
Error	51	7.09	0.13		
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>21.13109880</b>			

Altamente significativo

Fuente: El Autor



**Gráfica 6. Interacción finca por semana de medias de la variable sólidos totales en porcentaje.**

Fuente: El Autor



**CUADRO XI. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE SÓLIDOS TOTALES**

<b>Fincas</b>	<b>medias</b>	<b>Desviación stand.</b>
1	12.05	0.60
2	12.53	0.22
3	12.72	0.45
4	12.73	0.37

**Fuente: El Autor**

**CUADRO XII. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS SEMANAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE SÓLIDOS TOTALES**

<b>Semanas</b>	<b>Medias</b>	<b>Desviación stand.</b>
1	12.66	0.43
2	12.30	0.64
3	12.33	0.54
4	12.42	0.50
5	12.28	0.66
6	12.74	0.26
7	12.62	0.49
8	12.79	0.11

**Fuente: El Autor**

#### **4.4.3. Proteína**

En el análisis de la variable proteína se observó un efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) en la finca y semanas analizadas tal como se muestra en el cuadro XIII. La finca que presentó la media más alta en la variable proteína fue la finca 3 con 3.29% tal cual se muestra en el cuadro XIV para el efecto semana la octava

semana presentó una media de 3.28% como se muestra en el cuadro XV y la media más baja la presentó la finca 1 presentó una media de 3.17 como lo muestra el cuadro XV para el efecto semana la segunda presentó 3.18% como lo presentó el cuadro XV las proteínas contienen aproximadamente el 3,5 por ciento en la leche, Cambios en la composición de la leche en término de porcentaje de proteína están relacionados con un aumento o disminución en el volumen de producción de leche. A mayor producción de leche hay una mayor dilución de estos componentes (Linn, 1994).

**CUADRO XIII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PROTEÍNA EN LAS FINCAS ANALIZADAS**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;F</b>
Finca	3	0.14	0.04	17.68	0.0001
Semana	7	0.10	0.01	5.33	0.0001
Finca*sem	21	0.07	0.00	1.35	0.1881
Error	51	0.14	0.00		
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>0.49</b>			

**Altamente significativo**

Fuente: El Autor

**CUADRO XIV. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE PROTEÍNA**

<b>Fincas</b>	<b>medias</b>	<b>Desviación stand.</b>
1	3.17	0.03
2	3.23	0.08
3	3.29	0.08
4	3.25	0.04

Fuente: El Autor

**CUADRO XV. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS SEMANAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE PROTEÍNA**

Semanas	Medias	Desviación stand.
1	3.25	0.08
2	3.18	0.04
3	3.19	0.07
4	3.21	0.06
5	3.28	0.08
6	3.27	0.08
7	3.24	0.06
8	3.28	0.05

Fuente: El Autor

#### 4.4.4. Lactosa

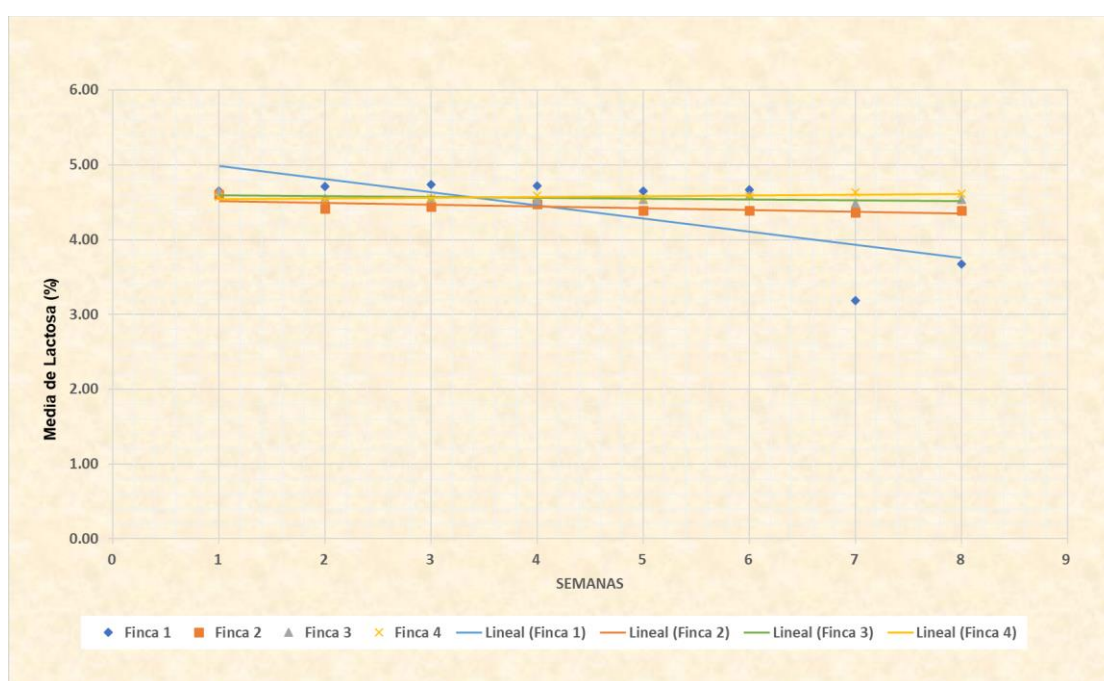
En el análisis de la variable lactosa se observó un efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) para finca y semanas analizadas tal como se muestra en el cuadro XVI, se evidencio una alta significancia en la interacción finca\*semana como se muestra en la gráfica 7 en donde en la semana 4 interactúan las 4 fincas muestreadas. las fincas 2, 3 y 4 aumentaron el contenido de sólidos en el tiempo sin embargo la finca 1 disminuyó. La finca que presentó la media más alta en la variable lactosa fue la finca 4 con 4.58% tal cual se muestra en el cuadro XVII para el efecto semana la cuarta semana presentó una media de 4.57% como se muestra en el cuadro XVIII y la media más baja la presentó la finca 1 presentó una media de 4.36 como lo muestra el cuadro XVIII para el efecto semana la séptima presentó 4.14% como lo presentó el cuadro XVIII, la lactosa se le conoce como el azúcar de la leche.

