

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

**ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN TÉCNICA Y OPERATIVA DE LOS  
EQUIPOS DE ORDEÑO EN 12 FINCAS LECHERAS EN LA  
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ**

**PRESENTADO POR:**

**JONATHAN GAITAN ARAÚZ**  
**4-782-312**

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

**2016**

**ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN TÉCNICA Y OPERATIVA DE LOS  
EQUIPOS DE ORDEÑO EN 12 FINCAS LECHERAS EN LA  
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO 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 AGROPECUARIAS**

**APROBADO:**

**DIRECTOR: ING. ARTURO FUENTES MSc. \_\_\_\_\_**

**MIEMBRO ING. EDIL E. ARAÚZ MSc. \_\_\_\_\_**

**MIEMBRO ING. RUBÉN D. RÍOS E. MSc. \_\_\_\_\_**

**DAVID, CHIRIQUÍ**

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2016**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecerle a Dios padre, todopoderoso por haberme permitido realizar este trabajo de investigación y otorgarme paciencia, sabiduría, prudencia y fortaleza en los momentos que más lo necesitaba.

Gracias al Ing. Manuel Ureña por ayudarme en la logística del equipo a utilizar y por la valiosa información brindada, al Departamento de Transferencia de Tecnología de la Cooperativa de Productores de Leche (COOLECHE), quienes fueron el contacto con los dueños de las fincas para la realización de este trabajo, a todos ellos mi más profundo agradecimiento.

A mi Abuelo Catalino Araúz (Q.E.P.D) por motivarme a estudiar y decirme *que “los sueños se cumplen gracias a la constancia y al empeño que se pone en lograr tus objetivos”*.

A mi madre Mireya Araúz por el apoyo brindado y los valiosos consejos para poder cumplir esta etapa de mi vida. A todos aquellos compañeros que me decían *“te falta poco Chiquitín”* y ya *“te falta menos”*.

A toda la familia que me ayudó brindándome su apoyo.

A mi abuela, Sofía Vega de Araúz quien siempre me decía *“mijo cuánto le falta de la Universidad”*, porque no quería estar tan sola en Volcán.

A los profesores Arturo Fuentes MSc, Edil Araúz MSc, Rubén Ríos MSc por todo el apoyo brindado en este proceso de aprendizaje y los atinados consejos en el momento que los necesite.

*Jonathan Gaitán*

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicarle este trabajo a Dios por permitirme realizarlo y a mi familia, quienes me ayudaron cuando más lo necesitaba.

A mi madre Mireya Araúz quien me ha brindado su comprensión, cariño y haberme infundado el deseo de superación para alcanzar mis metas, por haber confiado en mí y ayudarme en esta etapa de mi vida.

A mi Abuelo Catalino Araúz (Q.E.P.D), quien me motivó a estudiar y saber que las metas se logran con esfuerzo y dedicación y siempre anheló vernos a todos convertidos en grandes profesionales formados en valores.

## **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN TÉCNICA Y OPERATIVA DE LOS EQUIPOS DE ORDEÑOS EN 12 FINCAS LECHERAS EN LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ**

**Jonathan Gaitan Araúz, 2015.** Análisis de la Situación Técnica y Operativa de los Equipos de Ordeño en 12 fincas lecheras en la Provincia de Chiriquí, Tesis Ing. Agrónomo Zootecnista. Chiriquí, Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

### **RESUMEN**

El correcto funcionamiento del equipo tiene una estrecha funcionalidad con la glándula mamaria de la vaca lechera. De ahí que llame la atención en lo referente al mantenimiento e instalación de su equipo. El presente trabajo de investigación se realizó en la cuenca lechera de la Provincia de Chiriquí, específicamente en el área de los sistemas intensivos de producción de leche, ubicado en dos pisos ecológicos <de 800 msnm y > 800 msnm. Para la realización de esta investigación fueron utilizadas 12 fincas de grado tecnológico especializado con las instalaciones e infraestructuras modernas y están asociadas a (COOLECHE R.L). El diseño experimental de esta investigación fue al azar, siendo las variables: promedio relación ordeño (PRO), promedio relación Masaje (PRM), promedio de pulsaciones del equipo (PPM) y Vacío del sistema (Kpa), tiempo de Ordeño y Limpieza del equipo de ordeño. Para realizar el presente estudio se realizó una encuesta a los productores seleccionados para conocer las características y el funcionamiento del equipo de ordeño de sus Fincas; por otro lado, se evaluó las diferencias que hay entre fincas con respecto a los parámetros establecidos. La principal problemática encontrada; en esta investigación fue el cambio de las pezoneras y la relación ordeño/masaje de los pulsadores. En los pulsadores se realizó un chequeo estático del equipo presentaron diferencias en cuanto a la relación ordeño/ masaje ( $P < 0.0001$ ), medias de Ordeño en fincas de 67.77-58.88 y Masaje de 32- 40 lo cual existe diferencia entre fincas, Las pulsaciones se encuentran en rango de 63 a 57 indicando que el equipo trabaja correctamente a los parámetros establecidos ; El Vacío del Sistema (Kpa), el cual varía por finca ( $P < 0.0001$ ) y puede afectar la condición del pezón y el tiempo de ordeño por animal. En cuanto a la limpieza del equipo, hubo variación con respecto a volumen y tiempo de lavado del equipo y la cantidad de detergente a usar, ya sea ácido o alcalino indicando las diferencias entre fincas ( $P < 0.0001$ ), va a depender del tamaño del equipo. El tiempo de ordeño por vaca está bien con respecto al rango por animal y si hay una diferencia entre fincas ( $P < 0.0001$ ); depende del número de unidades de ordeño y la cantidad de vacas. La situación técnica y operativa de los equipos de ordeño nos mostró que el principal problema es la relación ordeño/masaje en el equipo; y el tiempo de ordeño total en las fincas evaluadas.

Palabras Claves: Chequeo Estático, Pulsaciones, Relación Ordeño Masaje y Vacío del Sistema, Tiempo de ordeño por vaca, Limpieza del equipo de Ordeño, Pezoneras.

# ANALYSIS OF TECHNICAL AND OPERATIONAL SITUATION OF EQUIPMENT MILKINGS IN 12 DAIRY FARMS IN THE PROVINCE OF CHIRIQUI

Jonathan Gaitan Araúz 2015. ANALYSIS OF TECHNICAL AND OPERATIONAL SITUATION OF EQUIPMENT MILKINGS IN 12 DAIRY FARMS IN THE PROVINCE OF CHIRIQUI

## ASBTRACT

The correct operation of the equipment has a close functionality of the mammary gland of the dairy cow. Hence attracts attention regarding maintenance and installation of your equipment. This research was conducted in the dairy region of the province of Chiriquí, specifically in the area of intensive systems in milk production, located in two ecological zones <800 m and> 800 meters. In this research were used 12 farms specialized technological level with modern facilities and infrastructure and are associated with (COOLECHE R.L.). The experimental design of this research was completely random, with the variables: average milking ratio (PRO), Average ratio Massage (PRM), Average pulse equipment (PPM) and Vacuum System (KPA), Milking Time and cleaning milking equipment. To perform this study a survey was conducted by selecting producers to know the characteristics and operation of milking equipment on their farms, on the other hand differences between farms with regard to the established parameters was evaluated. The main problems encountered in this study were the change of the teat cups and the milking / massage switches relationship. In a static check pushers team presented differences in the milking / medium farms Milking in relation 67.77-58.88 massage (P <0.0001), and massage 32- 40 which there is difference between farms was conducted Keystrokes they are in range of 63-57 indicating that the equipment works properly established parameters; The Vacuum System (KPA) which varies per farm (P <0.0001) and this can affect teat condition and milking time per animal. As for cleaning the equipment there was variation regarding volume and time of washing equipment and the amount of detergent to use either acid and alkaline indicating the difference between farms (P <0.0001), will depend on the size of the team. Milking time per cow is well with respect to the range per animal and if there is a difference between farms (P <0.0001); It depends on the number of units and the number of milking cows. Technical and operational situation of milking equipment showed that the main problem is the milking / massage equipment ratio; and the total milking time on farms,evaluated.

Keywords: Checkup Static, Keystrokes, Relationship Milking Massage and Vacuum System, milking time per cow Milking Equipment Cleaning, teat cups.

## Índice de contenido

Contenido	Pág.
HOJA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTO.....	II
DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VII
INDICE DE CUADROS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	XVI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. General.....	7
1.4.2. Específico.....	7
1.5. Hipótesis.....	8
1.6. Alcances y limitaciones del estudio.....	9
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
2.1 Funcionamiento del equipo de ordeño.....	13
2.1.2 Rutina de ordeño.....	16
2.1.3 Limpieza y desinfección del equipo de ordeño y tanque de enfriamiento.....	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Sitio experimental.....	21
3.2. Sistema de producción.....	22
3.3. Unidades experimentales.....	22
3.4. Método de muestreo.....	22
3.4.1. Parámetros dependientes medibles.....	23
3.5. Parámetros a evaluar (Diagnostico estático).....	24

3.6.	Análisis estadístico.....	28
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1.1.	Finca 1.....	31
4.1.2.	Finca 2.....	31
4.1.3.	Finca 3.....	32
4.1.4.	Finca 4.....	32
4.1.5.	Finca 5.....	33
4.1.6.	Finca 6.....	33
4.1.7.	Finca 7.....	34
4.1.8.	Finca 8.....	34
4.1.9.	Finca 9.....	35
4.1.10.	Finca 10.....	35
4.1.11.	Finca 11.....	36
4.1.12.	Finca 12.....	36
4.2.	Variables cualitativa en el equipo de ordeño mediante la encuesta realizada a los productores.....	43
4.2.1.	Producción de leche por vaca (kg/día).....	43
4.2.2.	Producción de leche total (kg/día).....	45
4.2.3.	Número de vacas en ordeño.....	48
4.2.4.	Unidades de ordeño (N).....	51
4.2.5.	Cambio de la manguera en el equipo (Anual).....	55
4.2.6.	Tamaño de la finca (Ha).....	58
4.2.7.	Temperatura del tanque de enfriamiento (°C).....	61
4.2.8.	Mantenimiento del equipo (meses).....	63
4.2.9.	Tiempo de cambio de pezoneras (meses).....	66
4.3.	Variables cualitativas de la encuesta realizada a los productores.....	70
4.3.1.	Tipo de pezonera.....	70
4.3.2.	Color de la manguera en el equipo.....	70
4.3.3.	Uso de equipos de ordeño.....	71
4.3.4.	Modulador de vacío.....	72

4.3.5. Tipo de pulsador.....	72
4.3.6. Tipo de tubería de leche.....	73
4.3.7. Tubería de leche .....	74
4.3.8. Marca del equipo.....	75
4.3.9. Uso de oxitocina.....	76
4.4. Tiempo total de ordeño.....	77
4.4.1. Tiempo de ordeño por vaca.....	79
4.5. Parámetros del funcionamiento del equipo.....	81
4.5.1. Relación ordeño en el equipo (%).....	81
4.5.2. Relación masaje en el equipo (%).....	83
4.5.3. Pulsaciones en el equipo de ordeño (ppm).....	86
4.5.4. Vacío en el equipo (Kpa).....	88
4.6. Bacterias en el equipo (bacterias/ml de leche).....	90
4.7. Volumen de lavado de pre ordeño en el equipo (Lts).....	92
4.7.1. Tiempo de pre ordeño del equipo (minutos).....	94
4.7.2. Volumen de lavado por ordeño (Lts).....	96
4.7.3. Tiempo de lavado post ordeño (minutos).....	98
4.7.4. Volumen de enjuague de limpieza (agua caliente) en el equipo.....	100
4.7.5. Tiempo de enjuague de limpieza (agua caliente) en el equipo.....	103
4.7.6. Volumen de agua en el enjuague final del equipo.....	105
4.7.7. Tiempo de enjuague final en el equipo.....	107
4.7.8. Detergente alcalino.....	109
4.7.9. Detergente ácido.....	110
5. CONCLUSIONES.....	115
6. RECOMENDACIONES.....	116
7. BIBLIOGRAFÍA.....	117
8. ANEXOS.....	125

## INDICE DE CUADROS

<b>Número de cuadros</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
I	Protocolo de lavado del equipo	18
II	Descripción del funcionamiento del equipo en las fincas evaluadas	37
III	Análisis de varianza para la variable producción de leche por vaca por pisos ecológicos.	43
IV	Variables cuantitativas producción de leche por vaca	45
V	Análisis de varianza para la variable producción de leche total por pisos ecológicos.	46
VI	Variables cuantitativas producción de leche total por pisos ecológicos.	48
VII	Análisis de varianza para la variable número de vacas en ordeño	49
VIII	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable número de vacas en ordeño	50
IX	Análisis de varianza para la variable número de unidades de ordeño	51
X	Variables cuantitativas de la variable número de unidades de ordeño	53
XI	Recomendación técnica de unidades de ordeño a usar en las fincas evaluadas	54
XII	Análisis de varianza para la variable cambio de mangueras en el equipo.	55
XIII	Variable cuantitativa cambio de mangueras en el equipo	57

XIV	Análisis de varianza para la variable tamaño de la finca ( Ha)	58
XV	Variable cuantitativa tamaño de la finca ( Ha)	60
XVI	Análisis de varianza para la variable temperatura del tanque de enfriamiento °C	61
XVII	Variable cuantitativa temperatura del tanque de enfriamiento °C	63
XVIII	Análisis de varianza para la variable mantenimiento del equipo	64
XIX	Variable cuantitativa mantenimiento del equipo	66
XX	Análisis de varianza para la variable tiempo cambio de pezoneras	67
XXI	Variable cuantitativa cambio de pezoneras	69
XXII	Cálculos de cambio de pezoneras	69
XXIII	Variables cualitativas realizadas a productores	70
XXIV	Análisis de varianza para la variable tiempo total de ordeño	77
XXV	Comparación de medias de Tukey para la variable tiempo total de ordeño	78
XXVI	Análisis de varianza para la variable tiempo de ordeño por vaca	79
XXVII	Comparación de medias de Tukey para la variable tiempo de ordeño por vaca	80
XXVIII	Análisis de varianza para la variable Relación ordeño (%) en el equipo.	82
XXIX	Comparación de medias de Tukey para la variable relación ordeño (%) en el equipo.	82
XXX	Análisis de varianza para la variable relación masaje (%) en el equipo.	84
XXXI	Comparación de medias de Tukey para la variable relación masaje (%) en el equipo	84

XXXII	Fases de relación ordeño/ masaje en las fincas analizadas	85
XXXIII	Análisis de varianza para la variable pulsaciones en el equipo	87
XXXIV	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable pulsaciones en el equipo	87
XXXV	Análisis de varianza para la variable vacío en el equipo de ordeño en las fincas analizadas	89
XXXVI	Comparación de medias de las fincas evaluadas mediante la prueba de Tukey para la variable vacío en el equipo de ordeño.	89
XXXVII	Análisis de varianza para la variable bacterias en el equipo	90
XXXVIII	Comparación de medias de las fincas evaluadas mediante la prueba de Tukey para la variable bacterias en el equipo	91
XXXIX	Análisis de varianza para la variable volumen de lavado (Lts) pre-ordeño en el equipo en las fincas analizadas.	92
XL	Comparación de medias de las fincas evaluadas mediante la Prueba de Tukey para la variable (Volumen) Pre-ordeño del equipo	93
XLI	Análisis de varianza para la variable limpieza tiempo de Pre-ordeño del equipo en las fincas evaluadas	94
XLII	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable limpieza tiempo de Pre-ordeño del equipo en las fincas evaluadas	95
XLIII	Análisis de varianza para la variable limpieza volumen de Post-ordeño en las fincas evaluadas	96

XLIV	Comparación de medias para la limpieza volumen de lavado Post-ordeño en las fincas evaluadas	97
XLV	Análisis de varianza para la variable tiempo de lavado (Min)Post-ordeño en las fincas evaluadas	98
XLVI	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable tiempo de lavado (Min) Post-ordeño en las fincas evaluadas	99
XLVII	Análisis de varianza de limpieza de volumen de enjuague de limpieza del equipo (Agua Caliente) en el equipo en las fincas analizadas	100
XLVIII	Comparación de medias de las fincas evaluadas mediante la prueba de Tukey para la variable limpieza volumen(Lts) de agua caliente	101
XLIX	Estimación de volumen de agua usando la referencia De Laval	102
L	Análisis de varianza para la variable Tiempo (Minutos) de enjuague de limpieza agua caliente	103
LI	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable Tiempo de enjuague de (agua caliente)	104
LII	Análisis de varianza de la variable volumen de agua en el enjuague final del equipo en las fincas evaluadas	105
LIII	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable volumen de agua en el enjuague final en las fincas evaluadas	106
LIV	Análisis de varianza para la variable tiempo de enjuague final en las fincas evaluadas	107

LV	Comparación de medias para la variable tiempo en enjuague final en las fincas evaluadas	108
LVI	Cuadro de medias del detergente alcalino	109
LVII	Cuadro de medias del detergente Acido	110
LVIII	Estimación de litros totales de agua usados para la limpieza	111
LIX	Estimación de tiempo usado para la limpieza del equipo	112
LX	Estimación del costo de lavado del equipo de ordeño	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N de Figuras</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Partes que componen el sistema del equipo de ordeño	10
2	Trabajo de la pezonera Relación Masaje y Ordeño	15
3	Función de las pezoneras en el ciclo de pulsación	15
4	Cantidad de agua en la tubería para la limpieza	20
5	Mapa de la Provincia de Chiriquí	21
6	Visitas a las fincas evaluadas	125

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>N de Graficas</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
I	Producción de leche por vaca por pisos ecológicos (zona baja).	44
II	Producción de leche por vaca por pisos ecológicos (zona alta).	44
III	Producción de leche total por pisos ecológicos (Zona Baja).	47
IV	Producción de leche total por pisos ecológicos (Zona Alta).	47
V	Unidades de ordeño por pisos ecológicos (Zona Baja).	52
VI	Unidades de ordeño por pisos ecológicos (Zona Alta).	52
VII	Cambios de mangueras en el equipo por pisos ecológicos (Zona Baja).	56
VIII	Cambios de mangueras en el equipo por pisos ecológicos (Zona Alta).	57
IX	Tamaño de la finca (Ha) por Pisos ecológicos (Zona Baja).	59
X	Tamaño de la finca (Ha) por pisos ecológicos (Zona Alta).	59
XI	Temperatura del tanque de enfriamiento por pisos ecológicos (Zona Baja).	62
XII	Temperatura del tanque de enfriamiento por pisos ecológicos (Zona Alta).	62
XIII	Mantenimiento del equipo (Meses) en fincas por pisos ecológicos (Zona Baja).	65
XIV	Mantenimiento de equipo (meses) en fincas por pisos ecológicos (Zona Alta).	65
XV	Cambio de pezonera en el equipo (Meses) en fincas por pisos ecológicos (Zona Baja).	68
XVI	Cambio de pezoneras en el equipo (Meses) en fincas por pisos ecológicos (Zona Alta).	68

## **I.INTRODUCCIÓN**

El ordeño constituye en factor de suma importancia en la actividad de producción lechera, por lo cual el grado de ejecución correcta define el concepto de la síntesis y secreción de la glándula mamaria (Hogdson, 1960).

El correcto funcionamiento de la máquina de ordeño tiene una relación o más estrecha con la funcionalidad de la glándula mamaria de la vaca lechera; de ahí que llame la atención que el ganadero tiene con sus unidades de ordeño, en lo referente a la instalación y mantenimiento acorde al tamaño del hato. (Delgado, 2011).

La lechería es una actividad que involucra a pequeños, medianos y grandes productores, y para producir leche de calidad es necesario de disponer de vacas sanas, adecuada infraestructuras, bien alimentadas locales limpios y adecuada refrigeración y protección de la leche (Smith y Van Vleck, 1984).

El diseño, mantenimiento y funcionamiento de la maquina influyen en la incidencia de enfermedades de la ubre, siendo necesario mantener la calidad de la leche.

El nivel de vacío, la frecuencia y el cociente de pulsación no influyen significativamente en las infecciones de la ubre, si se mantienen dentro de los niveles recomendados aunque las fluctuaciones indebidas de vacío pueden causar problema en la glándula mamaria y por ende en la calidad de la leche (García, 1979).

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La producción de leche es una de las actividades de mayor importancia en el sector agropecuario de nuestro país. Cada vez son más las técnicas que recurre el productor como alternativas para mejorar la productividad de los animales lecheros. Esta es una necesidad de obtener leche de alta calidad.

Una mala eficiencia en el manejo del equipo de ordeño, puede traer serias consecuencias como lo es la baja calidad de la leche; basado en que una leche debe ser, inocua, de bajo conteo de células somáticas y bacterianas, excelentes propiedades bioquímicas y organolépticas. Falta de conocimiento en el manejo y funcionamiento de los equipos de ordeño por parte de los productores y técnicos.

Se desconoce cómo se encuentra el funcionamiento o evidencia de estudio en la cuenca lechera de Chiriquí, que indiquen el funcionamiento y la operación de los equipos de ordeños.

## 1.2. ANTECEDENTES

En la actualidad se conocen tres tipos o categorías de leche en Panamá; el cual están representadas por las especializadas que corresponden el 3.6 % de las lecherías nacionales, las intermedias que corresponden a un 14 % y las industriales propiamente que representan el resto de las fincas lecheras en Panamá. Las lecherías especializadas solamente logran producir alrededor de un 15 % de la producción nacional a pesar de ello cuentan con los niveles técnicos superiores (Espinosa, 1990 citado por Martínez ,2010).

La actividad ganadera en Panamá ocupa un área de 1, 384,455 hectáreas con un hato de 1, 725,800 cabezas de ganado (aproximadamente 1.1 animal/ha). Lo que nos indica que la actividad ganadera en nuestro país es, predominantemente extensiva (Contraloría, 2013).

Ordeñar mecánicamente es sacar la leche de la vaca contenida en la cisterna del pezón y del cuarto de la ubre de la vaca con la ayuda de una máquina ordeñadora, la cual imita la mamada natural del ternero (SENA, 1987)

Hace 160 años surgieron las primeras ideas relacionadas con el ordeño de vacas a maquinas con el objeto de agilizar el ordeño y contribuir con la higiene.

Podemos distinguir tres etapas en el desarrollo de la máquina y las instalaciones de ordeño:

Una primera en 1903 desde la investigación del ordeño por gravedad y presión intramamaria (Blutrong,1836) y el vacío continuo ( Calvin,1860),los lactators

(1978) y la máquina de Murchland con vacío continuo central (1889) ,hasta culminar con la pezonera de cámara doble a pulsación (López y Serra,1992)

La segunda en 1920 las diferentes alternativas batallaron con la supremacía de las adecuaciones de dos niveles de vacío (de 41 Kpa en base a un ordeño rápido y completo y el límite superior de 68 Kpa relacionado con la capacidad de la bomba de vacío de 40 a 60 pulsaciones / min orientado a la velocidad que el ternero mama y a la frecuencia de latidos del corazón (López y Serra, 1992).

La producción de leche es una de las actividades más relevantes de la economía ganadera, proporcionando altos ingresos al sector agropecuario de nuestro país. (Warwick y Legates, 1980).

La extracción de leche en las vacas a través de máquinas funcionan simulando la acción del becerro, mediante la aplicación de vacío con la aplicación cuando este es alimentado con biberones y mamila de hule (Ávila, S.2012)

El ordeño puede realizarse a mano o a máquina siendo, hoy en día el ordeño a máquina el único sistema que el mercado exige de calidad (Espadas, M. 2008).

### **Características del Ordeño Mecánico**

El ordeño mecánico con respecto al manual tiene varios inconvenientes y ventajas que se pasan a considerar:

Las ventajas se sintetizan así

- Existe una mayor rapidez. Una explotación de vacas puede ser ordeñadas en la tercera parte o mitad del tiempo necesario para el ordeño manual, Siendo esta operación sistémica.
- Las vacas se comportan más dócil porque no deben soportar los altibajos o de la eficiencia de distintos ordeñadores.
- Se obtiene leche más higiénica. Ya que se evita la contaminación por parte del ordeñador.
- Se elimina gasto en mano de obra.

### **Principios básicos del ordeño mecánico**

La selección de un equipo de ordeño involucra numerosos factores tales como: (climáticos, geográficos, mano de obra, hábitos de ordeño).

### **1.3. JUSTIFICACION**

El equipo de ordeño representa una parte importante en la incidencia de enfermedades tales como: mastitis; este depende del equipo de ordeño encontrándose focos de infección, un 20% de los microorganismos está presente en la vestimenta y 38% en la mano de los ordeñadores.

Si se tiene en cuenta que son máquinas que están dos o tres veces trabajando en el ordeño, son máquinas que están en permanente contacto con la ubre de las vacas, de manera que en la medida que funcione mal o bien, se darán casos de mastitis en las vacas, sean estas de índole clínico o subclínico. Los cuales sino se tiene un equipo en óptimas condiciones podemos llegar a este problema.

Los pulsadores ayudan a realizar un mejor funcionamiento del equipo de ordeño, siendo necesario en las fases de ordeño lo que garantiza la entrada de aire a las pezoneras.

Un mal funcionamiento del equipo de ordeño con lleva a un aumento de la mastitis, una baja producción de leche y una disminución en la calidad de la leche y un alto conteo de células somáticas (C.C.S). Mediante el cual una mala limpieza traerá un aumento del número de bacterias.

Por lo tanto un mejor funcionamiento del equipo de ordeño traerá una disminución de la mastitis, una mayor producción de leche y un conteo de células somáticas bajo y una baja en el número de bacterias.

Resultados de esta investigación permitirán conocer las problemáticas del funcionamiento y operacionalidad de los equipos de ordeños; lo que permitirá ofrecer información para los programas de divulgación, capacitación y transferencia de tecnologías en lo referente a equipos de ordeños.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 GENERAL**

- Evaluar la situación técnica y operativa de los equipos de ordeños en la fincas lecheras.

### **1.4.2 ESPECÍFICOS**

- Evaluar el funcionamiento y mantenimiento de la bomba de vacío, pulsador y otras partes que conforman el equipo de ordeño.
- Evaluar el tiempo de ordeño efectivo por animal.
- Evaluar la limpieza de los equipos de ordeños
- Evaluar el funcionamiento por pisos ecológicos.

## 1.5 HIPOTESIS

### A. FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE ORDEÑO

**Ha:** Existe diferencia significativa en el funcionamiento del equipo (presión de vacío, número de pulsaciones) de ordeño en las diferentes fincas evaluadas.

**Ho:** No existe diferencia significativa en el funcionamiento del equipo (presión de vacío, número de pulsaciones) de ordeño en las diferentes fincas evaluadas.

### B. EVALUAR EL TIEMPO DE ORDEÑO EFECTIVO POR ANIMAL

**Ha:** Existe diferencia significativa en cuanto tiempo de ordeño por vaca, tiempo de ordeño por finca.

**Ho:** No existe diferencia significativa en cuanto tiempo de ordeño por vaca, tiempo de ordeño por finca.

### C. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

**Ha:** Existe diferencia significativa en la limpieza (volumen de agua utilizado, y el tiempo de mantenimiento del equipo de ordeño en las fincas evaluadas).

**Ho:** No Existe diferencia significativa en la limpieza (volumen de agua utilizado, y el tiempo de mantenimiento del equipo de ordeño en las fincas evaluadas)

#### **D. Funcionamiento del equipo por pisos ecológicos**

**Ha:** existe diferencia significativa en el funcionamiento del equipo por pisos en las fincas evaluadas.

**Ho:** No existe diferencia significativa en el funcionamiento del equipo por pisos.

### **1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

#### **ALCANCES**

Esta investigación pretende generar un nuevo conocimiento con respecto al manejo y funcionamiento del equipo de ordeño y aprender de la rutina de ordeño en las diferentes fincas, brindar al productor una información precisa.

#### **LIMITACIONES**

- Esta actividad se realizó solamente en la Provincia de Chiriquí.
- Conocimiento en el manejo del equipo
- El Digimet solo lo tiene la empresa Cooleche.

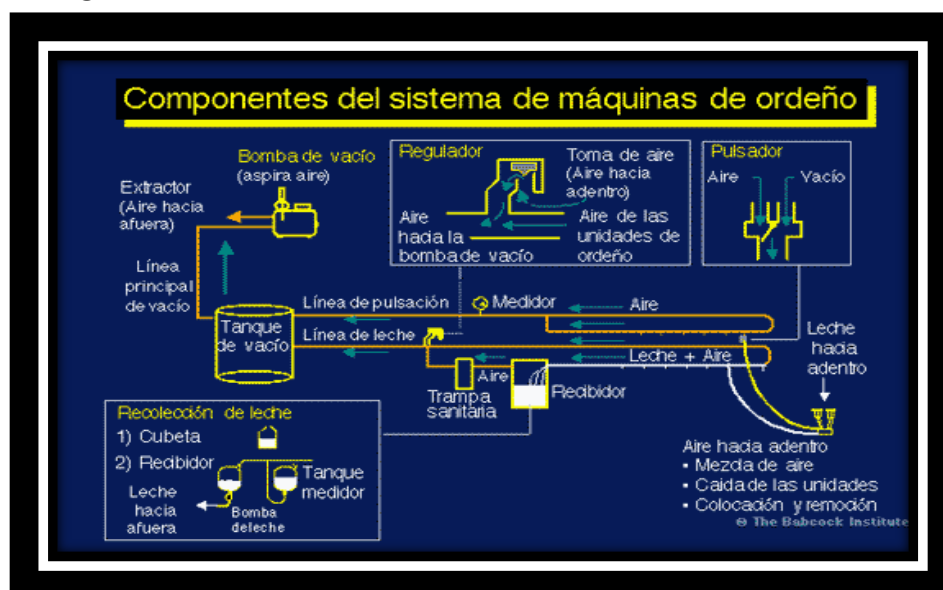
La información encontrada varía de acuerdo a las condiciones de cada finca, infraestructuras y equipos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

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.

### FIGURA 1. PARTES QUE COMPONEN EL SISTEMA DEL EQUIPO DE ORDEÑO



Fuente: Delgado, A.2011.

**El equipo de ordeño está compuesto por:**

- 1. Bomba de Vacío:** Es la que genera el vacío en la máquina, debemos recordar en este punto el ordeño que en el ordeño la leche fluye de una zona de mayor presión a una de menor presión. Una bomba de vacío es la que extrae el aire existente dentro del sistema, para que este permanezca en presión negativa y así hacer que la leche fluya hacia afuera. Las bombas de vacío generan esta, por flujo de aire desde el sistema hacia el exterior. En términos generales una bomba de vacío genera 10 pies cúbicos por minutos (CFM) por cada HP de potencia que tenga, esto permitirá proveer la capacidad necesaria para una sala de ordeño (Delgado, 2011).
- 2. Tanque de Distribución:** Es un dispositivo en donde el vacío se acumula generalmente lo encontramos por debajo de la bomba de vacío y muchas veces se le conoce como trampa o reserva de vacío. Su función es mantener un nivel de vacío más o menos constante, es el que tiene a equilibrar cuando hay fluctuaciones de vacío. (Lesser, 1979).
- 3. Línea de vacío de la leche:** es la línea que se conecta las mangueras de la leche sea que este vaya a un balde o a una línea que llevara la leche a un tanque de recepción. Recalco en todo establo, que tanto el calibre como una pendiente que debe tener esta línea hasta el tanque de recepción es fundamental ya que de lo contrario se crea una turbulencia en el flujo de leche y esto significa un mayor consumo de vacío, lo que puede tener repercusión en la garra o pezonera (Lesser, Rodríguez y Cabona, 1979).

4. **Manómetro:** Artefacto que va en la línea de los pulsadores, y que indica el nivel de vacío del sistema, debemos recordar que es solo el indicador aproximado del nivel real de vacío del sistema (Delgado, 2011).
5. **Regulador:** Es un dispositivo calibrado que se encarga de la admisión de aire del sistema, es el encargado de la presión negativa constante, sino fuera por el regulador no habría alternancias entre presión negativa y positiva para un correcto funcionamiento de la máquina de ordeño. Este dispositivo que en algunos casos trabaja como un sensor o simplemente tienen regulación neumática, es el encargado que no haga que la bomba de vacío colapse con el sistema de tuberías, pero sin descuidar la limpieza es garantía de buen funcionamiento de la maquina (Lesser, 1979).
6. **Los pulsadores:** Son dispositivos que admiten la entrada de aire al sistema, necesarios en las fases de ordeño, para la fase de descanso de las pezoneras. Además son indicadores del ritmo que lleva la maquina durante el ordeño. (Castle y Watkins, 1988).
7. **Recipiente o tanque de recepción de leche:** Dispositivo en donde se recibe la leche cuando esta fluye en un sistema cerrado de la línea de leche, está sujeto a las variaciones del vacío. (Delgado, 2011).
8. **Trampa sanitaria:** Dispositivo para el desfogue para el tanque de recepción de la leche (Delgado, 2011).
9. **Unidades de Ordeño:** son las que se le conectan a los pezones para la correcta extracción de la leche. (Rodríguez, 2008).

## 2.1. Funcionamiento del equipo de ordeño

**Vacío:** Se conoce como toda la presión inferior a la atmosférica reinante en una determinada situación (Linea Baja 38-42 Kpa, Linea Alta 50 Kpa).

**Bomba de vacío:** Es el elemento clave del equipo, al ser la generadora de la fuerza de succión (vacío) que permite la extracción de la leche de la glándula mamaria. (Gasque, 2002). Existen diferentes tipos:(Anillo de aspas, de rotor de aspas y de pistón). Estas se aplican al sistema de tuberías que succionan el aire expulsándolo al exterior lo que genera el vacío interno requerido del ordeño.

**Lactoductos, líneas de vacío y lavado:** todas están conectados al sistema de vacío (bomba) por líneas independientes.

**Regulador:** Dispositivo encargado de mantener el nivel de vacío estable en la estación de ordeño.

**Vacuometro:** Dispositivo colocado después del regulador y antes de las unidades de ordeño que indica el nivel de vacío existente en la instalación, debe ser visible para el ordeñador.

**Grifo de vacío:** Llave instalada en la conducción de vacío para la apertura o cierre del mismo.

**Colector:** Dispositivo al cual están conectados las pezoneras donde se recoge la leche extraída de todos los pezones, y del cual salen el tubo largo de leche para la conducción de la misma y el tubo largo de pulsación. Rodríguez, 2008

**Conducción de leche:** Tubería que transporte el aire y leche durante el ordeño, y que tiene la doble misión de llevar la leche a la unidad final y de proporcionar

el vacío necesario para el ordeño. Debe ser de acero inoxidable y con suficiente diámetro para la circulación en lámina de la leche y el aire por separado (en la parte inferior leche y en la superior vacío). Las líneas de leche pueden ser simples o en anillo, las primeras se instalan en pequeñas salas, pero en instalaciones con más de 10 puntos de ordeño y un mayor caudal de leche se deben instalar en anillo para asegurar niveles de vacío más estable, para no producirse turbulencias y no taponar nunca la leche la tubería.

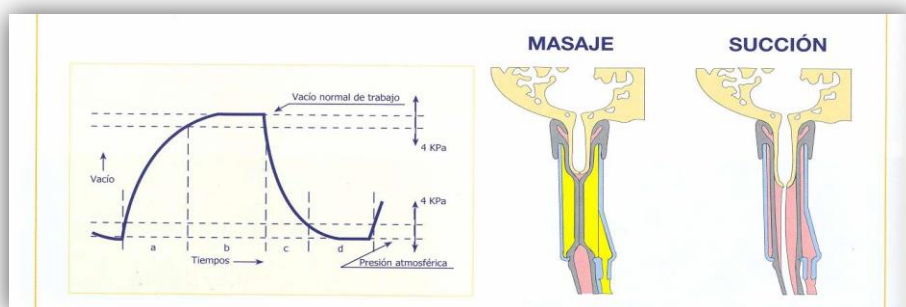
**Unidad final:** Recoge la leche de la conducción y la va mandando al tanque de frío. Está compuesta por el receptor que es un depósito de vidrio o acero inoxidable, donde desemboca la conducción de leche y está conectado con la tubería de vacío. Otro componente es el depósito sanitario, colocado entre el receptor y la tubería de vacío, es un dispositivo de seguridad que evita que la leche llegue a la tubería de vacío.

**Pezoneras:** Parte distal de la unidad de ordeño que entra en contacto con el pezón, compuesta de manguito de ordeño (caucho o silicona) en la parte interior, y copa rígida (metálica) en la exterior, entre ambas partes queda la “cámara de pulsación” que es donde se produce la alternancia cíclica de vacío y presión atmosférica generada por el pulsador.

**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.

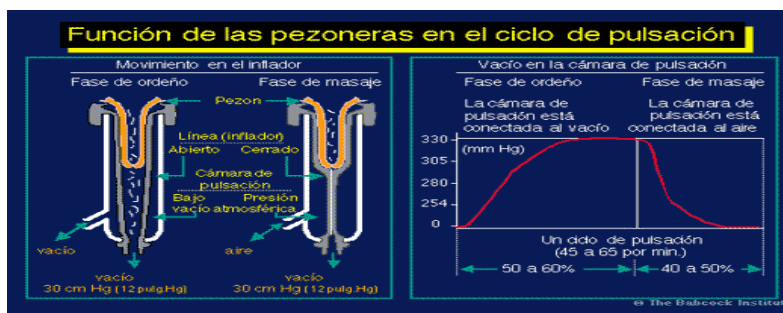
Los pulsadores pueden ser activados por vacío o por una señal eléctrica desde un controlador de pulsación para dar frecuencia de 45 a 65 ciclos por minuto (ritmo de pulsado). Los pulsadores pueden tener acción simultaneas o alternativa (Lesser, 1979)

Figura 2. Trabajo de la pezonera Relación Masaje y ordeño



Fuente: Rodríguez, 2008

Figura 3 funciones de las pezoneras en el ciclo de pulsación



Fuente: Delgado, A.2010.

### 2.1.2. 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. Se basa en los siguientes puntos:

- Evitar todo tipo de estrés en los animales (buen trato e instalaciones y no servir comida en la sala).
- Establecer siempre un orden de ordeño ( primero los lotes más productivos, al final siempre los animales con RCS más alto)
- Eliminación de los primeros chorros de leche de cada pezón-Lavado y secado de la ubre (toallitas individuales)
- Masaje previo en la ubre para la estimulación, debe transcurrir suficiente tiempo entre el masaje y la colocación de pezoneras (1-1,5 minutos)-  
Desinfección previa de pezones (Prediping)
- Colocación de pezoneras y ordeño (3-7 minutos)
- Retirada de pezoneras (manual o automática por flujo o tiempo), evitando siempre el sobre ordeño
- Desinfección de la pezonera entre vaca y vaca (desinfectantes o agua caliente)

- Desinfección de pezones tras el ordeño con germicidas y sustancias barrera (Postdiping).

### **2.1.3. 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 maquina 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 (Delaval, 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, etc.), durable y resistente a la corrosión de las soluciones acidas y alcalinas; (Delaval, 2009, citado por Martínez 2010).

**CUADRO I. Protocolo de lavado del equipo de Ordeño**

Etapa	Producto Utilizado	Objetivo
Enjuague a circuito abierto (5 min.)	Agua potable tibia (30-40°C)	Eliminación de elementos solubles y suciedad
Lavado en circuito cerrado (15 min.)	Agua caliente (70°C) con un producto alcalino ( un producto acido entre 1 a 2 semanas según la dureza del agua	Eliminación de suciedad adherida y desinfección
Enjuague a circuito abierto (5 min.)	Agua potable fría	Eliminación de restos de la solución de lavado

**Fuente: Cooleche, 2010**

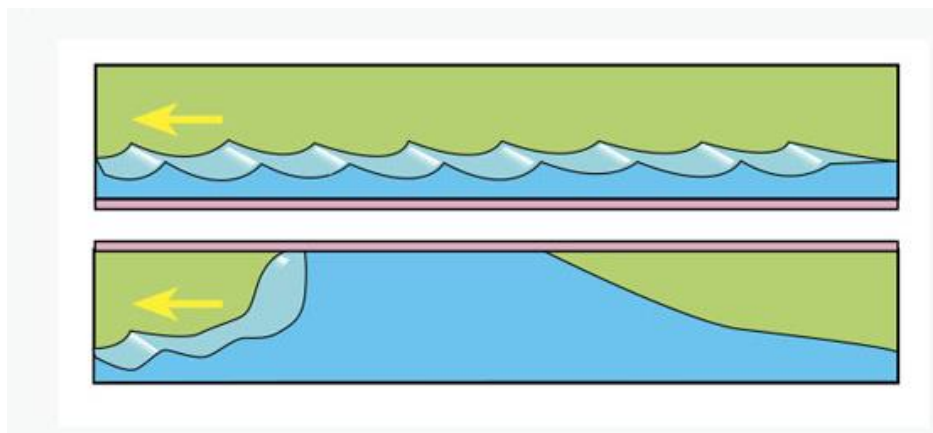
## **Limpieza por circulación (CIP)**

- **Tiempo:** Se recomienda la circulación por aproximadamente 10 minutos. Una duración mayor implica una disminución de la temperatura de la solución, por consiguiente, la adhesión nuevamente de los residuos. Por el contrario, periodos menores serán insuficientes para que el detergente alcalino actúe. Para el detergente ácido y para la desinfección se recomendarán 05 minutos.
- **Temperatura:** Para el enjuague inicial se recomienda una temperatura entre 35 a 55°C. Durante el ciclo con el detergente alcalino la temperatura inicial debe ser 70°C aprox. Y al final del ciclo 40°C. Temperatura superior a 77°C disipa el cloro del detergente y causa desnaturalización y adherencia de las superficies. El detergente ácido se debe usar con temperaturas que oscilan entre 35 y 43°C. Temperatura superior a 60°C causa evaporación del detergente y formación de depósitos minerales.
- **Volumen:** Consultar a la empresa fabricante del equipo de ordeño. Un volumen insuficiente dificulta la limpieza, pues la solución de detergente no entra en contacto con todas las partes del equipo y superficies. Se recomienda entre el 30 – 50% de la capacidad interna de la tubería y unidad final.
- **Concentración:** Seguir las recomendaciones del fabricante. En lugares donde existe agua dura se recomienda ajustar las dosis. Después de la dilución el detergente alcalino debe presentar pH mínimo de 10 a 11.5 y debe presentar

entre 75 a 200 ppm de cloro. Referente a la desinfección la solución debe tener 100 ppm de cloro activo después de la dilución.