**CUADRO XVI. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LACTOSA EN LAS FINCAS ANALIZADAS**

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F**
Finca	3	0.54	0.18	35.76	0.0001
Semana	7	1.87	0.26	52.49	0.0001
Finca*sem	21	5.00	0.23	46.71	0.0001
Error	51	0.26	0.00		
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>7.83</b>			

**\*\*Altamente Significativo**

Fuente: El Autor



**Gráfica 7. Interacción de finca por semana de medias de la variable lactosa en porcentaje.**

Fuente: El Autor

**CUADRO XVII. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE LACTOSA**

FINCAS	MEDIAS	DESVIACIÓN STAND.
1	4.36	0.60
2	4.44	0.08
3	4.54	0.09
4	4.58	0.05

Fuente: El Autor

**CUADRO XVIII. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS SEMANAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE LACTOSA**

<b>Semanas</b>	<b>Medias</b>	<b>Desviación stand.</b>
1	4.61	0.05
2	4.57	0.13
3	4.55	0.11
4	4.57	0.10
5	4.53	0.14
6	4.55	0.11
7	4.14	0.62
8	4.34	0.36

**Fuente: El Autor**

#### **4.4.5. Conteo de bacteria**

En el análisis de la variable ufc/ml se observó un efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) para las fincas analizadas tal como se muestra en el cuadro XIX Analizando la última columna  $Pr > F$ , que corresponde al valor P de la prueba de significancia de cada factor, obtenemos que la Fincas\*sem es 0.2219 no es significativo ( $P < 0.05$ ), es decir los dos factores producen efecto o influencia con el número de conteo de bacteria.

. La finca que presentó la media más alta en la variable ufc/ml fue la finca 2 tal cual se muestra en el cuadro XX para el efecto semana la tercera semana fue la que presentó la media más alta como se muestra en el cuadro XXI y la media más baja la presentó la Finca 3 como lo muestra el cuadro XXI para el efecto semana la cuarta presentó la media más baja como lo presentó el cuadro XXI.

El conocimiento del contenido y tipo de bacteria presente en la leche es de gran importancia para el control de calidad, dado a que un conteo elevado puede indicar: leche vieja, refrigeración inadecuada, métodos no higiénicos de producción, manipulación y procesamiento, siendo que una leche con un conteo elevado de bacterias es muy probable que sea perjudicial para la salud pública, sin embargo, la leche siempre tendrá una carga microbiana, representada principalmente por bacterias lácticas las cuales no representan ningún riesgo para la salud del consumidor (CHAPAVAL y PIEKARSKI, 2000).

**CUADRO XIX. ANÁLISIS DE VARIANZA DE BACTERIA UFC/ml EN LAS FINCAS ANALIZADAS**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;F</b>
Finca	3	176057250047	58685750016	15.23	0.0001
Semana	7	38011657125	5430236732.1	1.41	0.2219
Finca*sem	21	122570642255	5836697250.2	1.52	0.1140
Error	51	196459133333	3852139869.3		
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>528922650602</b>			

Fuente: El Autor

**CUADRO XX. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE DE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE BACTERIA UFC/ml.**

<b>Fincas</b>	<b>Medias</b>	<b>Desviación stand.</b>
1	59300.00	64264.33
2	148050.00	106666.95
3	47272.72	52292.38
4	26619.04	9723.56

Fuente: El Autor

**CUADRO XXI. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS SEMANAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE BACTERIA UFC/ML**

Semanas	Medias	Desviación stand.
1	80300.00	80786.48
2	63000.00	66979.26
3	89555.55	101703.13
4	28333.33	24979.03
5	72444.44	95644.01
6	99222.22	110280.07
7	66818.18	78770.32
8	80200.00	85586.60

Fuente: El Autor

**CUADRO XXII. CORRELACIÓN DE VARIABLES EVALUADAS**

	Grasa	Sólido	Proteína	Lactosa	Bacteria ufc/ml
<b>Grasa</b>	1.00000 83	0.94705 <.0001 83	0.37456 0.0005 82	-0.30251 0.0054 83	0.04664 0.6754 83
<b>Sólido</b>		1.00000 83	0.49994 .0001 82	-0.22455 0.0413 83	-0.06571 0.5550 83
<b>Proteína</b>			1.00000 82	0.06535 0.5597 82	0.06669 0.5550 83
<b>Lactosa</b>				1.00000 83	-0.07937 0.4757 83
<b>Micro</b>					1.00000 83

La matriz de correlación indico que la variable con mayor relación fue grasa y sólidos (0.94) como se puede demostrar en el cuadro XXII; además el contenido

de bacterias por ml de leche indico que no se relacionó con ninguna de las variables de características tales como grasa, sólidos, proteína y lactosa ya que presentaron un nivel de correlación bajo. Los sólidos totales es la suma de los componentes, lactosa, grasa, proteínas. Por lo que una disminución en alguno de estos constituyentes puede influenciar el contenido total de los sólidos. En general podemos decir que el factor que más influencia tiene en el porcentaje de sólidos totales en la leche es el porcentaje de grasa, al ser el componente más variable que tiene la leche Chura, (2006).

#### **4.5. COMPORTAMIENTO DEL CONTEO DE BACTERIA AL IMPLEMENTAR LAS BUENAS PRÁCTICAS EN FINCAS CON ALTO CONTEO DE BACTERIA**

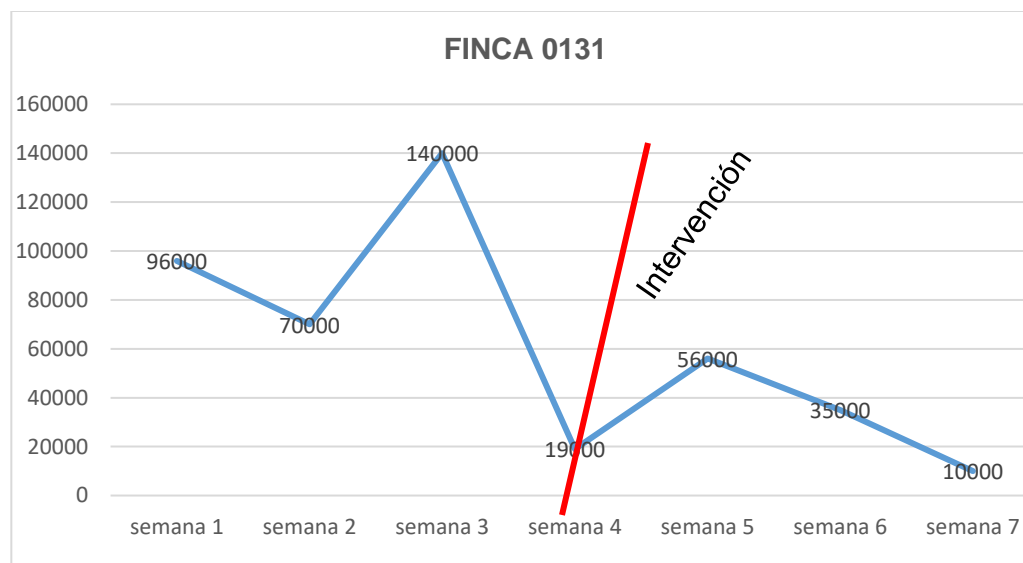
**CUADRO XXIII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE COMPORTAMIENTO DE FINCA 1 DE ALTO CONTEO DE BACTERIA**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;F</b>
Sem	1	15849.79	15849.79887	3.58	0.1170
Error	5	22131.09	4426.21		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>37980.89</b>			

Fuente: El Autor

Analizando la última columna Pr>F, que corresponde al valor P de la prueba de significancia de cada factor, obtenemos que la sem es significativo ( $P < 0.05$ ), es decir los dos factores producen efecto o influencia con el número de conteo de bacteria.





**Gráfica 8. Comportamiento de bacteria mediante la intervención con la Guía de Buenas Prácticas en la finca 0131**

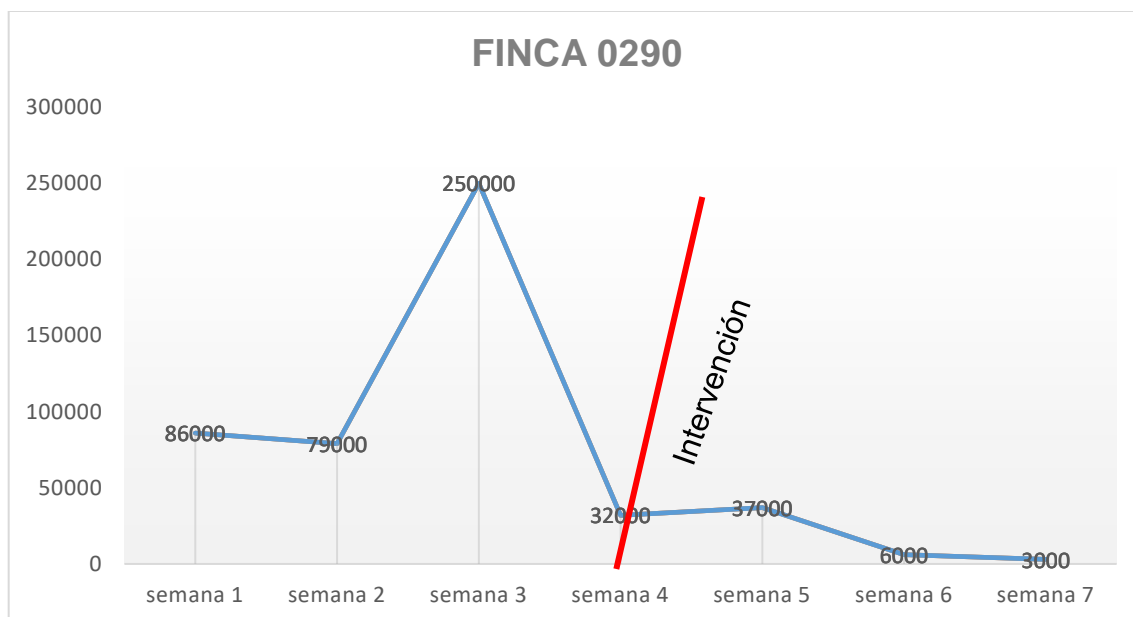
Fuente: El Autor

El comportamiento de bacteria mediante la intervención con la Guía de Buenas Prácticas en la finca 0131, se observa en la Gráfica 5. En la primera semana había un promedio de 96000, la segunda semana disminuyó al 70000, para la tercera semana se duplican alcanzando el 140000, la cuarta semana baja alcanzando un 19000, la 5 semana sube a 56000, la 6 semana disminuye a 35000 y en la séptima semana evaluada disminuyó al 10000, siendo muy positiva la intervención con la Guía al disminuir en un 90% el conteo de bacteria sobre el valor inicial.

**CUADRO XXIV. ANÁLISIS DE VARIANZA DE COMPORTAMIENTO DE FINCA 2 DE ALTO CONTEO DE BACTERIA**

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Sem	1	42310.41596	42310.41596	28.29	0.0031
Error	5	7478.36077	1495.67215		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>49788.77673</b>			

Fuente: El Autor



**Gráfica 9. Comportamiento de bacteria mediante la intervención con la Guía de Buenas Prácticas en la Finca 0290**

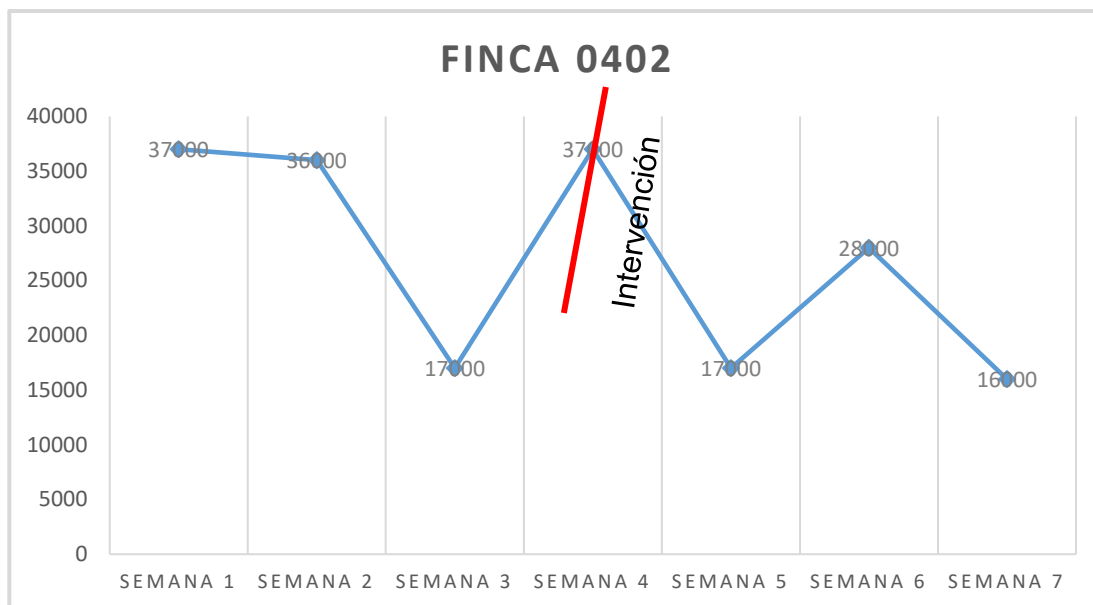
Fuente: El Autor

El comportamiento de bacteria mediante la intervención con la Guía de Buenas Prácticas en la finca 0290, se observa en la Gráfica 6. En la primera semana había un promedio de 86000, la segunda semana disminuyó al 79000, para la tercera semana sube alcanzando el 250000, la cuarta semana baja a 32000, la 5 semana sube a 37000, la 6 semana disminuye a 6000 y en la séptima semana evaluada disminuyó al 3600, igual en esta finca es muy positiva la intervención con la Guía al disminuir el conteo de bacteria en un 97% sobre el valor inicial.