- **Velocidad y turbulencia:** Debe ser adecuada, se puede utilizar inyectores de aire (dependiendo del equipo de ordeño) en determinados intervalos de tiempo.
- **Drenaje adecuado:** Las tuberías de leche y limpieza deben tener un desnivel adecuado para facilitar la evacuación y evitar que los residuos se depositen.

Fig. 4. Cantidad de agua en la tubería para la limpieza

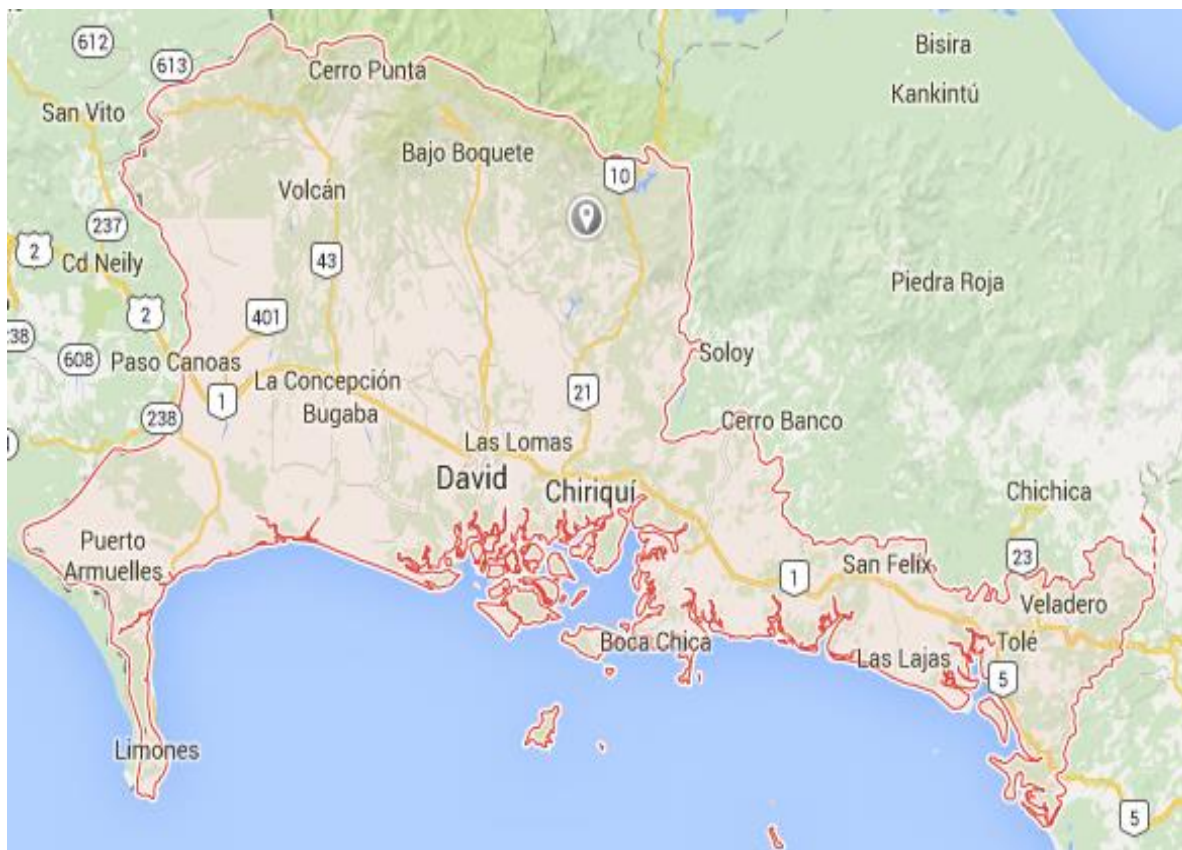


Fuente: Quiroz, J.2008

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Sitio experimental

El trabajo de investigación se realizó en diferentes fincas de la Provincia de Chiriquí específicamente en los sistemas intensivos de producción de Leche, ubicado en los dos pisos ecológicos de  $>$  de 800 msnm y  $<$  de 800 msnm a 400 msnm.



Fuente: Google Maps, 2016

### **3.2 Sistema de Producción**

Se utilizaron 12 fincas lecheras grado A, con razas especializadas para la producción de leche con suplementación a base de pastoreo.

### **3.3. Unidades Experimentales**

Se realizó en 12 fincas de la Provincia de Chiriquí, las cuales se tomaron como unidades experimentales.

### **3.4 Método de Muestreo**

Se realizó un Diagnostico Estático en 12 fincas lecheras Grado A experimental. Con el apoyo de una encuesta específica (Anexos) para caracterizar el estado del equipo, la rutina del ordeño. El principal punto a determinar es qué condiciones se encuentra el equipo de ordeño y como está funcionando.

**3.4.1 Parámetros dependientes medibles.**

1. número de pezoneras hay (#)\_\_\_\_\_
2. tiempo de uso de las pezoneras (días) \_\_\_\_\_
3. tiempo entre mantenimiento general del equipo de ordeño (días)\_\_\_\_\_
4. vacas en ordeño (#)\_\_\_\_\_
5. tiempo de duración del ordeño(hr/min)\_\_\_\_\_
6. numero de ordeñadas por tiempo del ordeño\_\_\_\_\_
7. tiempo promedio por vaca ordeñada (min)\_\_\_\_\_
8. presión de vacío (Kpa)\_\_\_\_\_
9. pulsaciones por minuto (pulsaciones/min) \_\_\_\_\_
10. Tasa de masaje en pezones (#)\_\_\_\_\_
11. Tasa de aplicación del vacío (Kpa)\_\_\_\_\_

### **3.5 Parámetros a evaluar (diagnostico Estático)**

#### **A. Nivel de Vacío del Sistema y pulsaciones en el Equipo**

Este se realizó en 12 fincas con la ayuda del equipo DIGIMET ®3000, este mide las fluctuaciones mínimas y máximas en la bomba de vacío, Con un medidor de flujo de aire en la salida de la Bomba. Y después se compara las pulsaciones obtenida del equipo de ordeño sin vacas en ordeño lo cual se podrá ver las diferencias.

DIGIMET ®3000 es el aparato que se utilizó, el cual mide el vacío del sistema y la relación de los pulsadores, el DIGIMET se conecta una T a la unidad de ordeño y una manguera, se compara la norma la cual es de 57 a 63 por minuto. Muestreo estático cada pulsador se mide las pulsaciones por minuto, relación y el vacío.

#### **B. Tiempo de ordeño por Vaca**

Se realizó con la cantidad de vacas en ordeño y se tomó el tiempo total desde que se colocó la Unidad de Ordeño hasta el último animal a colocarle la unidad y se dividió entre el número de animales. Lo cual nos da la cantidad de vacas por minutos.

### C.La Limpieza

Este se realizó midiendo la Cantidad de agua utilizada en (Lts) y tiempo total de la limpieza en minutos y el cual se llega el momento del lavado y cantidad de agua en el equipo.

### Encuesta realizada a los productores de las Fincas Seleccionadas

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

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

Ubicación de la finca: \_\_\_\_\_

Cantidad de animales ordeñados en la finca \_\_\_\_\_

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

Producción de leche total: \_\_\_\_\_

Cuanta cantidad de bacterias presenta la leche en los últimos cuatro muestreos \_\_\_\_\_

1. Conoce usted el Funcionamiento del equipo de ordeño

Sí

No

2. Cuántas unidades de ordeño tienen en su finca

\_\_\_\_\_

3. A qué hora inician el primer ordeño \_\_\_\_\_ y el segundo \_\_\_\_\_

4.Cuál es el tiempo utilizado por ordeño

\_\_\_\_\_

5. Cuanto tiempo demoran el lavado del equipo de Ordeño  
\_\_\_\_\_
6. Utiliza el detergente adecuado alcalino y acido para evitar suciesa del equipo y cantidad de detergente.  
\_\_\_\_\_
7. En qué tiempo realiza el cambio las mangueras de la unidad de ordeño (Cuantos ordeños)\_\_\_\_\_
8. Cuantos animales ordeña con la ayuda del equipo  
\_\_\_\_\_
- 9.Cuál es el criterio para el cambio para las pezoneras  
\_\_\_\_\_
10. Que temperatura tiene el tanque de enfriamiento  
\_\_\_\_\_
11. Capacidad de la finca (animales/hectárea)\_\_\_\_\_
12. Índice de mastitis en la finca\_\_\_\_\_
13. Cuanto tiempo demoran realizando el ordeño por día  
\_\_\_\_\_ y por vaca \_\_\_\_\_
14. Volumen de agua utilizado en la limpieza\_\_\_\_\_
15. Cada que tiempo hace el mantenimiento del equipo de ordeño\_\_\_\_\_

16. Cada que tiempo cambia sus  
pezoneras\_\_\_\_\_

17. tipo de pezonera por material

Hule\_\_\_\_\_ silicona \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_

18. En qué condiciones se encuentran las mangueras en su equipo de  
ordeño

transparente\_\_\_\_\_ Blanca \_\_\_\_\_ Amarilla \_\_\_\_\_

19. Utiliza oxitocina para el ordeño Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

20. Tiene línea alta \_\_\_\_\_ Media \_\_\_\_\_ baja \_\_\_\_\_

21. Cuanta puestos tiene por el ordeño\_\_\_\_\_

22. Tipo de pulsador

Electrónico\_\_\_\_\_

Hidropulsador\_\_\_\_\_

Eléctrico \_\_\_\_\_

Otro\_\_\_\_\_

23. Qué edad tiene el equipo de ordeño\_\_\_\_\_

24. Que marca es el equipo de ordeño

De Laval\_\_\_\_\_ bounak\_\_\_\_\_

Surge\_\_\_\_\_ flaco \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_

25. Tubería de la leche

Vidrio\_\_\_\_\_

Metálica\_\_\_\_\_

### 3.6 ANALISIS ESTADISTICO

El Estudio puede considerarse tipo Diagnostico, ya que se evalúa 12 fincas leche grado A, con el propósito de obtener la tipificación de sistema de ordeño e instituciones afines.

El método de muestreo de la investigación constará de: 12 fincas de las cuales en Chiriquí hay 1300 fincas que se ubican en la Provincia (Rivera, S.A. La prensa, 2014).

- Estadística descriptiva, de las indicadas cuánticas o medibles para evaluar Las fluctuaciones de vacío (la base o medidas centrales y de dispersión, media desviación estándar, coeficiente de variación).
  - La *media*, de un conjunto de N números  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$  se denota por  $\bar{x}$  y se define por:

$$\bar{x} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N} = \frac{\sum_{j=1}^N X_j}{N} = \frac{\sum X}{N}$$

Fuente: Salazar, 1984

La desviación estándar de un conjunto de N números  $X_1, X_2, \dots, X_N$  se denota por  $s$  y se define como: Fuente: Miranda, P.2006

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^N (X_j - \bar{x})^2}}{N} = \frac{\sqrt{\sum (X - \bar{x})^2}}{N} = \frac{\sum x^2}{N} = \sqrt{(X - \bar{x})^2}$$

- Coeficiente de variación: Nos da una idea de la precisión obtenida durante la ejecución del experimento. Representa el de la desviación estándar entre la media del muestreo por cien y se expresa en porcentaje.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

Fuente: Salazar, 1984

Donde  $s$  es la desviación estándar y  $\bar{x}$  la media poblacional.

Evaluación del funcionamiento del equipo. Utilización del equipo solo.

Se utilizó un diseño completamente al azar.

Modelo del estudio

$$Y_{ij} = \mu + F_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ = Variable de respuesta

$\mu$ = Media

$F_i$ = Efecto de las fincas

$E_{ij}$ = Error general

Costo de la Limpieza del Equipo

Se realizó midiendo que cantidad de detergente que se utilizó y cuál es su costo en la utilización del lavado del equipo.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La evaluación de los equipos de ordeño comparó la situación operativa y técnica de los equipos de ordeño, para lograr determinar el funcionamiento del equipo de ordeño y corregir sus problemas.

Los datos recopilados en esta investigación sirven de referencia para el estado de la situación operativa y técnica de los equipos de ordeño, ya que esta información nos permite realizar o identificar la problemática de los equipos en las diferentes fincas y su tiempo de ordeño.

## **4.1 DESCRIPCION GENERAL DE LAS FINCAS**

### **4.1.1 Finca 1**

Ubicada en Bonita de Santa Cruz, Distrito de Renacimiento (Cuadro II) cuenta con 26 animales en ordeño con vacas de la raza Holstein; con una producción total de 351 litros y un promedio por vaca de 13.5 litros por animal, la misma se realiza por 1 ordeñador.

La finca consta de 4 unidades de ordeño, iniciando su primer ordeño a las 5:30 a.m. y el segundo a las 4:00 p.m. , el tiempo de ordeño estimado es 40 minutos y el tiempo utilizado por animal es de 5 minutos; realizando el lavado del equipo en 20 minutos. El equipo es marca de Laval, su pulsación es neumática.

### **4.1.2 Finca 2**

Ubicada en Santa Marta, Distrito de Bugaba (Cuadro II) cuenta 47 animales en producción de las razas Holstein, Pardo suizo x Cebú, con una producción total de 625 litros y un promedio de 14 litros por animal, esta labor es realizada por un solo ordeñador.

El número de unidades de ordeño disponibles son de 3 unidades e inician su primer ordeño a las 4:00 a.m. y el segundo a las 4:00 p.m., el tiempo de ordeño por vaca es de 3 minutos, el tiempo en el lavado del equipo es de 20 minutos, cuentan con un equipó marca de Laval, su sistema de pulsación es neumática.

### **4.1.3 Finca 3**

Ubicada en Bijagual, Santa Marta, Distrito de Bugaba (Cuadro II) la misma tiene 80 vacas en ordeño de la raza Holstein y Jersey x Cebú, con una producción de 800 litros en total, siendo así su promedio por animal de 10 litros, la labor del ordeño se realiza por una sola persona.

Esta finca cuenta con 6 unidades de ordeño y el primer ordeño comienza a las 3:00 a.m., el segundo a las 3:00 p.m. El tiempo de ordeño utilizado por vaca es de 5 minutos y en el lavado del equipo es de 25 minutos. Con un Equipo marca boumat-ik, de pulsación neumática.

### **4.1.4 Finca 4**

Esta finca se encuentra ubicada en Buena Vista , Distrito Bugaba ,(Cuadro II) cuenta con 39 vacas de la raza Holstein , con una producción total es de 387 litros y su promedio por animal de 10.50 litros , esta labor es realizada por una sola persona.

La finca presenta 6 unidades de ordeño , su primer ordeño es empieza a las 4:00 a.m. y el segundo a las 3:30 p.m., el tiempo utilizado por ordeño es de 75 minutos y por animal es de 3 minutos, el lavado del equipo dura alrededor de 20 minutos, un equipo de la marca De Laval ,cuenta con pulsación neumática.

#### **4.1.5 Finca 5**

Ubicada en Cotito, Distrito de Renacimiento, (Cuadro II) cuenta con 59 animales en ordeño los cuales son vacas de la raza jersey, con una producción total de 1100 litros teniendo un promedio de 17 litros por animal, esta labor es realizada por 2 ordeñadores.

El número de unidades de ordeño es de 13 unidades El primer ordeño es realizado a las 5:30 a.m., el segundo a las 4:00 p.m. y el tiempo por ordeño es de 75 minutos y por vaca es de 5 minutos, la limpieza del equipo demora alrededor de 10 minutos, con un equipo marca alfa Laval, con pulsación neumática.

#### **4.1.6 Finca 6**

Ubicada en Jujucal, Distrito de Bugaba, (Cuadro II) la misma consta con 108 animales en ordeño vacas de la raza Holstein, con una producción de leche total de 1450 litros y un promedio por vaca de 15 litros la cual es realizada por 2 ordeñadores.

Esta tiene 6 unidades de ordeño en la finca y realiza el primer ordeño a la 1:00 a.m., el segundo ordeño a las 1:00 p.m., el tiempo por ordeño es de 120 minutos y por vaca es de 5 minutos, la limpieza del equipo dura alrededor de 15 minutos se cuenta con un equipo de la marca De Laval cuya pulsación es neumática.

#### **4.1.7 Finca 7**

Ubicada en el Maguey, Barriles, Corregimiento de Volcán Distrito de Bugaba (Cuadro II) la misma cuenta con 34 vacas en ordeño de la raza Holstein y pardo x cebú, cuya producción es de 500 litros teniendo un promedio por vaca de 16 litros, esta labor es realizada por 1 solo operador.

La finca consta con 4 unidades de ordeño e iniciando su primer ordeño a las 4:30 a.m. y el segundo es a las 3:00 p.m., el tiempo de ordeño por animal es de 5 minutos, su tiempo total de ordeño es de 75 minutos, la limpieza del equipo dura 15 minutos, el equipo utilizado es de la marca Flaco con un sistema de pulsación electrónica.

#### **4.1.8 Finca 8**

Se encuentra ubicada en el Maguey, Barriles, Corregimiento de Volcán, Distrito de Bugaba, esta cuenta con 61 vacas de la raza Holstein (Cuadro II), cuya producción es de 1124 litros y un promedio de 22 litros por vaca. Esta finca cuenta con 6 unidades de ordeño iniciando su primer ordeño a las 4:00 a.m. y el segundo es realizado las 4:00 p.m., el tiempo de ordeño por animal es de 3 minutos, la duración del ordeño es de 210 minutos. La limpieza del equipo tiene una duración de 15 minutos El equipo usado en la finca es de la Marca De Laval y un sistema de pulsación electrónica

#### **4.1.9 Finca 9**

Ubicada en Corregimiento de Aserrío de Gariche, Distrito Bugaba (Cuadro II) cuenta con 80 animales en ordeño de la raza Holstein, cuya producción es 950 litros y su promedio por vaca es de 14.5 litros, dicha finca consta de 4 unidades de ordeño para realizar esta actividad y su primer ordeño es realizado a las 5:00 a.m. y 5:00 p.m., el tiempo de ordeño es de 270 minutos y por vaca es de 6 minutos, la limpieza tiene una duración de alrededor de 20 minutos. Se utiliza un equipo de la marca De Laval con pulsadores electrónicos.

#### **4.1.10 Finca 10**

Ubicada en Varital de Boquerón, (Cuadro II) cuenta con 55 vacas en ordeño de la raza Jersey, cuya producción es de 540 litros y su promedio por animal es de 11 litros. La finca posee cuatro unidades de ordeño y el primer ordeño se inicia a las 3:00 a.m. y a las 2:00 p.m. El segundo ordeño; el tiempo de ordeño es de 90 minutos y el tiempo por vaca es de 5 minutos su tiempo de lavado es de 13 minutos. El Equipo usado es de Marca Flaco con pulsación electrónica.

#### **4.1.11 Finca 11**

Ubicada en Bijagual corregimiento de Sta. Marta, Distrito de Bugaba (Cuadro II) la misma cuenta con de 49 vacas en ordeño de la raza Jersey, cuya producción total es de 330 litros y su promedio por vaca es de 14 litros. La cual tiene 4 unidades de ordeño para la realización de esta actividad e inician el primer ordeño a las 4:30 a.m. y el segundo a las 4:30 p.m., el tiempo total del ordeño es de 90 minutos, teniendo un tiempo promedio por vaca de 3 minutos, la limpieza del equipo dura alrededor de 10 minutos, cuentan con un Equipo de la Marca Eurolate y su sistema de pulsación es electrónica.

#### **4.2.12 Finca 12**

Ubicada a orilla del Rio Chiriquí, Tizingal, Distrito de Renacimiento (Cuadro II) cuenta con 120 animales en ordeño, la producción de leche total es 2250 litros, el promedio de producción por vaca es 20 litros, esta tiene 12 unidades de ordeño, iniciando su primer ordeño a las 2:00 a.m. ; segundo a las 14:00 a.m., el tiempo de ordeño es de 480 minutos por ordeño por día y el tiempo por animal es de 5 minutos, el tiempo de lavado del equipo tiene una duración de 45 minutos. El equipo usado en esta finca es de la marca Westfalia Surge y con pulsación es de tipo electrónica.