**CUADRO XXV: ANÁLISIS DE VARIANZA DE COMPORTAMIENTO DE FINCA 3 DE ALTO CONTEO DE BACTERIA**

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Sem	1	2098.448337	2098.448337	2.76	0.1574
Error	5	3798.513036	759.702607		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>5896.961373</b>			

Fuente: El Autor



**Gráfica 10. Comportamiento de bacteria mediante la intervención con la Guía de Buenas Prácticas en la Finca 0402**  
Fuente: El Autor

El comportamiento de bacteria mediante la intervención con la Guía de Buenas Prácticas en la finca 0402, se observa en la Gráfica 7. En la primera semana había un promedio de 37000, la segunda semana disminuyó al 36000, para la tercera semana baja al 17000, la cuarta semana sube alcanzando un 37000, la 5 semana disminuye a 17000, la 6 semana sube a 28000 y en la séptima semana evaluada disminuyó al 16000, siendo muy positiva la intervención con la Guía al reflejarse una disminución de bacteria del 57% sobre el valor inicial.

Al analizar el comportamiento de estas tres fincas se puede decir que ha sido positivo el uso del Manual de Buenas Prácticas ya que las tres lograron disminuir el conteo de bacteria al hacer un manejo adecuado a la hora del ordeño.

**CUADRO XXVI: ECUACIÓN DE REGRESIÓN DE LAS FINCAS CON INTERVENCIÓN DE LA GUIA DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO.**

$F1 = Y = -0,10 (X) + 4.92$
$F2 = Y = -0,23 (X) + 5.28$
$F3 = Y = -0,04 (X) + 4.58$

Fuente: El Autor

En el análisis de la regresión relacionada con el comportamiento del conteo de bacteria se pudo observar en el cuadro que de las tres fincas utilizadas para el análisis de intervención a través de la implementación de las guías de buenas prácticas de ordeño la finca 2 fue la que presento la mejor disminución de las bacterias en tiempo demostrado por la ecuación de regresión lineal descrita en el cuadro XXVI.

## CONCLUSIONES

1. La composición de la leche en finca de alto conteo de unidades formadoras de colonia, vario en cuanto a los parámetros de porcentajes de proteínas, grasa, sólidos totales, lactosa.
2. Los factores de rutina de ordeño y limpieza del equipo son los principales influentes sobre la calidad de leche en fincas agrupadas según el conteo de bacteria.
3. La grasa y sólidos totales son los que tuvieron una alta relación. Sin embargo, el conteo de bacteria/ml no se relacionaron con la composición de la leche.
4. Se logró disminuir el contenido de bacteria/ml en un 97% lo que nos demuestra que después de haber implementado la buena práctica de ordeño nos genera cambios significativos en la mejora de conteo de bacteria de la leche.

## RECOMENDACIONES

- ✍ Es necesario implementar protocolos de trabajo en diferentes áreas de las lecherías como la rutina de ordeño, terapia de secado y lavado de los equipos de ordeño, encaminados a mejorar uno de los indicadores de calidad en la leche y también a disminuir la incidencia de las bacterias.
- ✍ Se recomienda realizar análisis microbiológicos periódicos de las aguas empleadas para el lavado de los equipos.
- ✍ Es necesario que, en las lecherías de la provincia de Chiriquí, que proveen leche a la empresa Nevada, se implemente un proceso de capacitación o formación con propietarios y encargados de realizar los ordeños, encaminado a controlar todos los factores de riesgo que puedan ocasionar mastitis y contaminaciones en la leche, incluyendo un estricto seguimiento a los indicadores higiénicos y sanitarios de la calidad de leche. Además, implementar una escuela para la formación y desarrollo adecuado de ordeñadores con el sentido de crear la vocación de ordeño.
- ✍ Que el Manual de Buenas Prácticas en ordeño sea adecuado por la Empresa Nevada para que todos los proveedores de leche lo apliquen en sus fincas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, V.; Rivadeneira, A. (2008) Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha. Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ciencias Agropecuarias. Tesis (Título de Ingeniero Agropecuario).
- Agroleche, 2006. Factores que afectan la producción y composición de la leche. (En línea). Consultado 16 de marzo 2018. Disponible en: [vaca.agro.uncor.edu/~pleche/Teóricos/FACTores.pdf](http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/Teóricos/FACTores.pdf). 24 páginas.
- Akers, R.M. 2006. Major advances associated with hormone and growth factor regulation of mammary growth and lactation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:1222-1234.
- Almaguer Pérez, Y. Departamento de Sanidad Animal. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Granma. Ministerio de Educación Superior. Cuba. Email de contacto: [yamalguer@udg.co.cu](mailto:yamalguer@udg.co.cu)
- Andrade, R. J., Carvajal, Z. E. C., & Baez, A. E. D. 2014. Prevalencia de mastitis subclínica bovina y su etiología infecciosa en fincas lecheras del altiplano boyacense (Colombia). *Revista Científica*, 24(4).
- Andrés, R.; Novoa, B., 1983. Aspectos nutricionales en la producción de leche. 2ªEd. Editorial Turrialba, Costa Rica. 7-14 p.
- Andrés, R.; Novoa, B., 1983. Salud animal, manejo y administración en sistemas de producción de leche. 2ªEd. Editorial Turrialba, Costa Rica. 7-11p.
- ARA. 2006. Selección para mastitis clínica y conteo de células Somáticas. Disponible en: [http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du\\_613.es.pdf](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du_613.es.pdf)

- Batista, Juan R. 2012. Células somáticas y su importancia en la Producción de leche. *Cooleche y su gente* (38): 8.
- Bianca, W. 1965. Reviews of the progress of dairy science. *Dairy Res.* 32:291–345.
- BINES, J.A. 1982. Factors affecting milk composition. *Span.* 25 (2): 59-61.
- Blasco, A. 2004. Proc. XIV International Course on Animal Genetic Improvement. Universidad Politécnica de Valencia. Spain.
- Bouman, D.E.; Mather, I.H.; Wall, R.J. and Lock, A.L. 2006. Major advances associated with the biosynthesis of milk. *J Dairy Sci*, 89: 1235- 1243.
- Bramley, A.J. 2001. The role of hygiene in preventing intramammary infection. En: *Mastitis Control and Herd Management*, A.J.Bramley, F.H.Dodd and T.K.Griffin eds., *NIRD Tech. Bull.* 4, 53-66.
- Briñez, W.; Molero, E.; Villalobos, C.; Montiel, N.; Valbuena, E.; Castro, G.; Urdaneta, S. 2000. Parámetros de Calidad y Géneros Bacterianos más Frecuentes en Leche Cruda en el Municipio de Mara, Estado Zulia. *Rev. Científica de Veterinaria.* 4: 346-352.Venezuela.
- Brody, S. 1945. *Biogenetics and growth*. Reinhold Publishing Corporation. New York. 1023 pp.
- Brotherstone, S., Thompson, R., White, I.M.S. 2004. Effects of pregnancy on daily milk yield of Holstein-Friesian dairy cattle. *Liv. Prod. Sci.* 87:265-269.
- Brown, M.A.; Brown, H, JR. 2002. Relationship of mil yield and quality to preweaning gain of calves from Angus, Brahman and reciprocal-cross cows on different forage systems. *J Anim Sci.* 80:2522-2527.
- Calderón A., García F., Martínez G. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Rev MVZ Córdoba.* 11 (1): 725-37.