**CUADRO II. DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE LAS FINCAS EVALUADAS**

Variables/Finca	1	2	3	4
Ubicación de la finca(Lugar)	Santa Cruz	Santa Marta	Santa Marta	Buena Vista
Cantidad de animales en ordeño(N° de vacas)	26	47	84	39
Producción de leche total(Lts)	351	625	800	387
Producción de leche por vaca (Lts)	13.5	14	10	10.75
Unidades de ordeño (N)	4	3	6	6
Tiempo de lavado del equipo(minutos)	20	20	25	20
Cantidad de detergente alcalino (ml)	59.5	50	89.25	20
Cantidad de detergente acido (ml)	59.5	100	238	10
Cambio de las mangueras(año)	2	0.5	1.5	0.75
Temperatura tanque de enfriamiento	4	4	4	4
Capacidad de la finca (HA)	17.5	50	100	63
Tiempo de ordeño por vaca (minutos)	5	3	5	4
Tiempo de ordeño por día (Minutos)	120	90	120	75

Volumen de agua utilizada(Litros)	50	40	18.92	50
Tipo de pezonera (Material)	Hule	Hule	Hule	Hule
Color de las mangueras del equipo	Blanca	Blanca	Transparente	Blanca
Edad del equipo(Años)	4	5	20	16
Modulador de vacío(Sistema)	Control eléctrico	Control eléctrico	Control eléctrico	Control eléctrico
Tipo de pulsador	Neumático	Neumático	Neumático	Neumático
Tubería de leche(Material)	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Vidrio
Tiempo de ordeño total(Minutos)	40	90	120	75
Línea de leche	Alta	Alta	Alta	Alta
Marca del equipo	De laval	De laval	Bou-matic	De laval
Usa oxitocina ¿ si o no?	No	No	No	No

Variables/Finca	5	6	7	8
Ubicación de la finca(Lugar)	Cotito	Jujucal	El Maguey	El Maguey
Cantidad de animales en ordeño (N° de animales)	59	108	34	61
Producción de leche total(Lts)	1100	1450	500	1124
Producción de leche por vaca (Lts)	17	15	16	22
Unidades de ordeño (N)	13	6	4	6
Tiempo de lavado del equipo(Minutos)	10	15	15	15
Cantidad de detergente alcalino (ml)	0.6	10	238	89.25
Cantidad de detergente ácido (ml)	0.6	10	.	.
Cambio de las mangueras(año)	0.5	1	0.5	0.25
Temperatura tanque de enfriamiento(°C)	4	4	4	4
Capacidad de la finca (Ha)	90	1200	30	139
Tiempo de ordeño por vaca(minutos)	5	5	5	3
Tiempo de ordeño por día(minutos)	180	90	150	150

Volumen de agua utilizada(Lts)	20	23	56.75	80
Tipo de pezonera(Material)	Hule	Hule	Hule	Hule

Color de las mangueras del equipo	Blanca	Transparente	Blanca	Transparente
Edad del equipo(Años)	22	.	7	15
Modulador de vacío(Sistema)	Control eléctrico	Control eléctrico	Control eléctrico	Control eléctrico
Tipo de pulsador	Neumático	Neumático	Electrónico	Electrónico
Tubería de leche(Material)	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Tiempo de ordeño total(Minutos)	75	120	75	150
Línea de leche	Alta	Alta	Alta	Alta
Marca del equipo	De Laval	De Laval	Flaco	De laval
Usa oxitocina ¿sí o no?	No	No	No	No

VARIABLES/FINCA	9	10	11	12
Ubicación de la finca(Lugar)	Aserrió	Varital	Santa Marta	Tizingal
Cantidad de animales en ordeño(N°)	80	55	49	120
Producción de leche total (Litros)	950	540	330	2550
Producción de leche por vaca (Lts)	12.5	11	14	20
Unidades de ordeño (N)	4	4	4	12
Tiempo de lavado del equipo(Minutos)	20	13	10	45
Cantidad de detergente alcalino (ml)	150	175	10	0.60
Cantidad de detergente ácido (ml)	240	.	10	0.4
Cambio de las mangueras(año)	1	1	.	0.5
Temperatura tanque de enfriamiento(°C)	4	4	3	4
Capacidad de la finca (HA)	80	36	25	.
Tiempo de ordeño por vaca(minutos)	6	5	3	3

Tiempo de ordeño por día(minutos)	270	200	90	480
Volumen de agua utilizada(Lts)	150	61	40	40
Tipo de pezonera(Material)	Hule	Hule	Hule	Hule
Color de las mangueras del equipo	Transparente	Transparente	Blanca	Blanca
Edad del equipo(Años)	4	12	1	5
Modulador de vacío	Control eléctrico	Control eléctrico	Control eléctrico	Control eléctrico
Tipo de pulsador	Neumático	Neumático	Electrónico	Electrónico
Tubería de leche(Material)	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Tiempo de ordeño total(Minutos)	150	90	90	240
Línea de leche	Alta	Alta	Alta	Alta
Marca del equipo	De laval	Flaco	Eurolate	Westfalia surge
Usa oxitocina ¿si/ no?	No	No	No	No

## 4.2 Variables Cuantitativas en el equipo de ordeño mediante la encuesta realizada a productores

### 4.2.1 Producción de leche por Vaca (kg/vaca/día)

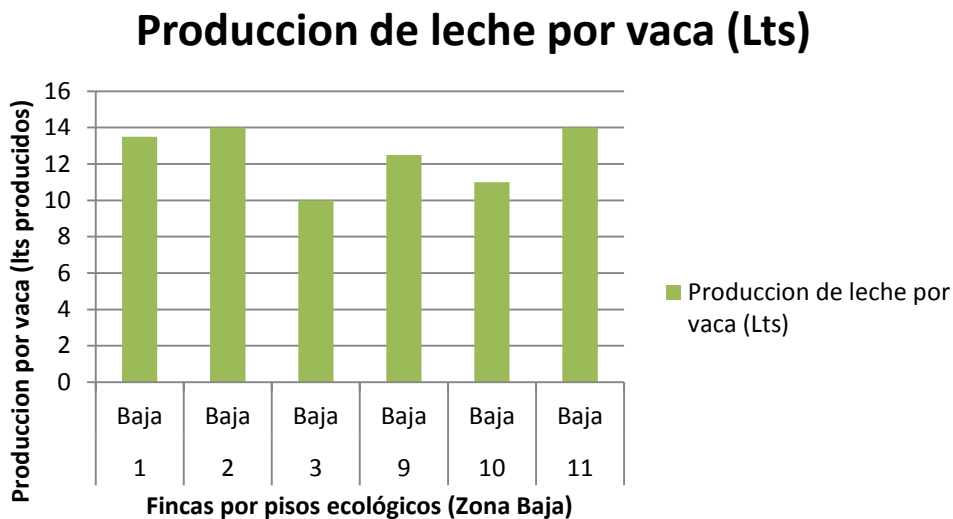
El promedio de producción de leche en las fincas evaluadas fue de 14.64 KG (cuadro IV), con un coeficiente de variación de 25 por ciento y una desviación estándar de 3.65 indicando una dispersión entre las fincas. La Curtosis fue de 0.09 es decir que presenta una forma normal con ligera forma puntiaguda y por otro lado la mayor cantidad de fincas se distribuyen a lado izquierdo con respecto al valor media, demostrado por el coeficiente de asimetría de 0.77. Los indicadores evaluados demuestran que las fincas presentan diferentes comportamientos de la producción de leche, la mayoría de las fincas tienen una buena producción de leche. En el análisis de varianza para la variable producción de leche por vaca (Cuadro IV) indica que existe significancia por piso ecológico ( $P < 0.05$ ).

CUADRO III. Análisis de varianza para la variable producción de leche por vaca por pisos ecológicos.

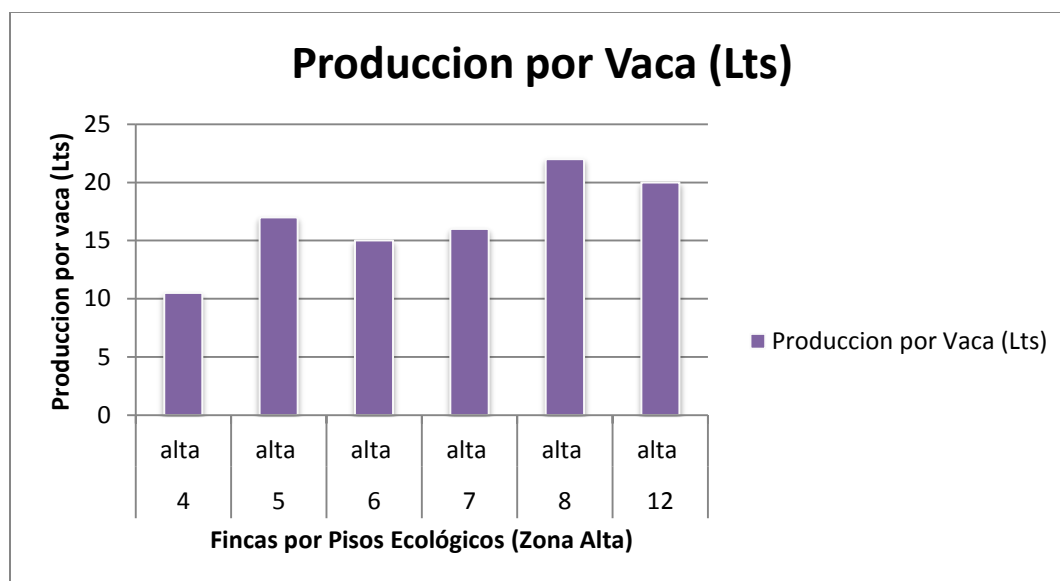
FV	GL	CM	Nivel Probabilidad
Pisos ecológicos	1	54.1875	0.037967253**
Error	10	9.4875	
Total	11		

\*\*  $P < 0.05$  Significativo

## GRAFICA I. PRODUCCIÓN DE LECHE POR VACA POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA BAJA)



## GRAFICA II. PRODUCCIÓN DE LECHE POR VACA POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA ALTA)



Las producciones por fincas en zona baja son bastante parecidas a las zonas altas (Grafica I y II) ya que presentan buena producción.

**CUADRO IV. VARIABLES CUANTITATIVAS PRODUCCIÓN DE LECHE POR VACA**

Descriptor estadístico/ Variable	Producción de leche por vaca
Número de observaciones	12
Media	14.64
Mediana	14.00
Moda	14.00
Desviación estándar	3.65
Varianza	13.35
Rango	12.00
Asimetría	0.77
Curtosis	0.09
Coefficiente de variación	24.96

**4.2.2. Producción de leche total (Kg/día)**

En la variable producción de leche total se encontró una media de 892.25 KG tal como se muestra en el (Cuadro VI), con un coeficiente de variación de 70.53 por ciento y el valor más encontrado de 712.25 ; una desviación estándar de 631.13, un coeficiente de asimetría de 1.60 la cual está muy concentrado a la izquierda de la media lo cual indica que hay fincas que presentan menores valores que la media , un rango de 2220 y presento una Curtosis de 3.86 la cual es positiva e indica que están muy concentrados los valores en la media ya que diferentes fincas presentes valores.

En el análisis de varianza se encontró que no hay significancia ( $P>0.05$ ) con respecto a las producciones de leche total en las fincas evaluadas.

**CUADRO V. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PRODUCCIÓN DE LECHE TOTAL POR PISOS ECOLÓGICOS**

FV	GL	CM	Nivel de Probabilidad
Pisos Ecológicos	1	1029602.083	0.110218647 NS
Error	10	3352048.167	
Total	11		

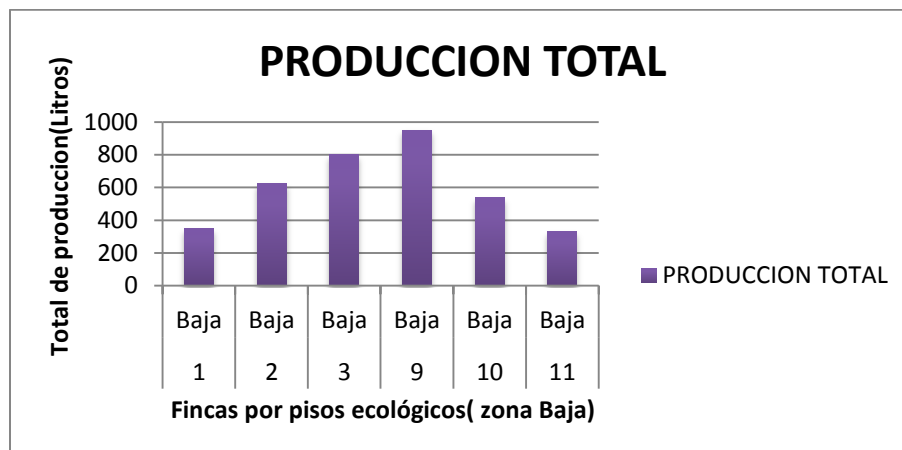
NS= no significancia.

Las fincas con mayor producción de leche total son las fincas de zona alta, en cambio no hay una diferencia ( $P>0.05$ ) tan marcada con respecto a las zonas baja (Grafica III y IV). Según Ariza, 2011, La eficiencia de la producción de leche en una explotación ganadera es debido las de las razas especializadas (Holstein, Pardo Suizo, Jersey) y su cantidad de animales.

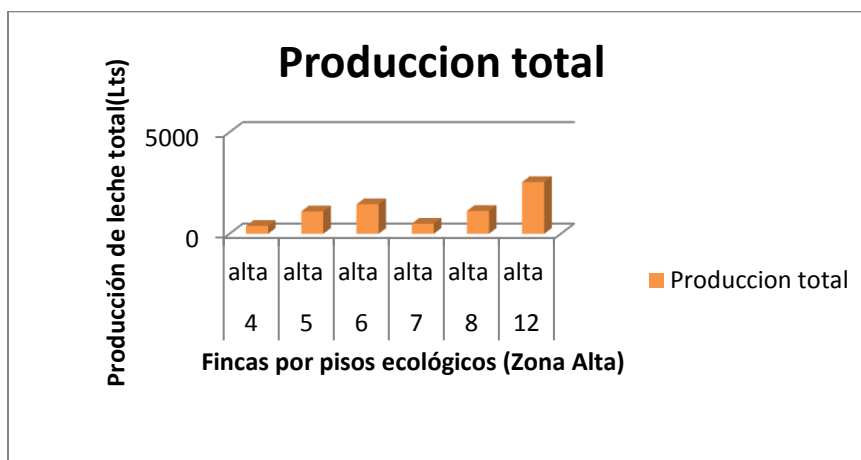
Según Holmann et al (2004), El tamaño de la finca es el factor con mayor influencia sobre la rentabilidad y eficiencia del negocio lácteo.

Según INTA Rafaela (2016), Se demostró que la carga animal es un aspecto de alto impacto en la producción de leche.

**GRAFICA III. PRODUCCIÓN DE LECHE TOTAL POR PISOS ECOLÓGICOS ZONA BAJA.**



**GRAFICA IV. PRODUCCIÓN DE LECHE TOTAL POR PISOS ECOLÓGICOS ZONA ALTA.**



**CUADRO VI. VARIABLE CUANTITATIVA PRODUCCIÓN DE LECHE TOTAL (KG)**

Descriptor estadístico / variable	Producción de leche total (Kg)
Número de observaciones	12
Media	892.25
Mediana	712.25
Moda	.
Desviación estándar	631.13
Varianza	398331.84
Rango	2220
Asimetría	1.60
Curtosis	3.86
Coefficiente de variación	70.53

**4.2. 3 Número de Vacas en Ordeño**

En la variable número de vacas en ordeño se observa una diferencia altamente significativa ( $P < 0.001$ ) (Cuadro XVII). En cuanto a las medias de tukey se observó que la finca 12 con una media de 120 vacas difieren de las demás, y la finca 1 presento la menor Media con 28 vacas. Según Callejo (2008) Es importante lotificar los animales atendiendo su producción, su peso, edad, numero de lactaciones y necesidades especiales.

De este van a depender dos factores: Nivel de Producción y velocidad del ordeño. La sala de ordeño tipo espina de pescado o paralela estas ayudan al tiempo de ordeño, lo cual demoraría más si se ordeñara animal por animal.

Esto es debido a la eficiencia del equipo, a la anatomía de la ubre y también que no cuentan con el mismo número de vacas y la logística del ordeño con respecto a la sala.se encontró un  $R^2$  de 0.99 y un coeficiente de variación de 1.99 %.

Según Calvet E, 2014. El tamaño de los lotes de vacas. Debe de estar siempre relacionado con el rendimiento de la sala de ordeño. El cerebro de la explotación es el ganadero y el corazón de la explotación es la sala de ordeño.

#### **CUADRO VII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE VACAS EN ORDEÑO**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;F</b>
FINCAS	11	28849.33333	2622.66667	1716.65	<.0001
ERROR	24	36.66667	1.52778		
TOTAL	35	28886.00000			

**CV=1.99**

**$R^2=0.99$**

**\*\*\* Altamente Significativo**

**CUADRO VIII. COMPARACIÓN DE MEDIAS MEDIANTE TUKEY PARA LA VARIABLE NÚMERO DE VACAS EN ORDEÑO PARA LAS FINCAS EVALUADAS**

<b>Fincas</b>	<b>Medias(# de vacas)</b>	<b>Agrupamiento tukey</b>
12	120	A
6	108	B
3	80	C
9	70	D
5	68	ED
8	68	E
11	49	F
10	48	F
4	38	G
2	37	G
7	32	H
1	28	I

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.2. 4 .Unidades de ordeño (N)

El promedio de unidades de ordeño en las fincas evaluadas fue de una media de 6 unidades (Cuadro X), se encontró un coeficiente de variación de 53.65 por ciento se obtuvo una desviación estándar de 3.21 indicando una dispersión entre fincas, una varianza para los datos de 10.36, demostrado por la asimetría de 1.80 lo que indica que los valores se encuentran positivos hacia la izquierda por lo tanto la información encontrada indica que hay una variabilidad por fincas con respecto a las unidades de ordeño y la Curtosis de 1.62 el cual indica que tiene forma puntiaguda que están concentrados entorno a la media de las fincas evaluadas. Lo cual indica que la mayoría de las fincas usan cuatro unidades de ordeño. El análisis de varianza de la variable unidades de ordeño mostró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) lo que indica que las fincas usan unidades de ordeño parecidas por piso ecológico lo cual varía por finca.

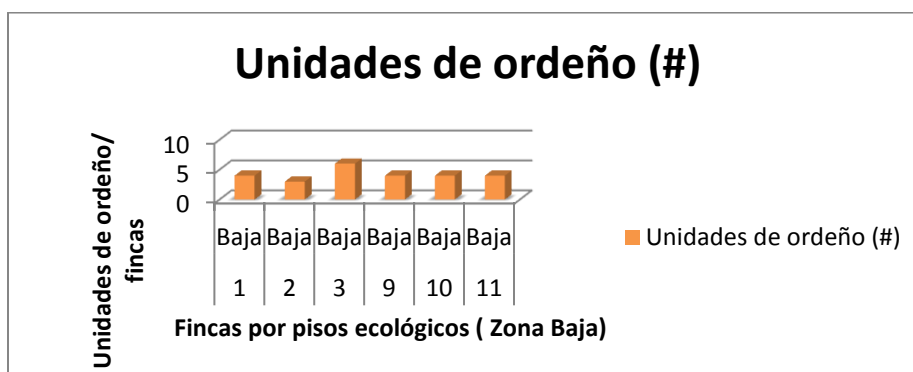
#### CUADRO IX. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE UNIDADES DE ORDEÑO

FV	GL	CM	N S
PISOS ECOLOGICOS	1	40.3333333	0.04134689*
ERROR	10	7.36666667	
TOTAL	11		

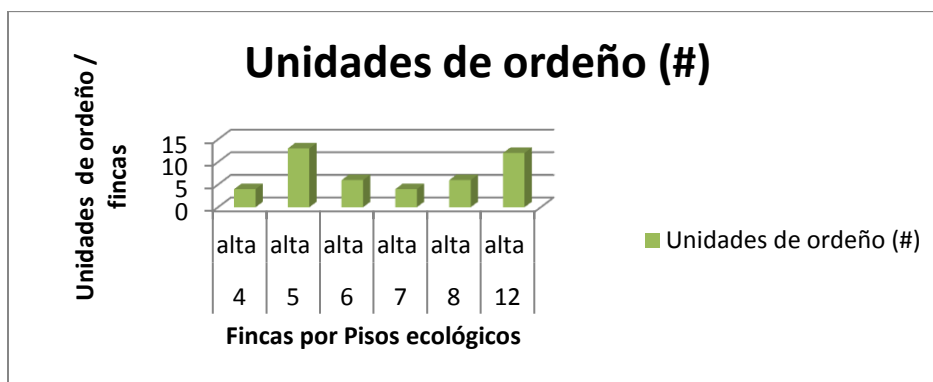
\*significativo

Las unidades de ordeño por pisos ecológicos nos señala que las fincas usan un 50 % cuatro unidades como se nos muestra en la (Grafica V y VI). Y que las fincas de zona alta usan diferentes unidades.

### GRAFICA V. UNIDADES DE ORDEÑO POR PISOS ECOLÓGICOS ZONA BAJA.



### GRAFICA VI. UNIDADES DE ORDEÑO POR PISOS ECOLÓGICOS ZONA ALTA.



**CUADRO X. VARIABLE CUANTITATIVA DE LA VARIABLE UNIDADES DE ORDEÑO.**

Descriptor estadístico/ variable	Unidades de ordeño
Número de observaciones	12
Media	6
Mediana	4
Moda	5
Desviación estándar	3.21
Varianza	10.36
Rango	10.00
Asimetría	1.80
Curtosis	1.62
Coefficiente de variación	53.65

**CUADRO XI. RECOMENDACIÓN TÉCNICA DE UNIDADES DE ORDEÑO A  
USAR EN LAS FINCAS EVALUADAS.**

Fincas	numero de vacas	número de unidades en la finca	número de unidades a utilizar
1	28	4	4
2	37	3	5
3	80	6	12
4	38	6	6
5	68	12	12
6	108	6	18
7	32	4	5
8	68	6	9
9	70	4	9
10	48	4	6
11	49	4	6
12	120	12	16

#### 4.2.5 Cambio de las Mangueras en el equipo (Anual)

Se obtuvo los valores para esta variable con una media de 10.32 meses (Cuadro XIII), con una desviación estándar de 0.52 que indica el grado de variación que hay entre las fincas analizadas y se obtuvo un coeficiente de variación de 59.84 % y una varianza de 0.27, la amplitud o rango de 1.75 de los datos. La información del trabajo realizado señala que Curtosis de 1.08 tiene forma puntiaguda, que las fincas realizan sus cambios en diferentes periodos y demostrado por un coeficiente de asimetría de 1.16 que se alargan con respecto a la media que se encuentra a la izquierda y sus valores están concentrados en la media una que se presentan distintos tiempos para el cambio de las mangueras del equipo. Según el análisis de varianza para la variable cambio de mangueras en el equipo (Cuadro X) se mostró que no hay significancia ( $P > 0.05$ ) con respecto al tiempo del cambio de mangueras en el equipo.

#### CUADRO XII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CAMBIO DE MANGUERAS EN EL EQUIPO

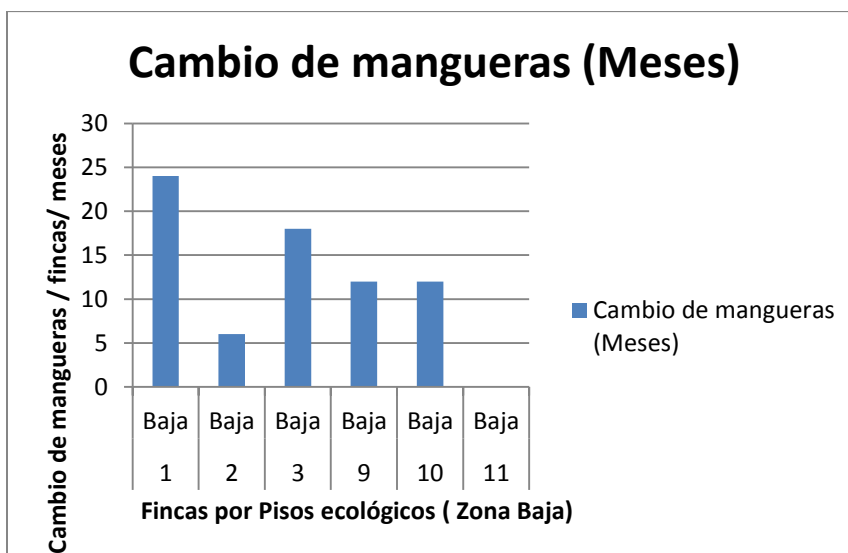
FV	GL	CM	Nivel de significancia
Fincas	1	80.08	0.1898 NS
Error	10	40.48	
Total	11		

NS=no significativa

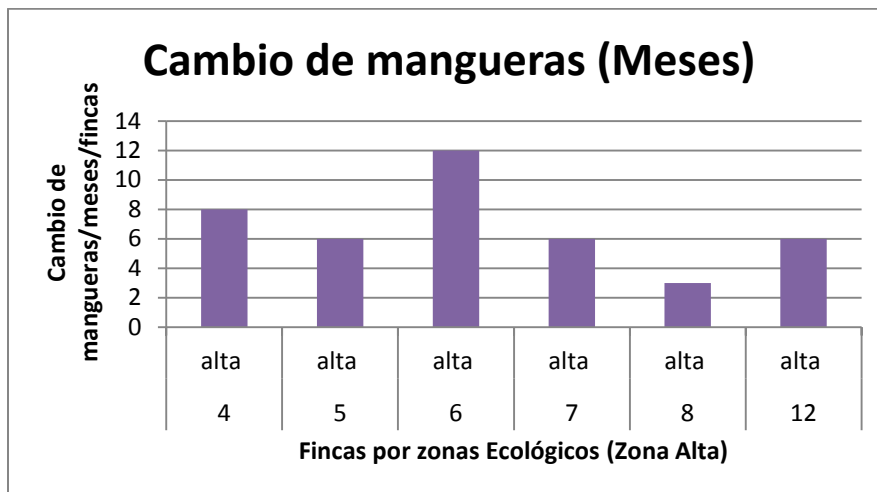
El tiempo de cambio de mangueras de las unidades de ordeño en las fincas por pisos ecológicos se encontró que la mayoría de las fincas realizan el cambio de las mangueras superior de los seis meses. Esta información difiere con respecto a la referencia establecido por Bernal (2012) que indica que deben realizarse cada tres a nueve meses el cambio de las mangueras del equipo. (Grafica VII y VIII)

Unión ganadera Regional de Jalisco (S.F) adaptado de Wisconsin Milk Quality 1998, Señala que el tiempo de cambio de las mangueras de goma y conexiones de goma deben hacerse anualmente.

#### **GRAFICA VII. CAMBIOS DE MANGUERAS EN EL EQUIPO POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA BAJA)**



**GRAFICA VIII. CAMBIOS DE MANGUERAS EN EL EQUIPO POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA ALTA).**



**CUADRO XIII. VARIABLE CUANTITATIVA CAMBIOS DE MANGUERAS EN EL EQUIPO.**

Descriptor estadístico/variable	Cambio de mangueras en el equipo
Número de observaciones	11
Media	0.86
Mediana	0.75
Moda	0.50
Desviación estándar	0.52
Varianza	0.27
Rango	1.75
Asimetría	1.16
Curtosis	1.08
Coeficiente de variación	59.84

#### 4.2. 6 Tamaño de la Finca (Ha)

En cuanto a esta variable La media es de 54.61 Ha (Cuadro XV), el coeficiente de variación para esta variable 55.14 % obtuvo una desviación estándar de 30.11 que indica la variación entre las fincas, la varianza para esta variable es de 906.86, el rango o amplitud es de 82.50, Curtosis es de -1.51 la cual es aplanada e indica que las fincas tienen diferentes capacidades (Ha), indicando por la asimetría 0.33 que es hacia la izquierda indicando que las fincas están por debajo de la media que es de 54.61 Lo cual indica que las fincas poseen diferentes dimensiones de terreno para realizar esta actividad.

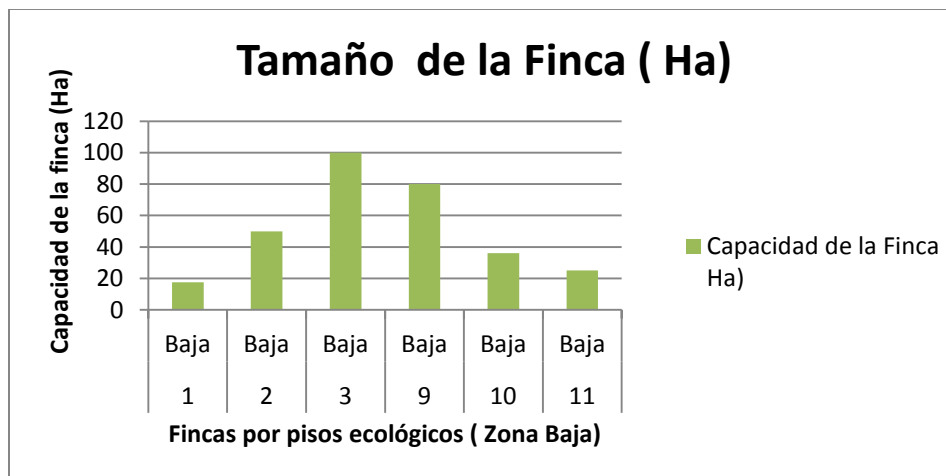
En el análisis de varianza de la variable Tamaño de la finca (Cuadro XII) se encontró que no hay diferencia significativa ( $P>0.05$ ) lo cual indica que las fincas tienen diferentes tipos de hectáreas.

#### CUADRO XIV. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE TAMAÑO DE LA FINCA

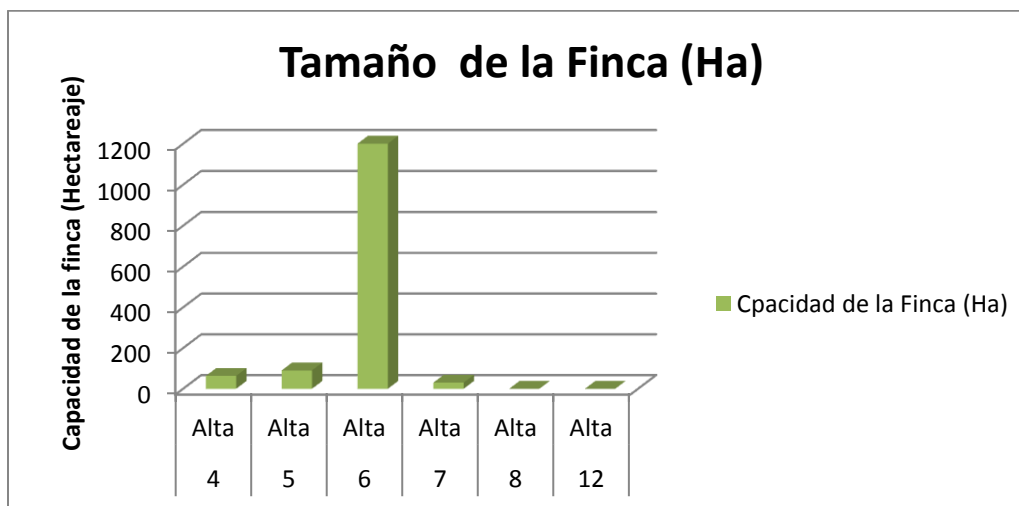
FV	GL	CM	NS
Pisos ecológicos	1	207917.067	0.22890514 NS
Error	8	122507.745	
Total	9		

**NS = no significativo**

**GRAFICA IX. TAMAÑO DE LA FINCA POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA BAJA).**



**GRAFICA X. TAMAÑO DE LA FINCA (HA) POR FINCAS POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA ALTA).**



El Tamaño de la finca va a estar determinada por el productor nos indica que las fincas de zona baja con respecto a las de zona alta son parecidas en hectareaje lo cual varía por zona alta (Grafica XI y XII).

**CUADRO XV. VARIABLE CUANTITATIVA TAMAÑO DE LA FINCA (HA)**

<b>Descriptor estadístico/ variable</b>	<b>Tamaño de la finca (Ha)</b>
Número de observaciones	9
Media	54.61
Mediana	50.00
Moda	.
Desviación estándar	30.11
Varianza	906.86
Rango	82.50
Asimetría	0.33
Curtosis	-1.51
Coefficiente de variación	55.14

#### 4.2.7 Temperatura tanque de enfriamiento (°C)

La variable temperatura en tanque de enfriamiento obtuvo una media de 3.92 °C (Cuadro XVII), y la desviación estándar fue de 0.29 la cual indica que hay poca variación entre las fincas, coeficiente de variación es de 7.37 %, la Curtosis de esta es de 12 que tiene forma puntiaguda las fincas están en el rango que debe trabajar el tanque de enfriamiento y se observa mediante la asimetría la cual es de -3.96 que indica que se encuentra a la derecha, y que se encuentran los valores por debajo de la media lo cual indica que la mayoría de las fincas tiene la temperatura del tanque en el rango correcto.

De acuerdo al análisis de varianza para la variable temperatura tanque de enfriamiento (Cuadro XVI) no hay significancia entre las fincas ( $P > 0.05$ ) con respecto a sus pisos ecológicos.

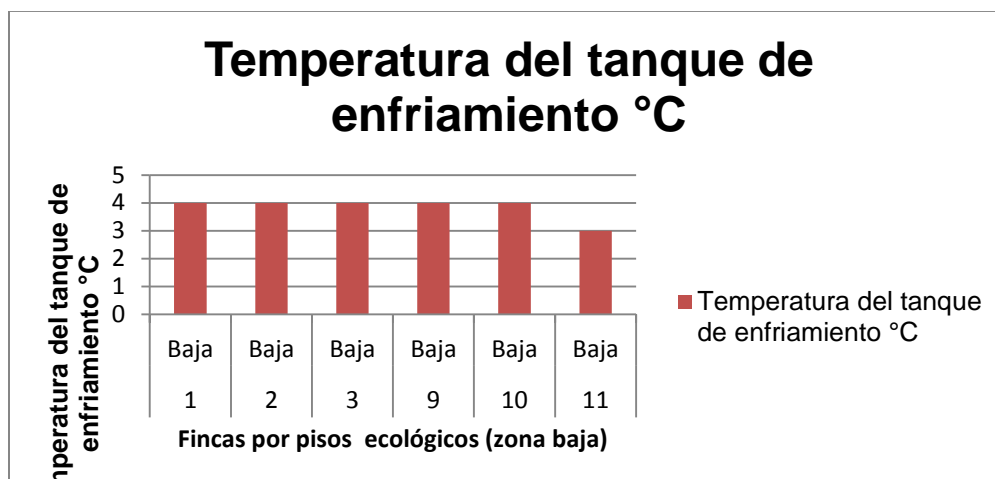
Cuadro XVI. Análisis de varianza para la variable Temperatura tanque de enfriamiento.

FV	GL	CM	NS
Pisos ecológicos	1	0.083333333	0.34089313 NS
Error	10	0.083333333	
Total	11		

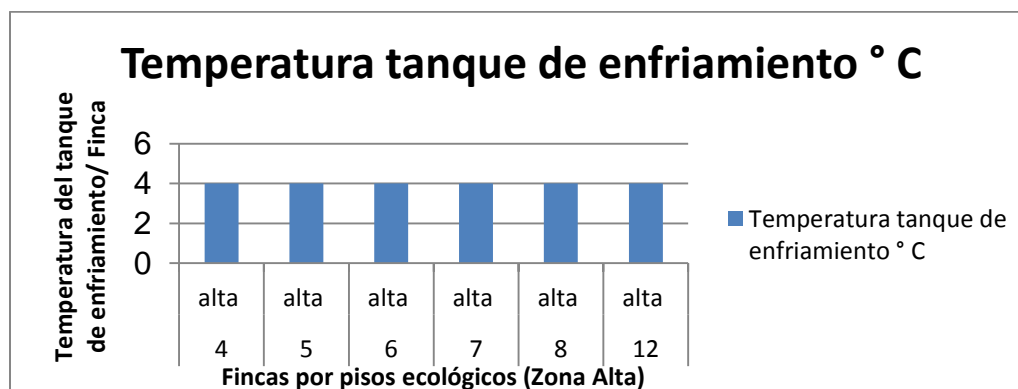
NS= no significativo.

La temperatura del tanque de enfriamiento es un factor determinante en la calidad láctea, las fincas evaluadas presentan valores de temperatura del tanque de enfriamiento alrededor de 3 a 4 grados centígrados, esta información es avalada por Hernández J. (S.F) la temperatura correcta para evitar proliferación de bacterias en la leche es alrededor de 2 a 4°C. (Grafica IX y X).

**GRAFICA XI. TEMPERATURA DEL TANQUE DE ENFRIAMIENTO POR FINCAS POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA BAJA).**



**GRAFICA XII. TEMPERATURA DEL TANQUE DE ENFRIAMIENTO POR FINCAS POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA ALTA).**



**Cuadro XVI. Variable cuantitativa temperatura tanque de enfriamiento °C.**

<b>Descriptor estadístico/Variable</b>	<b>Temperatura tanque de enfriamiento ° C</b>
Número de observaciones	12
Media	3.92
Mediana	4.0
Moda	4.0
Desviación estándar	0.29
Varianza	0.08
Rango	1.00
Asimetría	-3.46
Curtosis	12
Coefficiente de variación	7.37

#### **4.2. 8 Mantenimiento del equipo de ordeño (Meses)**

Para esta variable su media es de 5.17 meses (Cuadro XIX), coeficiente de variación de 74.88 %, una desviación estándar de 3.87 la cual indica una variabilidad entre fincas y una varianza de 14.97, el rango o recorrido de 11 y Curtosis de 1.64 tiene forma puntiaguda valores están concentrados con respecto a la media y por lo tanto que la asimetría de 1.18 hacia la izquierda indica que las fincas realizan el mantenimiento menor a la media. Por consiguiente va a haber unos comportamientos diferentes entre fincas y esta información va de acuerdo a la necesidad del equipo de ordeño.

Según Lesser et al, 1979 conviene realizar el mantenimiento del equipo una vez al año con el instrumental para revisar las condiciones de los pulsadores, la bomba de vacío entre otras partes del equipo.

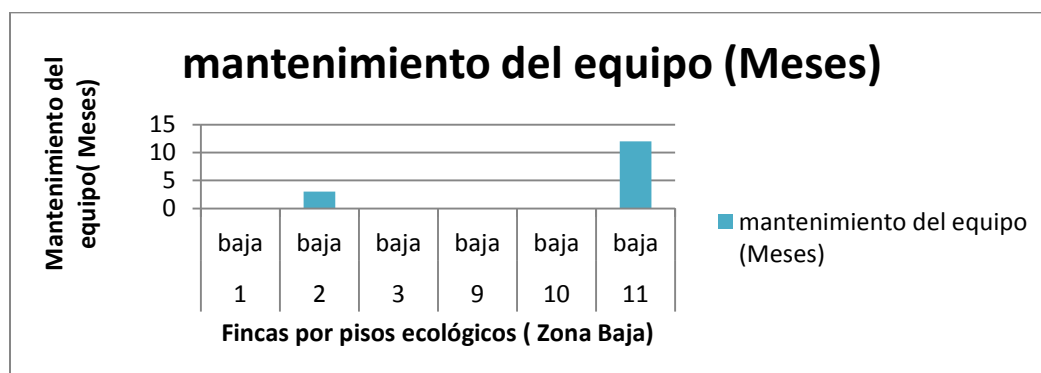
Según Grangretto el tiempo entre chequeos del equipo debe ser de cada 3 a 4 meses, también vamos a tener mantenimientos mensuales a equipos de muchas horas de uso diario y mantenimientos semestrales equipos de pocas horas de uso diario. En el análisis de varianza de la variable mantenimiento del equipo se logró determinar que no hay diferencia significativa ( $P>0.05$ ). Lo cual indica que las fincas evaluadas que el mantenimiento en fincas no es tan marcado.

**CUADRO XVIII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE ORDEÑO.**

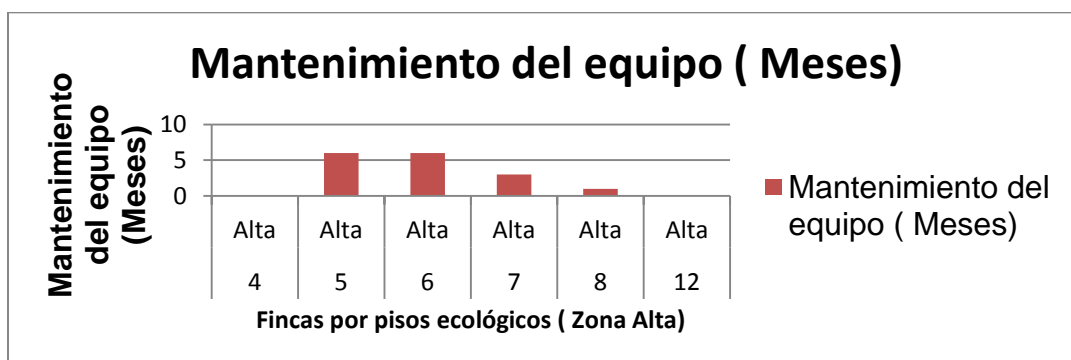
FV	GL	CM	NS
Pisos ecológicos	1	16.3333333	0.35020559 NS
Error	4	14.625	
Total	5		

NS = No significancia.