- Calderón, A., & Rodríguez, V. C. 2009. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (Colombian journal of animal science and veterinary medicine)*, 21(4), 582-589.
- Calderón, A., Rodríguez, V., Arrieta, G., Martínez, N., & Vergara, O. 2012. Calidad fisicoquímica y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en Montería (Córdoba). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), 399-407.
- Callejo A., (2008). Control de las instalaciones de ordeño mecánico. *Frisona española* N° 164, pags. 86-90. Madrid.
- Casado, P.; J. A. García. 1982. La calidad de la leche. Factores que influyen sobre la composición de la leche. *Ind. Lácteas Españolas*. 44: 79-84.
- Casado, P.; J. A. García. 2005. La calidad de la leche. Factores que influyen en la calidad de la leche: el ordeño. *Ind. Lácteas Españolas*. 44: 79-84.
- Casado, P; J. A. García. 2003. La calidad de la leche y los factores que la influyen. *Ind. Lácteas Españolas*, 81 (Supl.): 1-300.
- Castle M y Watkins P. 2001. *Producción Lechera Moderna*. Editorial Acribia S. A. España. P. 155- 169.
- Concepción, Y. S. 2012. Evaluación química y bacteriológica de la leche grado A de proveedores de industrias lácteas S, A. tesis. F.C.A. Universidad de Panamá. 82-84.
- Contraloría General de la República de Panamá. 2016. *Censo Agropecuario. Población Ganadera*. Panamá.
- Coronel, O.; Bazán, M.; López, M. 2011. Diagnóstico de bacteria y prevalencia de la mastitis en vacas cebú en selva alta Satipo. In: XXXIV Reunión Científica

de la Asociación Peruana de Producción Animal - APPA, 2011, Perú. Memoria... Universidad Nacional de Trujillo.

De Laval. 2009. Revisión: Calidad Higiénica de la leche en Rutinas de Ordeño. Disponible en la URL: <http://www.DeLaval.com.ar/About-thiswebsite/Noticias-de-DeLaval/REVISION-DeLaval-Calidad-Higienicade-la-leche-en-Rutinas-de-Ordeno/> 07/10/2019.

DePeters, E.J.; J.D. Ferguson. 2012. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. J. Dairy Sci. 75 (11): 3192-3209.

Determinación de la calidad microbiológica de la leche. 2009. Consultado 12 de marzo 2018. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-leche-produccion-lactea/determinacion-microbiologica-leche>.

Díaz R. R. 2005. Buenas prácticas al ordeño y calidad de leche. Dirección General de Promoción Agraria. Disponible en: [www.infolactea.com /descargas / biblioteca/98.pdf](http://www.infolactea.com/descargas/biblioteca/98.pdf).

Echeverri J. 2006. Bufalometría de butoretas, en la Hacienda la Suiza, de propiedad el Fondo Ganadero del Centro, localizada en el Magdalena medio antioqueño. 2006. Tesis (Ing. Agr.) - Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE, Corrientes.

Ecured. 2012. Leche (en línea). Consultado: 6 de abril de 2018. Disponible en: [www.ecured.cu](http://www.ecured.cu).

Espinoza, S. M., & Mier, J. J. 2013. Determinación de la prevalencia de mastitis mediante la prueba California mastitis test e identificación y antibiograma del agente causal en ganaderías lecheras del Cantón el Chaco, provincia del Napo.

FAO.; 2011. Codex alimentarius: leche y productos lácteos. FAO, Segunda edición. Roma.

- FAO.; FIL. 2012. Guía de buenas prácticas explotaciones lecheras. Directrices FAO: Producción y Sanidad Animal. FAO, N° 8. Roma.
- Fernández, M.A.L.; Martínez, B.L.; Paredes, M.L.F.; Quispe, S.G.G.; Pareja, L.J.C.; Moore, L.J.; Pérez, C.L.M.; Lázaro, O.C.E.; Palomino, C.W. 2010. Tecnología productiva de lácteos. Calidad de leche. Solid OPD. Perú.
- Gacula, M.C.; S.N. Gaunt; R.A. Damon, Jr. 2005. Estimates of age effect on milk composition. *J. Dairy Sci.* 48 (7): 803.
- Gacula, M.C.; S.N. Gaunt; R.A. Damon, Jr. 1968a. Genetic and environmental parameters of milk constituents for five breeds. I. Effects of herd, year, season, and age of the cow. *J. Dairy Sci.* 51 (3): 428-437.
- Gacula, M.C.; S.N. Gaunt; R.A. Damon, Jr. 1968b. Genetic and environmental parameters of milk constituents for five breeds. II. Some genetic parameters. *J. Dairy Sci.* 51 (3): 438-444.
- Galton, D.M., L.G. Petersson, W.G. Merrill, D.K. Bandler, D.E. Schuster. 2004. Effect of pre-milking udder preparation on bacterial population, sediment and iodine in milk. *J. Dairy Sci.* 67, 2580-2589.
- González de la Cruz, EG. 2012. Correlación de los métodos california mastitis test (CMT), conductividad eléctrica (CE) y conteo de células somáticas (CCS). Tesis para obtención de Título de ingeniero agropecuario. Cayambe, ECU. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. P 45. (en línea). Consultado 3 abril 2019. Disponible en <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3730/6/UPS-YT00136.pdf>
- Gonzales Chávez, P. 2015. Buenas Prácticas de Ordeño. Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-15595 JPG Corporación S.A.C. Jr. Chancay N° 376.
- Grupo Latino Ltda 2007. Volvamos Al Campo. Manual del Ganadero actual. Tomo 1. Grupo Latino, Ltda.