**GRAFICA XIII. MANTENIMIENTO DEL EQUIPO (MESES) EN FINCAS POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA BAJA).**



**GRAFICA XIV MANTENIMIENTO DEL EQUIPO (MESES) EN FINCAS POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA ALTA).**



El mantenimiento del equipo en la mayoría de las fincas es mínimo solo un 50 % de las fincas los realizan el tiempo estimado para el mantenimiento del equipo varia con respecto a las necesidades del mismo, el tiempo más usado para el mantenimiento del equipo en las fincas evaluadas es de 6 meses, con respecto a esta información Lesser indica que el tiempo va a depender de las necesidades del equipo (Grafica XIII y XIV)

**CUADRO XIX.VARIABLE CUANTITATIVA MANTENIMIENTO DEL EQUIPO (MESES).**

Descriptor estadísticos/ variable	Mantenimiento del equipo
Número de observaciones	6
Media	5.17
Mediana	4.50
Moda	3.0
Desviación estándar	3.87
Varianza	14.97
Rango	11.00
Asimetría	1.18
Curtosis	1.64
Coefficiente de variación	74.88

**4.2.9 Tiempo de Cambio de pezoneras (Meses)**

Para esta variable la media es de 4.22 meses (Cuadro XIX), desviación estándar de 1.60 indicando una dispersión entre las fincas, la varianza para esta variable de 2.92, el coeficiente de variación para esta variable de 40.41 %, El rango o recorrido de 3.50, y la Curtosis de -2.48 la cual es aplanada la cual se encuentra a la izquierda por lo tanto las fincas hacen el cambio de pezonera cuando no funcione más esta y el coeficiente de asimetría 0.17 indica que se encuentra a la izquierda de los valores y la cual están concentrados en la media, lo cual indica que realizan los cambios arriba de los 2500 ordeños O seis meses y las fincas presentan valores menores a la media.

En el análisis de varianza para la variable cambio de pezoneras se encontró que No hay significancia en la variable tiempo de cambio de pezoneras ( $P > 0.05$ ) lo cual indica que el cambio de las pezoneras se realiza al tiempo pertinente por cada finca.

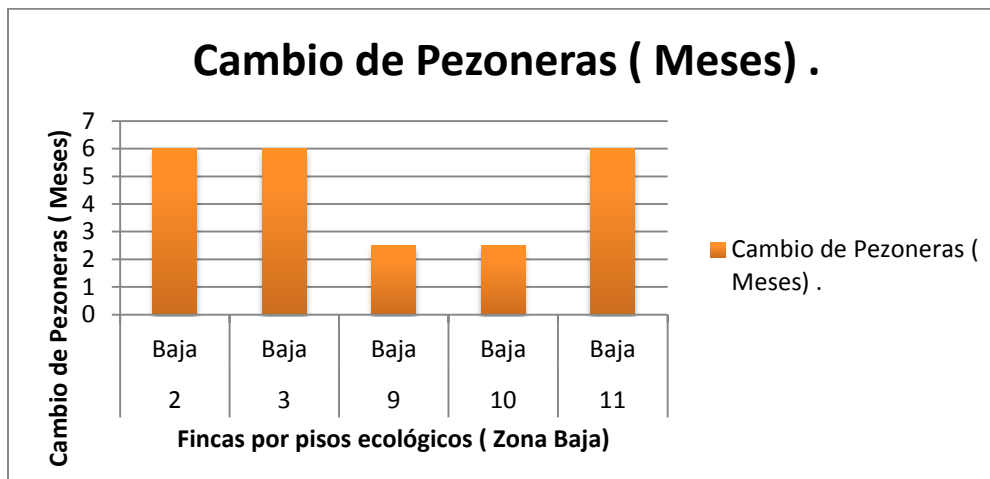
**CUADRO XX. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE TIEMPO DE CAMBIO DE PEZONERAS**

FV	GL	CM	NS
Pisos ecológicos	1	3.025	0.33203389 NS
Error	8	2.8375	
Total	9		

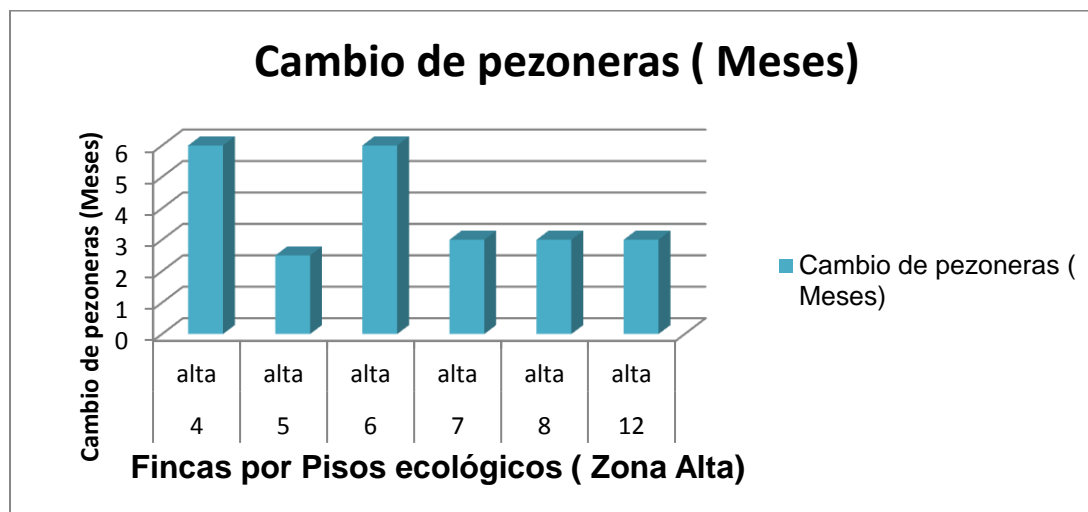
NS=no significancia

El tiempo de cambio de pezoneras en las fincas evaluadas por pisos ecológicos nos muestra que están en un rango de 6 meses a 2.5 meses para realizar el cambio de las pezoneras, que esta es parecido a la información suministrada por Lesser 1979 que indica que las pezoneras deben de cambiarse cada 6 meses o 2500 ordeños (Grafica XV y XVI).

**GRAFICA XV. CAMBIO DE PEZONERAS EN EL EQUIPO (MESES) EN FINCAS POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA BAJA).**



**GRAFICA XVI. CAMBIO DE PEZONERAS EN EL EQUIPO (MESES) EN FINCAS POR PISOS ECOLÓGICOS (ZONA ALTA).**



**CUADRO XXI.VARIABLE CUANTITATIVA CAMBIO DE PEZONERAS.**

Descriptor estadístico/variable	Cambio de pezoneras en el equipo
Número de observaciones	11
Media	4.22
Mediana	3.00
Moda	6.00
Desviación estándar	1.70
Varianza	2.92
Rango	3.50
Asimetría	0.17
Curtosis	-2.38
Coefficiente de variación	40.41

**CUADRO XXII. CALCULOS DE CAMBIOS DE LAS PEZONERAS POR FINCAS (RECOMENDACIÓN)**

Fincas	Numero de vacas	Unidades o puestos de ordeño	Cambio de las pezoneras ( meses )
1	28	4	6.40 meses
2	37	3	2.65 meses
3	80	6	3.12 meses
4	38	6	6.58 meses
5	68	12	7.35 meses
6	108	6	2.31 meses
7	32	4	5.20 meses
8	68	6	3.68 meses
9	70	4	2.38 meses
10	48	4	3.47 meses
11	49	4	3.40 meses
12	120	12	4.16 meses

### 4.3 VARIABLES CUALITATIVAS DE LA ENCUESTA REALIZADA A PRODUCTORES

#### 4.3.1 TIPO DE PEZONERA.

Tipo de pezonera	Frecuencia	Porcentaje
Hule	12	100
Total	12	100%

En esta variable cualitativa (Cuadro XXIII) se puede observar que la pezonera el tipo de material a utilizar es de hule con un porcentaje de 100 por ciento en las fincas analizadas. Las pezoneras de hule material es de Caucho estas tienen una durabilidad de 2500 ordeños (Grangretto, 2012).

#### 4.3.2 COLOR DE MANGUERAS EN EL EQUIPO.

#### TABLA DE FRECUENCIA PARA LA VARIABLE COLOR DE LAS MANGUERAS EN EL EQUIPO

Color de las mangueras	Frecuencia	Porcentaje
Blanca	7	58.33
Transparente	5	41.67
Total	12	100

En cuanto a esta variable cualitativa (Cuadro XXI) se pueden encontrar que el color de las mangueras tiene dos porcentajes el cual el color blanco tiene un 58.33 % y el color transparente un 41.67 % completando un 100%.

### 4.3.3 USO DEL EQUIPO DE ORDEÑO (AÑOS)

TABLA DE FRECUENCIA PARA LA VARIABLE USO DEL EQUIPO (AÑOS)

Uso del Equipo (Años)	Frecuencia	Porcentaje
4	2	18.18
5	2	18.18
20	1	9.09
16	1	9.09
22	1	9.09
7	1	9.09
15	1	9.09
12	1	9.09
1	1	9.09
Total	11	100

En cuanto al uso del equipo años (Cuadro XXI) este va a variar con respecto al manejo y entre la información suministrada los valores o porcentajes de la edad de los equipos son los siguientes: 4 años=18.18 %, 5 años=18.18 %, y los siguientes años 20, 16,22,7,15,12,1 todos con un porcentaje de 9.09 con el cual corresponde al 100 por ciento la sumatoria de los porcentajes, el cual indica que la edad del equipo tuvo variación en las fincas analizadas cabe destacar que las fincas con edades de 22 años tienen un nivel de bacterias bueno debido al mantenimiento realizado.

#### 4.3.4 MODULADOR DE VACIO

TABLA DE FRECUENCIA PARA LA VARIABLE MODULADOR DE VACIO EN EL EQUIPO.

Modulador de vacío	Frecuencia	Total
Control eléctrico	12	100
Total	12	100

Para esta variable se encontraron los siguientes valores (Cuadro XXI) la cual fue suministrada por la encuesta que el modulador de vacío en el equipo es control eléctrico en el equipo con un 100 %.

#### 4.3.5 TIPO DE PULSADOR

TABLA DE FRECUENCIA PARA LA VARIABLE TIPO DE PULSADOR

Tipo de pulsador	Frecuencia	Porcentaje
Neumático	6	50
Electrónico	6	50
Total	12	100

En los datos encontrados para la variable tipo de pulsador (cuadro XXI) que se suministró mediante una encuesta se pudo determinar que los pulsadores de a utilizar en las fincas evaluadas son neumáticos con un 50% y electrónico con 50 % en total un 100 %.

Según Ureña S.F El pulsador electrónico se diferencia del neumático en la velocidad ,la calibración y la relación debido a una bobina electrónica instalada con software y mantenimiento básico limpieza, el pulsador neumático usa pastillas plásticas, pastilla plásticos, diafragma de hule , mantenimiento ajustes de calibración diferente en cada chequeo.

#### 4.3.6 TIPO DE TUBERIA DE LECHE

TABLA DE FRECUENCIA PARA LA VARIABLE TIPO DE TUBERIA DE LECHE

Tubería de leche	Frecuencia	Porcentaje
Vidrio	1	8.33
Acero inoxidable	11	91.67
Total	12	100

En cuanto a la tubería de leche a utilizar en las fincas evaluadas (Cuadro XXI) se encontró que en su mayoría son de acero inoxidable con un 91.67 % y de vidrio con un 8.33 % dando en total un 100 por ciento. Según Mayora, F (S.F) El material a utilizar para la producción de alimentos debe ser resistente a la herrumbre como el acero inoxidable para garantizar las condiciones de las características organolépticas (sabor, color, olor).

#### 4.3.7 LINEA DE LECHE

TABLA DE FRECUENCIA PARA LA VARIABLE LINEA DE LECHE EN EL EQUIPO

Linea de leche	Frecuencia	Porcentaje
Alta	12	100
Total	12	100

Para esta variable se determinó (Cuadro XXI) que La línea de leche en las fincas es una línea alta en todas las fincas con un 100 por ciento.

La línea de leche su función es transportar aire y leche uniendo los distintos puntos de ordeño, con el descargador o releaser, las líneas de leche se clasifican con el nivel de vacío de trabajo en: Línea alta con 49-50Kpa, Línea Media con 46-48 Kpa y Línea Baja con 44-41 Kpa, (Aprocal, 2016)

#### 4.3.8 MARCA DEL EQUIPO

TABLA DE FRECUENCIA PARA LA VARIABLE CUALITATIVA MARCA DEL EQUIPO

Marca del equipo	Frecuencia	Porcentaje
De Laval	7	58.33
Bou-matic	1	8.33
Flaco	2	16.67
Eurolate	1	8.33
Westfalia	1	8.33
Total	12	100

En cuanto a la marca del equipo (Cuadro XXI) en las fincas se encontraron diferentes entre ellas De Laval con un 58.33 %, Bou-matic con 8.33 %, Flaco con 16.67 %, Eurolate con 8.33 % y Westfalia Surge con 8.33 con un total de 100 %, Indicando que por finca la marca con mayor demanda es De Laval.

#### 4.3.9 USO DE OXITOCINA

TABLA DE FRECUENCIA PARA LA VARIABLE USO DE OXITOCINA

Uso de oxitocina	Frecuencia	Porcentaje
No	12	100
Total	12	100

Para esta variable cualitativa se encontró (Cuadro XXI) que las fincas no utilizan oxitocina con un 100% de las fincas evaluadas. La oxitocina es una hormona secretada por el animal que tiene una vida media de 6-8 minutos, por lo tanto un efecto que se observa ante la bajada de la oxitocina es el aumento de leche que permanece en la ubre. No realizar tratamiento en la sala de ordeño, no usar oxitocina, (Wattiaux M, 1996).

#### 4.4 Tiempo Total de Ordeño

En el presente trabajo se determinó que hay una diferencia significativa entre fincas  $P < 0.0001$  (Cuadro XXIV) con respecto al tiempo total de ordeño. Encontrándose Mediante la prueba de Tukey que entre las fincas evaluadas la que obtuvo mayor tiempo de ordeño es la finca 12 con 215 minutos y la finca de menor tiempo por ordeño fue la finca 1 con una media de 38 minutos (Cuadro XXV). Se encontró un  $R^2$  de 0.87 y un coeficiente de variación de 19.91 %. Según De Laval (2015) dice que un ordeñador manual ordeña 7 a 8 vacas por hora y un ordeño mecánico son normales de 120 vacas/operario /hora. Según los datos encontrados por Rodríguez en 2008 los animales a ordeñar si es espina de pescado en salas 32 vacas/hora/operario con un punto por cada dos puestos. El periodo de ordeño en las fincas analizadas hubo una variación con respecto al número de vacas en cada explotación. El periodo de ordeño propiamente (150 a 210 segundos), según la producción de la vaca y el sistema de ordeño (de Graaff 1995).

#### CUADRO XXIV. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE TIEMPO TOTAL DE ORDEÑO EN LAS FINCAS EVALUADAS

FV	GL	SC	CM	Fc	P<0.0001
Finca	11	72604.97222	6600.45202	15.69	<.0001
Error	24	10096.00000	420.66667		
Total	34	82700.97222			

CV=19.91       $R^2=0.87$       \*\*\* Altamente Significativa.

**CUADRO XXV. COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE TIEMPO  
TOTAL DE ORDEÑO (MINUTOS)**

Fincas	Medias (min)	Agrupamiento tukey
12	215	A
9	150	B
3	133	BC
8	115	CBD
6	105	CED
10	93	FED
5	90	FED
2	88	FED
11	80	FED
4	71	FEG
7	57	FG
1	38	G

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.4.1 Tiempo de ordeño por vaca

En cuanto a la variable tiempo de ordeño por vaca en este trabajo se pudo observar (Cuadro XXVI) una diferencia significativa entre fincas ( $P > 0.0001$ ) En cuanto a la comparación de medias (Cuadro XXVII) se encontró una diferencia entre fincas el cual obtuvo un mayor tiempo fue la finca 2 con 2.44 y la de menor tiempo la finca 1 con 0.97 minutos.

Según (Novoa C, 1987) El Tiempo de ordeño por vaca es alrededor de 5 a 7 minutos que dura la secreción de oxitocina y permite la bajada de la leche. El coeficiente de variación para esta variable es de 20.34% y un  $R^2$  de 0.62. De acuerdo con una investigación realizada por Reugg et al, (1999) las vacas con producción de 9-12 kg demoran 5 min, las de 14-16 demoran 6 min, las vacas con producción de 20 demoran 7 minutos todo con respecto a la secreción de oxitocina. Según la Unión Ganadera de Productores de leche de Jalisco (S.F) El tiempo de ordeña varía entre 2 a 7 minutos por cada vaca.

#### CUADRO XXVI. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE TIEMPO DE ORDEÑO POR VACA EN LAS FINCAS EVALUADAS

FV	GL	SC	CM	Fc	P<0.0001
FINCA	11	4.88263056	0.44387551	3.61	0.0041
ERROR	24	2.95200000	0.12300000		
TOTAL	35	7.83463056			

$P > 0.0001$  \*\* diferencia Significativa

**CUADRO XXVII. CUADRO DE COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE TIEMPO DE ORDEÑO POR VACA EN LAS FINCAS EVALUADAS**

<b>Fincas</b>	<b>Medias (Minutos)</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
2	2.44	A
9	2.14	BA
10	1.95	BAC
4	1.87	BAC
12	1.79	BAC
7	1.79	BAC
8	1.70	BC
3	1.66	BC
11	1.63	BC
1	1.39	DC
5	1.31	DC
6	0.97	D

Fuente: Gaitan J, 2016.

## 4.5 PARAMETROS DEL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

### 4.5.1 Relación ordeño en equipo (%)

En la variable relación Ordeño en el equipo se determinó que hay una diferencia significativa ( $P < 0.001$ ) entre las fincas evaluadas (Cuadro XXVIII). Se obtuvo un  $R^2$  de 0.90 que indica que hay un buen ajuste de los datos y un  $CV=2.44$ , en cuanto a las fincas la que obtuvo una mayor relación de ordeño (Cuadro XXIX) fue la finca 4 que presentó una media de 69.547 %, y la que presentó una menor relación fue la finca 10 con 58.583 %.

Según Ramírez 1984. En el mercado existen pulsadores con las siguientes relaciones 50:50,60:40,70:30. El 65:35 siendo el más correcto en el mercado.

Esta fase ordeño o succión se fundamenta en: Cuando el pulsador crea un vacío en la cámara de pulsación, el revestimiento de goma se abre y la leche fluye. (Ureña S.F). Según Eberhard (1987) está claro que si la pezonera no tiene una adecuada o muy deliberadamente el ciclo de pulsado en la pezonera podrá causar mastitis y colapse la punta del pezón.

Según la norma ISO 5707, se especifica que en relación ordeño/masaje, se debe evitar la relación 50:50 con pulsadores de pulsación alternada (pulsación delantera y pulsación trasera); esta norma también especifica que la frecuencia de pulsación (ciclos/min) para ordeño de vacas y búfalas debe estar en el rango 55-65 ciclos/min.

**CUADRO XXVIII. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE  
RELACION ORDEÑO (%) EN EL EQUIPO**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;F</b>
FINCAS	10	479.9818242	47.9981824	20.29	<0.001
ERROR	22	52.0346000	2.3652091		
TOTAL	32	532.0164242			

P <0.001 ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

**CUADRO XXIX. COMPARACION DE MEDIAS MEDIANTE LA PRUEBA DE  
TUKEY PARA LA VARIABLE RELACION ORDEÑO (%) EN EL EQUIPO**

<b>Fincas</b>	<b>Medias (%)</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
4	69.54	A
6	67.78	BA
1	67.77	BA
9	65.00	BC
12	64.12	BCD
2	61.55	ECD
11	59.89	ED
8	59.86	ED
5	59.66	ED
7	59.26	E
10	58.58	E

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.5.2 Relación Masaje en Equipo (%)

En el presente trabajo se pudo observar la fase masaje (Cuadro XXX) en donde se encontró una diferencia altamente significativo entre las fincas evaluadas ( $P < 0.0001$ ). En cambio a través de la prueba de Tukey se presentó una diferencia de medias entre las fincas evaluadas y cabe destacar que la finca con mayor relación masaje fue la finca 7 (Cuadro XXXI) y la finca 4 marco un valor menor con respecto a las demás fincas. Estos valores indican que la relación masaje se encuentra bastante bien en las fincas evaluadas. El  $R^2$  para esta variable fue de 0.93 lo cual indica que se ajusta al modelo y un coeficiente de variación de 3.29 %. Según Delgado 2010, Estos valores de masajeo no deben variar de 5 % de su relación de masaje para así evitar daños en el pezón.

Según Serrano las relaciones superiores a 70:30 en el equipo reducen el tiempo de masaje a valores inferiores a 1500 ms desmejorando la calidad del pezón.

Por otro lado si las pulsaciones no son las adecuadas el masaje no se realiza eficazmente, creando una situación incómoda para la vaca, ya que una succión continua puede dañar el esfínter y extremo inferior del pezón (Castle y Watkins, 1988)

Normalmente el tiempo de apertura de ordeño es tres veces el tiempo de masaje, por lo que la relación de pulsación es de 3:1; aunque la relación óptima es de 60:40 (Santiesteban, 1992, citado por Quintero 2010).

**CUADRO XXX. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RELACION MASAJE (%) EN EL EQUIPO.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;F</b>
FINCA	10	473.5215394	47.3521539	32.74	<0.0001
ERROR	22	31.8228667	1.4464939		
TOTAL	32	505.3444061			

P<0.0001 ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

**CUADRO XXXI. COMPARACION DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS PARA LA VARIABLE RELACION MASAJE (%) EN EL EQUIPO.**

<b>Fincas</b>	<b>Medias (%)</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
7	40.730	A
8	40.133	A
11	40.103	A
5	39.033	BA
10	38.916	BA
2	37.780	BAC
12	36.050	BC
9	35.000	DC
6	32.233	ED
1	32.216	ED
4	28.796	E

Fuente: Gaitan J, 2016.

**CUADRO XXXII. FASES DE RELACIONES DE ORDEÑO/ MASAJE EN LA FINCAS ANALIZADAS.**

<b>Fincas</b>	<b>Relación Ordeño</b>	<b>Relación Masaje</b>
<b>1</b>	67.77	32.216
<b>2</b>	61.55	37.780
<b>4</b>	69.54	28.796
<b>5</b>	59.66	39.033
<b>6</b>	67.78	32.233
<b>7</b>	59.26	40.730
<b>8</b>	59.86	40.133
<b>9</b>	65.00	35.000
<b>10</b>	58.58	38.916
<b>11</b>	59.89	40.103
<b>12</b>	64.12	36.050

Fuente: Gaitan J, 2016.

Según la norma nos indica que hay diferentes pulsadores en el equipo de ordeño 65:35,60:40, 70:30 por pulsador debe haber un porcentaje de diferencia en la relación de pulsación de 1 %.

#### **4.5.3 Pulsaciones en el equipo de Ordeño (PPM).**

En la evaluación de la variable Pulsaciones en el equipo de ordeño (Cuadro XXXIII) se encontró que hay diferencia significativa entre fincas ( $P < 0.0001$ ).

Lo cual si no tiene las pulsaciones de las adecuadas puede influir en el rendimiento del ordeño y en la salud de los pezones, para esta variable se encontró un  $R^2$  es de 0.57 y un coeficiente de variación de 3.54 %.

Según Grangretto (2012). En cuanto a la frecuencia; la norma nos indica que los pulsadores para ordeños adecuados deben tener una velocidad de entre 57 y 63 pulsaciones por minuto (ppm) y que lo óptimo sería de 60 PPM. El mal funcionamiento de los pulsadores aumento la posibilidad de contraer mastitis en 1.44 en la vacas. (Calderón y et al, 2004)

Los valores encontrados tienen cierta similitud con la información realizada por Aprocal (2000) demostró que las pulsaciones ineficientes se caracteriza por una falta de masaje en la punta del pezón, cuando la pulsación aumenta de 60 hay una disminución en las fases de pulsación.

Según Serrano (1997) La frecuencia de una pulsación muy rápida, en la medida que los pulsadores aumenten de 60 pulsaciones por minuto, los tiempos relativos de las fases de un ciclo de pulsación disminuye proporcionalmente. Esto origina ordeños muy largos.

Lo que indico que los valores encontrados que no representa un daño tan evidente en el equipo.

**CUADRO XXXIII. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PROMEDIO PULSACIONES EN EQUIPO**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;F</b>
FINCA	10	101.8155333	10.1815533	3.03	0.0143
ERROR	22	73.8272667	3.3557848		
TOTAL	32	175.6428000			

\*\*\* Altamente significativo

**CUADRO XXXIV. COMPARACION DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE PULSACIONES EN EL EQUIPO DE ORDEÑO**

<b>Fincas</b>	<b>Medias (PPM)</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
4	63.98	A
12	61.90	BA
1	61.55	BA
10	60.15	BA
7	60.14	BA
8	59.97	BA
11	59.90	BA
6	59.36	BA
9	59.34	BA
5	58.44	B
2	56.99	B

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.5.4 Vacío en el sistema (Kpa)

En el presente trabajo se determinó mediante el análisis de varianza para la variable Vacío en el equipo de ordeño que hubo una diferencia significativa entre fincas ( $P < 0.0001$ ) (Cuadro XXXV). En cuanto a la comparación de medias (Cuadro XXXVI) la finca 4 obtuvo un valor muy alto de 54.713 y la finca 2 presentó un valor menor de 43.343 lo cual indica que el vacío en el sistema va a depender del tipo de Pulsador.

Según Lesser, 1979 el nivel de Vacío es de 50 Kpa. Un vacío en el colector alrededor de 39 a 42 kilopascales durante el periodo de máximo flujo de leche es considerado el compromiso para ordeñar vacas en condiciones de ordeñabilidad (Vásquez, 2008). El vacío insuficiente da lugar a resbalamientos en el pezón y aumento en el tiempo de ordeño. El aumento de vacío causa hiperqueratosis en las vacas y el grado de sobrepresión del equipo.

Este trabajo indica que las fincas están en el rango permisible de vacío en el equipo excepto la finca 7 y 2 con bajo nivel de vacío. El  $R^2$  para esta variable de 0.79 lo cual indica que hay una relación bien alta con respecto a la fincas y un  $CV = 4\%$ .

Los valores encontrados en esta variable indican que el vacío en el equipo varía con respecto a la capacidad de la Bomba de vacío y del tipo de pulsador a utilizar.

**CUADRO XXXV. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE VACIO EN EL EQUIPO DE ORDEÑO 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	10	320.3844545	32.0384455	8.25	<0.001
Error	22	85.3959333	3.8816333		
Total	32	405.7803879			

**CV= 4% R<sup>2</sup>= 0.79**

**\*\*\* Altamente significativo**

**CUADRO XXXVI. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE VACÍO EN EL EQUIPO DE ORDEÑO (KPA)**

<b>Fincas</b>	<b>Medias</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
4	54.71	A
1	54.19	A
12	49.96	BA
6	49.94	BA
10	49.50	BA
11	49.15	BA
8	49.05	BAC
9	48.31	BC
5	47.00	BC
7	45.96	BC
2	43.35	C

#### 4.6 Bacterias en el Equipo (Bacterias /ML de leche)

En cuanto a la variable bacterias en el equipo (Cuadro XXXVII) se puede observar que hay diferencia significativa entre fincas ( $P < 0.0001$ ). Por lo tanto las medias obtenidas por fincas que presento mayor contenido de bacterias/ml en el equipo es la finca 4 con un conteo de 315000 bacterias y la finca 8 con 2650 bacterias/ml la que presento menor contenido de bacterias, esta leche se encuentra con calidad Premium ya que su contenido de bacterias por lo tanto las fincas evaluadas presentan el contenido de bacterias con respecto a la ley N° 60 del 2 de diciembre de 1977: La leche cruda grado A, es aquella que tiene un recuento de bacterias no mayor de 200,000/mililitros, no debe presentar residuos de antibióticos, debe mantenerse a un temperatura no mayor a 10°C desde el momento de su obtención hasta llegar a la planta. (Fuentes, 2013 citado por Moreno 2014) Se encontró un Coeficiente de Variación de =141.43 % y un  $R^2$  de 0.78.

#### CUADRO XXXVII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE BACTERIAS EN EL EQUIPO EN LAS FINCAS ANALIZADAS

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Finca	11	344179457292	31289041572	12.14	<0.0001
Error	36	927567227500	2576575763.9		
Total	47	436936184792			

\*\*\* Altamente significativo

CV=141.43%  $R^2=0.78$

**CUADRO XXXVIII. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE BACTERIAS EN EL EQUIPO.**

<b>FINCAS</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>AGRUPAMIENTO TUKEY</b>
4	315000	A
1	37250	B
12	21000	B
10	13000	B
2	9250	B
9	6775	B
6	6750	B
3	6000	B
7	6000	B
11	5000	B
5	3000	B
8	2650	B

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.7 Volumen de lavado de Pre-ordeño del Equipo (Lts)

En cuanto al trabajo realizado se pudo determinar mediante el análisis de varianza (Cuadro XXXIX) se encontró que hay una diferencia altamente significativa entre fincas ( $P < 0.0001$ ). Se presentó una comparación de medias que nos indicó que la finca con mayor cantidad es la finca 7, con una media de 60 litros y la de menor media es la finca 1 con un valor de 15 litros debido a que su sistema de lavado es de menor tamaño correspondiente a las demás (Cuadro XL). En cuanto al pre-ordeño del equipo Jones (2010), sugieren que este debe realizarse antes del inicio del ordeño el objetivo de este es hacer fluir todo los residuos y desinfección antes de realizar la ordeña. Un  $R^2$  de 0.80 y un  $CV = 21.59$ .

#### CUADRO XXXIX. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE VOLUMEN DE LAVADO (LTS) PRE-ORDEÑO EN EL EQUIPO EN LAS FINCAS ANALIZADAS.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Finca	11	6378.145764	579.831433	9.27	<0.0001
Error	24	1500.996667	62.541528		
Total	35	7879.142431			

$CV = 21.59$       $R^2 = 0.80$

\*\*\* Altamente Significativo

**CUADRO XL. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS  
MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE (VOLUMEN) PRE-  
ORDEÑO DEL EQUIPO**

<b>Fincas</b>	<b>Medias (LITROS)</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
7	60.00	A
4	53.33	AB
3	50.00	ABC
12	43.33	ABCD
9	43.33	ABCD
11	40.00	ABCDE
10	30.95	BCDEF
6	30.00	CDEF
8	28.56	CDEF
2	25.00	DEF
5	20.00	EF
1	15.00	F

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.7.1 Tiempo de pre-ordeño del Equipo (Minutos)

En cuanto a los datos recopilados en este estudio se mostró que hay una diferencia significativa entre las fincas evaluadas ( $P < 0.0001$ ) (Cuadro XLI) ya que cada finca usa un protocolo diferente de pre-ordeño del equipo. En la comparación de medias (Cuadro XLII) se pudo observar mientras que la finca 3 tiene una media de 15.00 minutos con respecto a la finca 7 que presenta una media de 8.00 minutos y los cuales son mayores a la información suministrada por Jones en 2010 que indica que debe durar alrededor de 2 a 3 minutos. El  $R^2$  para esta variable es de  $=0.77$  y un CV de 10.87 %.

Según Heer ,2007 el lavado del equipo dura alrededor 5 minutos. Pero hasta el próximo ordeño el equipo podría contaminarse nuevamente. Por ese motivo, se recomienda desinfectar inmediatamente antes del ordeño.

**CUADRO XLI. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LIMPIEZA TIEMPO DE PRE-ORDEÑO DEL EQUIPO EN LAS FINCAS EVALUADAS**

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Finca	11	156.333333333	14.2121212	7.31	<0.0001
Error	24	46.6666667	1.9444444		
Total	35	203.0000000			

\*\*\* Altamente significativo

CV=10.87%.

$R^2=0.77$

**CUADRO XLII. COMPARACIÓN DE MEDIAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE LIMPIEZA TIEMPO DE PRE-ORDEÑO EN LAS FINCAS EVALUADAS.**

<b>Fincas</b>	<b>Medias(Min)</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
3	15.00	A
2	15.00	A
4	15.00	A
6	15.00	A
11	14.00	A
1	13.33	A
12	12.66	A
5	12.33	A
9	11.66	AB
10	11.00	AB
8	11.00	AB
7	8.00	AB

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.7.2 Volumen de Lavado Post-ordeño (Lts)

En el análisis de varianza para la variable inicio de lavado hubo una diferencia significativa ( $P < 0.0001$ ) Cuadro (XLIII); en cuanto a la comparación de medias (Cuadro XLIV) por fincas el volumen de inicio para la finca 7 es de 80 Lts y la de menor es la finca con 15 Lts, se encontró un  $R^2$  de 0.95 y un  $CV = 13.26\%$ . En cuanto al volumen de agua para sacar la leche residual no hay un parámetro que diagnostique esto. Lo que se recomienda es enjuague la leche residual con agua a  $50\text{ }^\circ\text{C}$ , sin recircular y hasta que salga limpia (Fertica, 2011).

**CUADRO XXXLIII. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LIMPIEZA VOLUMEN DE LAVADO POST-ORDEÑO EN LAS FINCAS EVALUADAS.**

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Fincas	11	10724.58306	974.96210	38.46	<0.0001
Error	24	608.41500	25.30563		
Total	35	11332.99806			

**$P < 0.0001$  Altamente significativo.**

$CV = 13.26\%$ .  $R^2 = 0.95$

**CUADRO XLIV. COMPARACION DE MEDIAS DE MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA LIMPIEZA VOLUMEN DE AGUA POST-ORDEÑO EN LAS FINCAS EVALUADAS.**

<b>Fincas</b>	<b>Medias (Lts)</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
7	80.00	A
12	53.33	B
2	50.00	BC
11	41.00	BC
3	40.00	BC
10	38.56	BC
8	38.33	C
9	36.66	CD
4	23.33	DE
6	20.00	E
5	19.33	E
1	15.00	E

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.7.3 Tiempo de Lavado Post-Ordeño (Minutos)

La variable volumen de lavado post-ordeño (Cuadro XLV) en este trabajo se encontró diferencias significativas entre fincas ( $P < 0.0001$ ) y la comparación de medias (Cuadro XLVI) que presenta mayor valor es la 4 con una media 10 minutos y la finca 2 con una media de 3 minutos presentando el menor. Se encontró un  $R^2$  de 0.90 y un Coeficiente de Variación de 15.47 %. Según Arango, 2015 encontró que el tiempo ideal para la eliminación de residuos durara alrededor de 5 minutos y este es necesario realizarlo con agua tibia o fría, no con agua caliente. Lo cual difiere con los datos recopilados en este estudio indican que el tiempo de lavado Post-ordeño en las fincas es mayor a lo encontrado por Arango. Según Heer, 2007 el desleche o enjuague debe durar 5 minutos con agua fría o hasta que el agua salga limpia. Lo ideal es enjuagar con agua tibia si eso es posible.

#### CUADRO XLV. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE EN LIMPIEZA TIEMPO (MIN) DE LAVADO POST-ORDEÑO EN LAS FINCAS ANALIZADAS

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
FINCA	11	143.6666667	13.0606061	20.44	<0.0001
ERROR	24	15.3333333	0.6388889		
TOTAL	35	159.0000000			

**$P < 0.0001$  Altamente significativo**

**CV=15.47 %.**

**CUADRO XLVI. COMPARACION DE MEDIAS DE MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE LIMPIEZA TIEMPO (MIN) DE LAVADO POST-ORDEÑO EN LAS FINCAS EVALUADAS**

<b>Fincas</b>	<b>Medias (Min)</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
4	10.00	A
6	8.00	B
5	6.00	BC
3	6.00	BC
7	5.00	CD
8	5.00	CD
11	4.33	CD
12	4.00	CD
1	4.00	CD
10	3.66	CD
9	3.00	D
2	3.00	D

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.7.4 VOLUMEN DE ENJUAGUE DE LIMPIEZA (AGUA CALIENTE) EN EL EQUIPO

En el presente trabajo la variable volumen de enjuague de limpieza (agua caliente) (Cuadro XLVII) se encontró una diferencia significativa entre las fincas evaluadas ( $P < 0.0001$ ) y en las comparación de medias evaluadas la finca que presentó mayor volumen de agua caliente es la Finca 9, con una media de 80 litros y la de menor volumen la finca con una media de 24 litros (Cuadro XLVIII). Según Kellcher (S.F) recomienda 9 litros/ unidad de ordeño, lo cual difiere con respecto a la información suministrada por De Laval (2009) que indica que son 8 litros/ unidad de ordeño + 10 litros por unidad final. En cuanto a la limpieza del equipo con agua caliente más la solución de detergente alcalino debe ser a una temperatura de 65-70 ° C. Se encontró que solo el 33.33 % de las fincas realizan la limpieza con respecto a los suministrado por De Laval, solo 25 % de las fincas necesita mayor cantidad de agua para la limpieza y el 41.66 % están por encima de lo suministrado por De Laval (2009).

#### CUADRO XLVII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LIMPIEZA VOLUMEN DE ENJUAGUE DE LIMPIEZA DEL EQUIPO (AGUA CALIENTE) EN EL EQUIPO EN LAS FINCAS ANALIZADAS

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
FINCA	11	8157.51639	741.59240	7.60	<.0001
ERROR	24	2340.41500	97.51729		
TOTAL	35	10497.93139			

**$P < 0.001$  Altamente significativo CV=15.92%  $R^2=0.77$**

**CUADRO XLVIII. COMPARACION DE MEDIAS DE LAS FINCAS EVALUADAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE LIMPIEZA VOLUMEN (Lts) AGUA CALIENTE EN EL EQUIPO**

<b>FINCAS</b>	<b>MEDIAS (LITROS)</b>	<b>AGRUPAMIENTO TUKEY</b>
9	80.00	A
8	80.00	A
3	80.00	A
12	73.33	A
7	60.00	A
2	60.00	A
6	60.00	A
4	60.00	A
11	56.66	A
10	56.66	A
5	51.90	AB
1	24.00	B

Fuente: Gaitan J, 2016.

**CUADRO XLIX. ESTIMACION DE VOLUMEN DE AGUA USANDO LA RECOMENDACIÓN DE LAVAL (2009)**

**Regla de uso de Agua= 8 litros por unidad de ordeño más 10 litros de unidad final**

Fincas	Unidades	Agua a utilizar (Lts)	Agua utilizada en la Limpieza (Lts)
1	4	42 litros	24
2	3	34	60
3	6	58	80
4	6	42	60
5	13	114	51.90
6	6	58	60
7	4	42	60
8	6	58	80
9	4	42	80
10	4	42	56.66
11	4	42	56.66
12	12	106	73.33

#### 4.7.5 TIEMPO DE ENJUAGUE DE LIMPIEZA (AGUA CALIENTE) EN EL EQUIPO

En el presente estudio el análisis de varianza para la variable tiempo enjuague de limpieza de (agua caliente) tal como se muestra en el (Cuadro L). estos presentan una diferencia altamente significativa ( $P < 0.0001$ ). En cuanto a la comparación de medias (Cuadro XLIX) se logró observar que la finca 3 con 15 minutos presento la mayor media y la de menor media la finca 7 con 8 minutos. Se encontró un Coeficiente de Variación es de 10.86 % y un  $R^2$  de 0.77. EL Tiempo para la limpieza del equipo es alrededor de 6-10 minutos haga circular a una temperatura de 65-70° C y drene la solución con agua alcalina y enjuague con agua limpia por 5 minutos (ECOLAB), Según Jones (2010) la limpieza debe demorar alrededor de 13 minutos que haiga circulación completa. Según De Laval Co (2015), este paso tendrá una duración de 10 minutos y es elemental que se ejecute con agua a una temperatura no inferior a 40 °C. Según Caputto (2009) este debe durar alrededor de 15 minutos para una correcta limpieza.

#### CUADRO L. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE TIEMPO (Minutos) DE ENJUAGUE DE LIMPIEZA AGUA CALIENTE

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Finca</b>	11	156.3333333	14.2121212	7.31	<.0001
<b>Error</b>	24	46.6666667	1.9444444		
<b>Total</b>	35	203.0000000			

**CUADRO LI. COMPARACIÓN DE MEDIAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE TIEMPO ENJUAGUE DE LIMPIEZA DE AGUA CALIENTE**

<b>Fincas</b>	<b>Medias (min)</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
3	15.00	A
2	15.00	A
4	15.00	A
6	15.00	A
11	14.00	A
1	13.33	A
12	12.66	A
5	12.33	A
9	11.66	AB
10	11.00	AB
8	11.00	AB
7	8.00	B

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.7.6 VOLUMEN DE AGUA EN EL ENJUAGUE FINAL DEL EQUIPO

En el análisis de varianza realizado para la variable enjuague final del equipo (Cuadro LII) se logró observar diferencia altamente significativa ( $P < 0.0001$ ). En cuanto a la comparación de las medias se encontró diferencias en el volumen de agua a utilizar la que presento mayor volumen es la finca 9 con 106.67 litros y la finca 1 con 25 litros (Cuadro LIII). Se obtuvo un coeficiente de Variación de 15.56 % y un  $R^2$  de 0.79.