- Hafez, E.S.E. 2014, Reproducción e inseminación artificial en animales. 4 ed. México: Interamericana.
- Herrera, & Barrera. 2001. Manual de procedimiento: análisis estadísticos de experimentos pecuarios. Programa SAS.
- Jenkins, T.C., MA McGuire, M.A. 2006. Major advances in nutrition Impact on milk composition. J. Dairy Sci. 89: 1302-1310.
- Jonson, A., 2003. La Leche de calidad y una Rutina de Ordeño Adecuada, Revista de PROLEC. Federación Española de Empresarios.
- Kruze, J. 2008. Esquemas de pago por calidad en Chile y su impacto sobre la calidad higiénica de la leche. En: Segunda jornada CONAMASCAL: Control de Mastitis y Calidad de Leche. Osorno, Chile. Abril 1998. pp 29-47.
- Lamond, D.R.; Holmes, J.H.G.; Haydock, K.P. 1969. Estimation of yield and composition of milk produced by grazing beef cows. J Anim Sci. 29:606-611.
- Latrille, L. 2001. El valor nutritivo de la leche bovina y factores que alteran su composición. Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción Animal (B-17):27-56.
- Leslie, K. 2002. Recuento de células somáticas como indicador de la Mastitis. En: Manejo del hato lechero: Una revisión comprensiva del control de la mastitis. The Upjohn Company (ed.). Kalamazoo, Michigan, EE.UU. de A. pp. 8-10.
- Lesser, A. R. (1999). Instalaciones y Equipos de ordeño. 1° ed. Edit. Hemisferio Sur.
- Martínez, G. R. 2010. Comportamiento de la mastitis bovina y su impacto económico en algunos hatos de la Sabana de Bogotá, Colombia. Revista Medicina Veterinaria, (12), 35- 55.

- Mazo Velásquez, R. 2012. Mastitis bovina un problema en el campo. (en línea). Consultado 15 jun. 2019. Disponible en <http://mazovelasquezenelcampo.blogspot.com/2012/09/mastitis.html>
- Me Daniel, B.T.; R.H. Miller; E.L. Corley. 1967. Sources of variation in ratios of total to part yield. J. Dairy Sci. 50 (12): 1917-1924.
- Margariños H. 2001. Producción Higiénica De La Leche Cruda. Una Guía Para La Pequeña Y Mediana Empresa. 1ª Ed. Guatemala, Guatemala: Producción Y Servicios Incorporados S.A.
- Medina, R. J. J. 2002. Prevalencia e identificación de agentes estiológicos causantes de mastitis en el Municipio de Vista Hermosa, Michoacán. (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México 39-41 y 83.
- MIDA, 2007. Plan estratégico para el desarrollo del sector lechero (en línea). Consultado 5 marzo de 2018. Disponible en: <https://www.mida.gob.pa/upload/documentos/plan-nacional-de-leche%5B1%5D.pdf>
- Nascimento, G.G.F.; Maestro, V.; Campos, M.S.P. 2001 Ocorrências de reíduos de antibióticos no leite comercializado em Piracicaba, São Paulo, Brasil. Revista de Nutricao/Brazilian Journal of nutrition 14(2):119-124.
- Novoa, R.; Armenteors, M.; Abeledo, M.A.; Casanovas, E.; Valera, R.; Caballero, C.; Pulido, J. 2005. Factores de riesgo asociados a la prevalencia de mastitis clínica y subclínica. Salud Anim (Cuba). 27 (2):84-88.
- Olivera A.M. 2007. Buenas prácticas de producción primaria de leche: contexto socio económico, morfofisiológico, sanitario y normativo. Medellín: Biogenesis.

- Packard, V.S. 2004. The components of milk: some factors to consider in component pricing plans. *Dairy and Food sanitation*. 4 (9): 336-347.
- Pedraza, C; Mansilla, A; Agüero, H. 1999. Cambios en la producción y composición láctea por efecto del incremento de células somáticas en la leche de vacas. Consultado 7 de marzo de 2018. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S036528072000000300005&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S036528072000000300005&script=sci_arttext)
- Pérez, C.; Vásquez, D.; 1999. Procedimientos para laboratorio para bacteriología y micología veterinarias. México. p. 27- 35
- Philpot, W., Nickerson, O. 2000. Mastitis: Counter attack, a strategy to combat mastitis. Babson Bros. Co. (ed.). Naperville, Illinois, EE.UU. de A. pp. 3-7.
- Ramírez, N., Gaviria, G., Arroyave, O., Sierra, B., & Benjumea, J. 2009. Prevalencia de mastitis en vacas lecheras lactantes en el municipio de San Pedro de los Milagros, Antioquia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (Colombian journal of animal science and veterinary medicine)*, 14(1), 76-87.
- Rathore, A. K. 2001. Influence of age on milk and milk constituents and their relationships on lactating cows. *Aust. J. Dairy Technol.* 25 (2): 106-108.
- Revelli, G. R., Sbodio, O. A., & Tercero, E. J. 2011. Estudio y evolución de la calidad de leche cruda en tambos de la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, Argentina (1993-2009). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 37(2), 128-139.
- Revilla, A. 1995. *Tecnología de la Leche*. IICA. Costa Rica. 404 p.
- Robert, L. (2007). La calidad de la leche. <http://www.inti.gov.ar/lacteos/pdf/ROBERT/1.pdf> [Consultado: enero de 2019],

- Rodríguez M, 2008. El ordeño y su rutina, consultado en línea el 8 de abril del 2018, disponible en: [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/16\\_20\\_02\\_tema\\_9chico2](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/16_20_02_tema_9chico2)
- Rogers, G.L.; J.A. Stewart. 2002. The effects of some nutritional and non nutritional factors on milk protein concentration and yield. *Aust. J. Dairy Technol.* 37(1): 26-32.
- Saran, 1995. Disinfection in the dairy parlour. *Rev.sci.tech.Off.int.Epiz.* 14, 207-224.
- Schilimme, E., Buchheim, W. 2002. La leche y sus componentes. Propiedades químicas y físicas. Acribia S.A. Zaragoza España.
- Schmidt, G.H. 2015. Biología de la lactación. Zaragoza: Acribia.
- Sears, P.M. 1992. Manejo del hato lechero: Una revisión comprensiva del control de la mastitis. The Upjohn Company (ed.). Kalamazoo, Michigan, EE.UU. de A. pp. 2- 5.
- Silva, J. 2014. Metodología de la Investigación - Elementos Básicos. Editorial Colegial Bolivariana, Venezuela. 248 p.
- Sporni y Stunzi, 2007. Unión Ganadera de Jalisco. Composición de la leche. (En línea) Consultado 23 de marzo de 2018. Disponible en: [www.ugrij.org.mx](http://www.ugrij.org.mx).
- Valero-Leal, K., Valbuena, E., Chacón, F., Olivares, Y., Castro, G., & Briñez, W. 2010. Patógenos contagiosos y ambientales aislados de cuartos mamarios con mastitis subclínica de alto riesgo en tres fincas del estado Zulia. *Revista Científica*, 20(5), 498- 505.
- Vargas, T. 2001. Calidad de la leche: visión de la industria láctea. Fundación INLACA. [6 pantallas]. Disponible en: [http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/P297\\_CalidadLeche.pdf](http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/P297_CalidadLeche.pdf). Consultado: 12-12-2013.

- Vásquez (2008). Prevalencia y factores predisponentes a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo. *Revista CEDAMAZ*, 5(1), 12-22.
- Velasco-Bolaños, J., Cobo, C., Duque, P. C., Villa, N. A., Lasso, L., & Ceballos, A. 2014. Prevalencia y Factores de Riesgo para *Streptococcus agalactiae* en Tanques de Leche en el Departamento de Caldas, Colombia.
- Vishweshwar, K.; Krishnaiah, N. 2005. *Quality control of milk and processing*. Ed. Reddy, S. Andra, Pradesh, India.
- Wattiaux, M 1996 *La Máquina de Ordeño, Resumen Breve de lactancia y ordeño*. Instituto Babcock, para la investigación y desarrollo para la industria lechera, Universidad de Wisconsin, consultado en línea el 27 de marzo del 2018, disponible en: <http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/d>
- We, D., Bruckmaier, R.M. 2005. Optimization of individual prestimulation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88: 137-147.
- Wheelock, J.V. 1980. Influence of physiological factors on the yields and contents of milk constituents. *FIL/IDF (Fed. Int. Lee./ Int. Dairy Fed.) Bull. Document 125*. pp. 83-87.
- Wheelock, J.V.; J.A.F. Rook; F.K. Neave; F.H. Dood. 1966. *J. Dairy Res.* 33: 199. Citado por: Wheelock, J. V. 1980. Influence of physiological factors on the yields and contents of milk constituents. *FIL/IDF (Fed. Int. Lee./ Int. Dairy Fed.) Bull. Document 125*. pp. 83-87.
- Wikipedia, 2012. Tambo (lechería). (En línea). Consultado 11 de marzo 2018. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Tambo\\_\(lecher%C3%ADa\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Tambo_(lecher%C3%ADa)).
- Wilson, L.L.; Gillooly, J.E.; Rugh, M.C.; Thompson, C.E.; Purdy, H.R. 1989. Effects of energy intake, cow body size and calf sex on composition and yield of milk by Angus-Holstein cows and preweaning growth rate of progeny. *J Anim Sci.* 28:789-795.



Zúñiga Pacheco, DR. 2006. Plan Preventivo para mastitis. Monografía para obtención de Título de médico Veterinario Zootecnista. Cuenca, ECU. Universidad de buenos aires, Facultad de ciencias veterinarias. P 136. (en línea). Consultado 25 mayo 2019. Disponible en <http://cdjbv.ucuenca.edu.ec/ebooks/mv102.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO 1. ARREADO DE LAS VACAS TRANQUILO



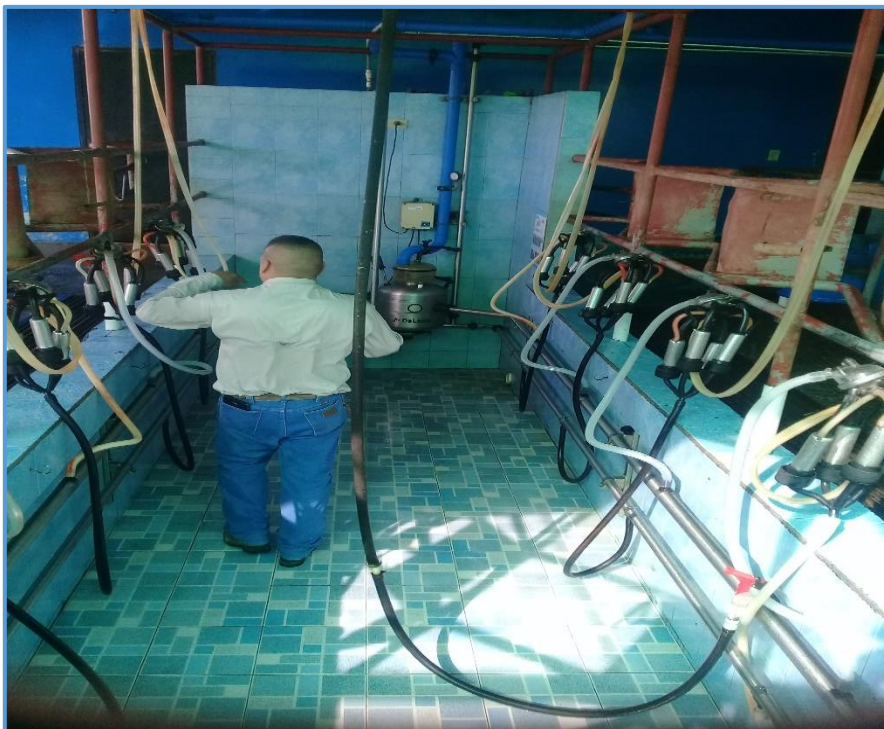
Fuente: El Autor

### ANEXO 2. SALA DE ESPERA PARA LOS ANIMALES DE ORDEÑO



Fuente: El Autor

### ANEXO 3. INFRAESTRUCTURA DE UNA SALA DE ORDEÑO



Fuente: El Autor

### ANEXO 4. DESINFECCIÓN DE LAS PEZONERAS



Fuente: El Autor

### ANEXO 5. UBRES SANAS Y LIMPIAS ANTES DEL ORDEÑO



Fuente: El Autor

### ANEXO 6. TANQUE DE ENFRIAMIENTO



Fuente: El Autor

**ANEXO 7. ENCUESTA REALIZADA A UN GRUPO DE PRODUCTORES DE LECHE GRADO A DE LA PROVEDORA DE LA EMPRESA NEVADA**

Nombre del Productor: \_\_\_\_\_

Nombre de la finca: \_\_\_\_\_

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_

Número de animales en ordeño: \_\_\_\_\_

Producción de leche vaca/día: \_\_\_\_\_

Producción de leche total por día: \_\_\_\_\_

1. ¿Tiene usted conocimiento sobre el concepto de calidad de leche?

Si

No

2. ¿Sus ordeñadores cuentan con un vestuario adecuado al momento de realizar la rutina de ordeño?

Si

No

¿Cuál? \_\_\_\_\_

3. ¿Cuántas unidades de ordeño tiene su lechería? \_\_\_\_\_

4. ¿Realiza usted el ordeño a la misma hora todos los días?

Si

No

5. ¿Cuándo los animales entran a la sala de ordeño observa material fecal adherido a la ubre?

Si

No

6. Con qué agua realiza usted el lavado de los pezones de las vacas?

a. Agua de río

b. Agua de pozo

c. Agua potable

d. Otros

¿Cuál? \_\_\_\_\_

7. ¿Cuándo lava la ubre solo lava el pezón o moja toda la glándula mamaria?

Si

No

8. Presella usted los pezones:

Si  No

¿Con que producto?

a. Agua clorinada

b. Agua yodada

c. Otros

¿Cuál? \_\_\_\_\_

9. ¿Seca los pezones?

Si  No

10 ¿Qué material utiliza para el secado de los pezones?

a. Papel toalla

b. Toallas de algodón

c. Otras

¿Cuál? \_\_\_\_\_

11. ¿Realiza usted el despunte antes de iniciar el ordeño?

Si  No

¿Con que frecuencia? \_\_\_\_\_

12. ¿La extracción de leche en el despunte se realiza en?

a. Piso

b. Mano

c. Jarro de fondo oscuro

13. ¿Se lava las manos durante el ordeño?

Si  No

14. ¿Ordeña animales con presencia de grumos, sangre, pus, otros?

Si  No

15. ¿Identifica las vacas con mastitis?

Si  No

¿Con qué? \_\_\_\_\_

16. ¿Realiza la prueba de mastitis?

Si  No

¿Con qué frecuencia? \_\_\_\_\_

17. ¿Antes de iniciar el ordeño desinfecta las pezoneras?

Si  No

18. ¿Realiza el pre-sellado y sellado de los pezones?

Si

No

¿Con qué producto? \_\_\_\_\_

19. ¿En el cambio de una vaca a otra después del ordeño desinfecta las pezoneras?

Si

No

¿Cómo? \_\_\_\_\_

20. ¿Qué recipiente utiliza para el sellado de los pezones?

\_\_\_\_\_

21. ¿Qué producto utiliza para la limpieza del equipo de ordeño?

\_\_\_\_\_

22. Durante la limpieza del equipo de ordeño, ¿A qué temperatura está el agua que utiliza para esta tarea?

\_\_\_\_\_

23. ¿Con que frecuencia le da el mantenimiento al equipo de ordeño?

\_\_\_\_\_

24. ¿Cada que tiempo realiza el cambio de las pezoneras del equipo de ordeño?

\_\_\_\_\_

25. Lava el tanque de enfriamiento de la leche

Si

No

¿Con qué frecuencia y con qué producto? \_\_\_\_\_

26. ¿Qué transporte utiliza para llevar la leche a la planta?

a. Privado

b. Empresa

27. ¿Cómo describiría la calidad de la leche que lleva a la planta?

a. Excelente

b. Buena

c. Regular

d. Mala

28. ¿Cómo califica la bacteriología de la leche de su finca?

a. Excelente

b. Buena

c. Regular

d. Mala

28. ¿Cuánto tiempo demoran el lavado del equipo de Ordeño  
\_\_\_\_\_
29. ¿Utiliza el detergente adecuado alcalino y ácido para evitar suciedad en el equipo y cantidad de detergente? \_\_\_\_\_
30. ¿En qué tiempo realiza el cambio las mangueras de la unidad de ordeño (Cuántos ordeños)? \_\_\_\_\_
31. ¿Cuántos animales ordeña con la ayuda del equipo? \_\_\_\_\_
32. ¿Cuál es el criterio para el cambio para las pezoneras?  
\_\_\_\_\_
33. Índice de mastitis en la finca \_\_\_\_\_
34. ¿Cuánto tiempo demoran realizando el ordeño por día?  
\_\_\_\_\_ ¿y por vaca? \_\_\_\_\_
35. Volumen de agua utilizado en la limpieza \_\_\_\_\_
36. ¿Cada qué tiempo hace el mantenimiento del equipo de ordeño? \_\_\_\_\_
37. ¿Cada qué tiempo cambia sus pezoneras? \_\_\_\_\_
38. Tipo de pezonera por material  
Hule   
silicona   
otros
39. ¿En qué condiciones se encuentran las mangueras en su equipo de ordeño?  
Transparente   
Blanca   
Amarilla



## ANEXO 8. GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO

### Buenas practica antes del ordeño

1. Limpieza de la sala de ordeño
2. Arreado de las vacas
3. Horario fijo de ordeño
4. Lavado de las manos del ordeñador
5. Retirar el ácido que queda en el tanque del ordeño anterior
6. Enjuague con cloro al 12%
7. Revisión de Puntos en las máquinas de ordeño
8. Vacuómetro que indique el nivel de vacío correcto.
9. Regulador de vacío suene continuamente como sonido “shuu”.
10. Pulsador cuente las pulsaciones y suene correctamente.
11. Mangueras y tubos no estén deteriorados y no haya escape de aire

### Buenas prácticas durante el ordeño

1. **Inspección:** Revisar la vaca, la ubre y el pezón, buscando marcas, lesiones o algún signo.
2. **Limpieza:** Eliminar manualmente los excesos de estiércol seco o húmedo.
3. **Despunte: Eliminación y examen de primeros chorros** Eliminar el primer chorro de leche para desechar bacterias, y examinar la leche con este procedimiento se puede detectar anomalía de la leche, como grumos, pus (mastitis clínica), sangre y además se pueden disminuir la cantidad de bacterias en los pezones.

4. **Presello** Puede usarse para sustituir el agua y humedecer y remover partículas sólidas adheridas al pezón. Debe dejarse actuar mínimo 10 segundos.
5. **Lavado y desinfectado de manos** Se lavan las manos con jabón y luego se desinfectan al inicio del ordeño y cada vez que se ensucien. Se recomienda usar guantes de goma.
6. **Colocación y alineamiento de pezoneras** Se colocan las pezoneras alrededor de 1 minuto después de eliminar los primeros chorros. Al colocar las pezoneras, se doblan los tubos de éstas para que no entre aire. Además, las pezoneras tienen que ser colocadas sin doblar. Ajuste, por si cae o se afloja para evitar fuga de vacío y reflujo de leche.
7. **Retiro de pezoneras** Antes de retirar las pezoneras, hay que cortar el vacío. No debe hacerse apoyo. Oportuno para evitar sobre ordeño, evitar pesas para escurrido y cerrar la fuente de vacío antes de retirar la unidad.
8. **Sellado de los pezones** Aplicar sellador para proteger la piel de la resequedad y proveer de una barrera de protección contra bacterias ya que la medio de cultivo excelente.

Hacer el sellado inmediatamente después de retirar las pezoneras, Se realiza sumergiendo todo el pezón en una solución desinfectante (sellador de pezones).

Después del sellado procurar que las vacas estén paradas por lo menos 30 minutos, para lograr esto se debe brindar alimento después del ordeño

**Buenas prácticas después del ordeño**

1. Lavado del equipo de ordeño 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.
2. Hacer un enjuague inicial con agua fría para eliminar los residuos de la leche.
3. Lavado con agua tibia y detergente alcalino a la dosis y temperatura recomendada por el fabricante.
4. Enjuague final con agua fría para eliminar los residuos de detergente.
5. Sanitizado con agua fría más cloro, antes del siguiente ordeño a 200 ppm de cloro disponible, sin enjuague posterior.
6. Lavado ácido con agua tibia o fría, a la dosis y temperatura recomendada por el fabricante.
7. Limpieza de la sala de ordeño
8. Registro de producción de leche