**CUADRO LII. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE VOLUMEN DE AGUA EN EL ENJUAGUE FINAL DEL EQUIPO EN LAS FINCAS EVALUADAS**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Pr</b>	<b>Pr&gt;F</b>
FINCAS	11	15646.97222	1422.45202	8.28	<0.0001
ERROR	24	4120.66667	171.69444		
TOTAL	35	19767.63889			

**CV=15.56 %.**       **$R^2 = 0.79$**

**$P < 0.0001$  Altamente Significativo**

**CUADRO LIII. COMPARACION DE MEDIAS MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE VOLUMEN DE AGUA EN EL ENJUAGUE FINAL EN LAS FINCAS EVALUADAS**

<b>Fincas</b>	<b>Medias (litros)</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
9	106.67	A
12	106.67	A
3	100.00	A
8	100.00	A
5	93.33	A
2	80.00	A
7	80.00	A
6	80.00	A
11	80.00	A
4	80.00	A
10	78.67	A
1	25.00	B

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.7.7 TIEMPO DE ENJUAGUE FINAL

En el análisis de varianza realizado para la variable tiempo de enjuague final tal como se muestra en el cuadro (LIV) se muestra una diferencia significativa entre las fincas evaluadas ( $P < 0.0001$ ). En Cuanto al tiempo de lavado (Cuadro LV) la finca 4 Tiene una media de 10 y la finca 2 con una media de 3 lo cual demuestra que en muchas fincas si realizan el tiempo de enjuague correcto. Los resultados encontrados indican que el enjuague final este se realiza correctamente en el equipo pero su tiempo es menor al indicado por Caputto J, (2009) Este debe realizarse a temperatura ambiente durante 8 a 10 minutos, solo el 16.66% realiza el enjuague en este tiempo y el 83.34 por debajo de lo recomendado.

Se encontró un coeficiente de variación de 15.47 % y un  $R^2$  de 0.90.

#### CUADRO LIV. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LA VARIABLE TIEMPO ENJUAGUE FINAL EN LAS FINCAS EVALUADAS

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
FINCAS	11	143.6666667	13.0606061	20.44	<.0001
ERROR	24	15.33333333	0.6388889		
TOTAL	35	159.0000000			

\*\*\* Altamente Significativo

**CUADRO LV. COMPARACION DE MEDIAS PARA LA VARIABLE TIEMPO EN  
EJUAGUE FINAL EN LAS FINCAS EVALUADAS**

<b>Fincas</b>	<b>Medias (Min)</b>	<b>Agrupamiento Tukey</b>
4	10.00	A
6	8.00	AB
5	6.00	BC
3	6.00	BC
7	5.00	CD
8	5.00	CD
11	4.33	CD
12	4.00	CD
1	4.00	CD
10	3.66	CD
9	3.00	D
2	3.00	D

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.7.8 Detergente Alcalino

De laval, 2010 Los detergentes alcalinos proveen la energía química para disolver depósitos orgánicos (grasa y proteínas).

En la preparación de la solución alcalina, se debe tener en cuenta un volumen de agua adecuado, como para que la máquina haga llegar solución a todos los sectores con muy buena turbulencia. Esta solución se incorpora en la máquina y se hará recircular hasta que la temperatura de la solución baje de 75 °C (que se incorpora) hasta 40 °C. Si dejamos que la temperatura baje a menos de 40 °C corremos el riesgo de pegar grasa que ya fue emulsionada.

#### CUADRO LVI. CUADRO DE MEDIAS DE DETERGENTE ALCALINO

FINCAS	DETERGENTE ALCALINO (Gramos)
1	141.75
2	149.78
3	199.58
4	149.78
5	129.65
6	149.78
7	150
8	202.49
9	150
10	150
11	100
12	173.33

Fuente: Gaitan J, 2016.

#### 4.7.9 DETERGENTE ACIDO EN EL EQUIPO

Heer G, 2007. Los detergentes ácidos se solubilizan los minerales y los incorpora en la solución de lavado.

Los detergentes ácidos actúan de manera que solubilizan los minerales de la piedra de leche y los incorpora, los dispersa en la solución de lavado del equipo.

#### CUADRO LVII. CUADRO DE MEDIAS DE DETERGENTE ÁCIDO

Fincas	Detergente ácido (Gramos)
7	240
8	450
9	240
10	240
11	100
12	210

Fuente: Gaitan J, 2016.

**CUADRO LVIII. ESTIMACIÓN DE LITROS TOTALES DE AGUA USADO  
PARA LA LIMPIEZA**

Fincas	Pre- ordeño ( Litros)	Post- ordeño (Litros)	Enjuague de Limpieza (Agua Caliente) (Litros)	Enjuague Final del equipo (Litros)	Total ( Litros)
1	15	15	24	25	79
2	25	50	60	80	215
3	50	40	80	100	270
4	53.33	23.33	60	80	216.66
5	20	19	51.90	93.33	184.23
6	30	40	60	80	210
7	60	80	60	80	280
8	28.56	38.33	80	100	246.89
9	43.33	36.66	80	106.67	266.66
10	30.95	38.56	56.66	78.67	198.82
11	40	40	56.66	80	236.66
12	50	53.33	73.33	106.67	283.31

**CUADRO LIX. ESTIMACION DE TIEMPO USADO PARA LA LIMPIEZA DEL EQUIPO**

Fincas	Tiempo Pre-ordeño (Minutos)	Tiempo post-ordeño (Minutos)	Tiempo de enjuague del equipo (Agua Caliente) (Minutos)	Tiempo de enjuague final (Minutos)	Total ( Minutos)
1	13	4	13	4	34
2	15	3	15	3	36
3	15	6	15	6	42
4	15	10	15	10	50
5	12	6	12.66	6	36.66
6	15	8	15	8	46
7	8	5	8	5	26
8	11	5	11	5	32
9	11.66	3	11.66	3	29.32
10	11	3.66	11	3.56	29.22
11	14	4.33	14	4.33	36.66
12	12	4	12	4	32

**CUADRO LX. ESTIMACIÓN DE COSTO DE LAVADO DEL EQUIPO DE ORDEÑO**

Fincas	Detergente utilizado (gramos)	Detergente ideal	Costo del detergente	Cantidad de agua utilizada	Costo del lavado del equipo
1	141.75	1 onza/ 3 galones	8.50 \$	25 litros	1.20 \$
2	149.78	1 onza/ 3 galones	8.50 \$	60 litros	1.27 \$
3	199.58	1 onza/3 galones	8.50 \$	80 litros	1.69 \$
4	149.78	1 onza/3 galones	8.50 \$	60 litros	1.27 \$
5	129.65	1 onza/3 galones	8.50 \$	51.90 litros	1.10 \$
6	149.78	1 onza/3 galones	8.50 \$	60 litros	1.27 \$
7	150	1 onza/ 3 galones	8.50 \$	60 litros	1.28 \$
8	202.49	1 onza/ 3 galones	8.50 \$	80 litros	1.72 \$

9	150	1 onza/3 galones	8.50 \$	80 litros	1.28 \$
10	150	1 onza/ 3 galones	8.50 \$	56.66	1.28 \$
11	100	1 onza/3 galones	8.50 \$	56.66	0.85 \$
12	173.33	1 onza/3 galones	8.50 \$	73.33	1.47 \$

Se realizan dos lavados al día.

## 5. CONCLUSIÓN

El presente estudio fue realizado con el objetivo de determinar la eficiencia del equipo de ordeño y el estado como se encuentran las fincas.

- El Análisis de la situación técnica y operativa de los equipos de ordeño nos señaló que uno de los principales problemas en el equipo es que no tienen las unidades suficientes para realizar el ordeño; y no se realizaba el cambio de pezoneras oportunamente.
- En el Funcionamiento del equipo se encontró que un 50 % de los equipos esta tienen deficiencia en las fases de pulsación.
- La limpieza del equipo de ordeño vario entre fincas debido al volumen de agua utilizada.
- Hay diferencias en la producción de leche de vaca por pisos ecológicos, aunque no las hay por funcionamiento de los equipos de ordeño.
- Un factor importante en el funcionamiento del equipo es la edad o el tiempo de uso.

## 6. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este estudio acerca de la situación técnica y operativa de los equipos de ordeño, podemos sugerir las siguientes recomendaciones.

- El personal encargado de la labor de ordeño debe estar adiestrado en el manejo del equipo y su correcta limpieza.
- Las instituciones relacionadas a la extensión agropecuaria o divulgación de conocimiento (MIDA, FCA, COOLECHE R.L. Empresas productores de Leche), deben brindarles a los productores capacitaciones encaminadas a mejorar el uso del equipo de ordeño.
- El MIDA debe crear un departamento de producción lechera para que apoye a los productores.
- Se deben dividir los lotes de producción para optimizar el tiempo de ordeño.
- Cada seis meses se debe realizar el mantenimiento preventivo (chequeos estáticos del equipo) al equipo de ordeño; de reparación cada 3 meses con respecto al tiempo de trabajo del equipo y limpieza de calidad de leche.
- El personal debe tomar precauciones con respecto al aumento de vacío en el equipo, ya que este puede causar daños en el sistema mamario.
- Se debe llevar un cronograma para supervisar el mantenimiento del equipo.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Aguado S, José. 1982. Chequeo y Mantenimiento de Maquinas de Ordeño. En Manual sobre el Ganado Productor de Leche Ed. M. Pérez Domínguez, 771 Pág.

Arango D, 2015. Limpie y desinfecte su equipo en tres pasos, consultado en línea el 14 de septiembre del 2016, disponible en: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/limpie-y-desinfecte-sus-equipos-de-ordeno-en-3-pasos>

Ariza C, 2011. Análisis productivo y reproductivo de un hato lechero, Caldas-Antioquia, Tesis Industrial Pecuaria, Colombia, 66 pág. consultado en línea el 22 de septiembre del 2016, disponible en: [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/579/1/Analisis\\_hato\\_lechero.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/579/1/Analisis_hato_lechero.pdf)

Ávila S, 2012. EL ordeño y su importancia, consultado en línea el 15 de abril del 2015 en línea, disponible en: <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Maquinainstala/cap5.pdf>

Calderón A., et al. 2004, Modelo de regresión logística para determinar relaciones de equipos de ordeño con la presentación de la mastitis bovina en fincas del altiplano cundiboyacense, consultado en línea el 26 de abril del 2015, disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902005000100002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902005000100002)

Calvet E, 2014. Como mejorar el rendimiento del Ordeño, consultado el 17 de septiembre del 2016, disponible en:

<http://www.portalechero.com/innovaportal/v/5157/1/innova.front/como-mejorar-el-rendimiento-del-ordeno.html>

Caputto J, 2009. El lavado de la ordeñadora, consultado en línea el 15 de septiembre del 2016, disponible en:

<http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/industria-lechera/articulos/lavado-ordenadora-t2306/472-p0.htm>

Castro Ramírez A, 1984. Producción Bovina, consultado en línea el 20 de marzo del 2015, disponible en:

[https://books.google.com.pa/books?id=fBTeYDDWIFQC&pg=PA210&dq=equipos+de+orde%C3%B1o+y+sus+funciones&hl=es-419&sa=X&ei=D5ILVbigOsWcgwSHpIOwBq&redir\\_esc=y#v=onepage&q=equipos%20de%20orde%C3%B1o%20y%20sus%20funciones&f=false](https://books.google.com.pa/books?id=fBTeYDDWIFQC&pg=PA210&dq=equipos+de+orde%C3%B1o+y+sus+funciones&hl=es-419&sa=X&ei=D5ILVbigOsWcgwSHpIOwBq&redir_esc=y#v=onepage&q=equipos%20de%20orde%C3%B1o%20y%20sus%20funciones&f=false)

Castle M; Watkins, 1988. Producción lechera Moderna, Editorial Acribia, 200-215 Pág.

Contraloría general de la República de Panamá. Instituto Nacional de Estadística y Censo. Situación Pecuaria en el año 2013. Consultado en línea el 3 de abril del 2015, disponible en:

[http://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID\\_SUBCATEGORIA=13&ID\\_PUBLICACION=589&ID\\_IDIOMA=1&ID\\_CATEGORIA=4](http://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID_SUBCATEGORIA=13&ID_PUBLICACION=589&ID_IDIOMA=1&ID_CATEGORIA=4)

Cole. H; Ronning, M.1980. Curso de Zootecnia, Biología de los animales Domésticos y Su Empleo por el Hombre. Editorial Acribia, España. 828 pág.

Cooleche 2010, Guía técnica para el productor, 28 pág.

Delgado, A, 2011. Funcionamiento y evaluación de máquinas de ordeño y su repercusión en la mastitis, consultado en línea el 17 de marzo del 2015, disponible en: <http://www.engormix.com/MAGanaderialeche/sanidad/articulos/funcionamiento-evaluacion-maquinas-ordeno-t476/165-p0.htm>

De Laval, 2009. Equipo de ordeño, consultado en línea el 20 de marzo del 2015, disponible en: <http://www.delaval.com.ar/-/Product-Information1/Milking/>

García López José, Manual de ordeño Mecánico impreso en España por Unigraf, S.A, Madrid 1979 pag.272

Gasque R, 2012. Equipos de ordeño, consultado en línea el 21 de marzo del 2015, disponible en: <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Maquinainstala/cap7d.pdf>

Google Maps, 2016. Mapa de la Provincia de Chiriquí, consultado en línea el 26 de julio del 2016, disponible en <https://www.google.com.pa/maps/place/Chiriqu%C3%AD/@8.4387724,-82.8426756,9z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8fa5098873daff19:0x89cdd65056b29fe9!8m2!3d8.584898!4d-82.3885783>

Heer G.2007 Limpieza del equipo con detergente acidos, consultado en linea el 25 de abril del 2016, disponible en: [http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/tecnologialeche/informacion/apunte&usg=AFQjCNEf-EgQ6xuBBh\\_mTCsBKBI4o66Dg&bvm=bv.121099550,d.dmo](http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/tecnologialeche/informacion/apunte&usg=AFQjCNEf-EgQ6xuBBh_mTCsBKBI4o66Dg&bvm=bv.121099550,d.dmo)

Hodgson, H, E: Reed, O.E.1960. La industria lechera en América tropical. Oficina de la industria lechera (USDA) centro regional de ayuda técnica (I.C.A) 370 pág.

Jones G, 2010. Limpieza y desinfección del equipo de ordeño consultado en línea disponible en: <http://articles.extension.org/pages/31747/limpieza-y-desinfeccion-del-equipo-de-ordeo>

Holmann et al, 2004. Producción de leche y su relación con los mercados, consultado en linea el 14 de septiembre del 2016, disponible en: <http://corfoga.org/2012/wp-content/uploads/2012/10/Produccion-de-Leche-y-su-relacion-con-los-Mercados.pdf>

INTA 2016. Técnicas para aumentar la producción de leche en pocos pasos, consultado en linea el 15 de septiembre del 2016, disponible en: <http://www.contextoganadero.com/blog/tecnica-para-aumentar-la-produccion-de-leche-en-pocos-pasos>

Kelcher J, 2010. Are you washing your machine milking correctly, consultado en línea el 16 de marzo del 2016, disponible en:

<http://www.teagasc.ie/areaunits/kerrylimerick/LimerickNewsletters/Are%20you%20washing%20your%20milking%20machine%20correctly.pdf>

Martínez E, 2010. Análisis de la rutina de ordeño y calidad de leche en lecherías especializadas grado A de la cuenca lechera en la provincia de Chiriquí, Tesis Ing. Agrónomo ,113 pág.

Mayora F, (S.F). El acero inoxidable en la industria alimenticia, consultado en línea el 14 de septiembre del 2016, disponible en:

<http://www.portalechero.com/innovaportal/v/640/1/innova.front/el-acero-inoxidable-en-la-industria-alimenticia.html?page=2>

Mein G et al, 2001. Máquina de ordeño y el riesgo de mastitis, consultado en línea el 18 de junio del 2016, disponible en :

[http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj7nJH1gLXNAhVLJx4KHdzdDs8QFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.aprocal.com.ar%2Fwpcontent%2Fuploads%2Fmaquina\\_y\\_riesgo\\_de\\_mastitis.doc&usg=AFQjCNG6Y3H461gp0tq2sDgb1gF0SCQf\\_w&bvm=bv.124817099,d.dmo](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj7nJH1gLXNAhVLJx4KHdzdDs8QFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.aprocal.com.ar%2Fwpcontent%2Fuploads%2Fmaquina_y_riesgo_de_mastitis.doc&usg=AFQjCNG6Y3H461gp0tq2sDgb1gF0SCQf_w&bvm=bv.124817099,d.dmo)

Miguez J, 2009. Evaluación de máquinas de ordeño en términos de ordeñabilidad, consultado en línea el 27 de abril del 2016, disponible en:

<http://srvcloudseragro.opensoftsi.es:81/index.php/calidade-do-leite/54-avaliacao-de-maquinas-de-ordeno-en-terminos-de-ordenabilidade>

Miranda P, 2006. Conceptos de estadística descriptiva, consultado en línea el 27 de mayo del 2015 disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/h-gea/gg-2006/gg061i.pdf>

Morales R, 1997 Caracterización del patrón técnico de higienización. Estimulación del sistema mamario y ejecución del ordeño mecanizado en tres fincas lecheras grado A en la Provincia de Chiriquí. Tesis Ing. Agro, 105 pág.

Lesser, R. Alberto, 1979. Instalaciones y equipos de ordeño, Editorial hemisferio Sur, Primera Edición 255-275 pág.

López S y Serra R, 1982, La máquina y las instalaciones de ordeño en el ganado vacuno lechero, consultado en línea el 11 de abril del 2015, disponible en: [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_MG/MG\\_199\\_2\\_6\\_92\\_36\\_45.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG/MG_199_2_6_92_36_45.pdf)

López y et al, 1994, Relación entre el estado y Función de los equipos de ordeña con la sanidad de la glándula mamaria, consultado en línea el 26 de abril del 2016, disponible en: <http://www.avancesveterinaria.uchile.cl/index.php/ACV/article/view/6138/5996>

Quiroz, J.2008 Limpieza y desinfección de los equipos de ordeño y tanque de enfriamiento, consultado en línea disponible en: <http://www.actualidadganadera.com/articulos/limpieza-equipos-ordenos.html>

Reineiman D, 2001. Dairy operator Guide to milking machine cleaning and sanitation consultado el 15 de marzo del 2016, disponible en: <http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/09/guide-to-milking-machine-cleaning-and-sanitation>

Rivera, S.A. La prensa. Marzo 2014. Alimentos rentables para el ganado. Consultado el 3 de abril del 2015. Disponible en: <http://www.prensa.com/impreso/economia/alimentos-rentables-ganado/287417>

Rodríguez M, 2008. El ordeño y su rutina, consultado en línea el 8 de abril del 2015, disponible en: [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/16\\_20\\_02\\_tema\\_9chico2.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/16_20_02_tema_9chico2.pdf)

Salazar P, L.C. 1984. Manual práctico para el manejo de experimentos agrícolas y pecuarios. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias

SENA, 1987. Cartilla de ordeño, consultado en línea el 12 de abril del 2015, disponible en: [http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/31496/pdf/b1\\_car2.pdf](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/31496/pdf/b1_car2.pdf)

Serrano J, 2012. Características Operativas de los equipos de Ordeño, consultado en línea el 6 de abril del 2015, disponible en: <http://inta.gob.ar/personas/serrano.pedro>

Serrano P, 2010, INTA estaticontrol, consultado en línea el 12 de abril del 2015, disponible en: [http://inta.gob.ar/documentos/estati-control-ii/at\\_multi\\_download/file/EstatiControlIII.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/estati-control-ii/at_multi_download/file/EstatiControlIII.pdf)

Schmidt, G.H. y L.D. Van Vleck, L.D. 1974. Bases científicas de la Producción Lechera. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Suarez, M.2012. Prueba de hipótesis para medias, consultado en línea el 20 de mayo del 2015, disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos91/prueba-hipotesis-medias-excel-y-winstats/prueba-hipotesis-medias-excel-y-winstats.shtml>

Ureña, M. (S.F) Modulo de Capacitación para Ordeñadores, Oteima, Primera Edición 1-29 Pág.

Unión ganadera regional de Jalisco (S.F), EL ordeño, consultado en línea el 14 de septiembre de 2016, disponible en:

[http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=456&Itemid=376](http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=456&Itemid=376)

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 2015, disponible en: <http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/d>

## ANEXOS

Figura 6 visitas a fincas evaluadas



