

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**DETERMINACIÓN DE LA HIGIENE EN EL ORDEÑO Y SU RELACIÓN CON  
LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA EN 7 GANADERÍAS DE LA ZONA  
NORTE DE EL SALVADOR.**

POR:

GABRIEL OVIDIO GALICIA AZENÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO 2018



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**DETERMINACIÓN DE LA HIGIENE EN EL ORDEÑO Y SU RELACIÓN CON  
LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA EN 7 GANADERÍAS DE LA ZONA  
NORTE DE EL SALVADOR.**

POR:

GABRIEL OVIDIO GALICIA AZENÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO 2018

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



**DETERMINACIÓN DE LA HIGIENE EN EL ORDEÑO Y SU RELACIÓN CON  
LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA EN 7 GANADERÍAS DE LA ZONA  
NORTE DE EL SALVADOR.**

POR:

GABRIEL OVIDIO GALICIA AZENÓN

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

Ingeniero Agroindustrial

CUIDAD UNIVERSITARIA, JUNIO 2018

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

ING. AGR. MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO:

ING. AGR. MSc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

---

ING. AGR.LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS

DOCENTES DIRECTORES

---

ING. AGR. MSc. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTÍZ

---

ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

---

ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

## Resumen

La investigación se llevó a cabo en el departamento de Chalatenango, en el periodo comprendido de julio a diciembre de 2017 las unidades experimentales utilizadas fueron las 7 ganaderías seleccionadas que proveen leche a la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte. Se evaluó la calidad mediante pruebas de laboratorio donde se analizaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Para ello se colectaron muestras de leche individuales de 78 vacas y de los 7 termos refrigerados en cada una de las ganaderías, la recolección de muestras se llevó a cabo durante tres periodos de tiempo, separados cada uno por capacitaciones en ordeño higiénico, en total se impartieron tres capacitaciones.

La determinación del contenido nutricional (lactosa, grasa, proteína, sólidos no grasos y minerales en porcentaje) de la leche se realizó por medio de un analizador de leche LactostarFunke®, Gerber®. Se realizó la determinación de parámetros físico pH, acidez titulable, densidad y los parámetros microbiológicos se determinaron a través del conteo de UFC/ml y mediante la prueba de reductasa, el conteo de células somáticas se obtuvo mediante el equipo Ekomilk® Horizon®.

Se realizó una evaluación de las medias, desviaciones estándar y una prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis para comparar cuando las distribuciones no son normales, esto permitió encontrar diferencia significativa al comparar los grupos. Se utilizó el programa estadístico InfoStat V2016.

Los parámetros nutricionales (grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos) de las muestras tomadas de vacas individuales no se vieron influenciadas por el grado de capacitación en ordeño higiénico de cada una de las ganaderías, los parámetros físicos (acidez y pH), varió positivamente logrando disminuir un 0.13°D en promedio en los valores de acidez y un incremento de 0.01 unidades de pH en promedio, el recuento de mesófilos se redujo con las capacitaciones, llegando a reducir en promedio en un 42.55%, el conteo de células somáticas de las muestras de vacas individuales disminuyó hasta en 7% células/ml.

Los resultados de los parámetros nutricionales (grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos) de las muestras tomadas de los termos de cada una de las ganaderías presento una tendencia a la baja, no se observó efecto de las capacitaciones en ordeño, la acidez de las muestras tomadas de los termos refrigerados se redujo en promedio 3% y el valor de pH incremento en 0.04 unidades, el conteo de microbiológico mesófilos disminuyó en promedio un 55%, el conteo de células somáticas de las muestras se redujo en promedio un 20% por el efecto de las capacitaciones en ordeño higiénico.

Palabras clave: parámetros físicos, químicos y microbiológicos, células somáticas, ordeño higiénico.



## **Agradecimiento**

A Dios y a su santa madre María, a mi familia especialmente a mis padres: Gabriel Ovidio Galicia Arriaza y Kryssia Mabel Azenón de Galicia por darme la oportunidad de superarme y ser mejor cada día, a mis hermanos Carlos Galicia y Jorge Galicia, por darme su apoyo y a mi nueva familia mi esposa Sara Anabel Mejía Arteaga por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

A la **Universidad de El Salvador y la Facultad de Ciencias Agronómicas** por ser parte la cuna de mis conocimientos, y especialmente al Departamento de Zootecnia que me abrió las puertas para desarrollar esta investigación,

Al **Centro De Investigación Y Desarrollo De La Salud (CENSALUD)** por medio de Laboratorio De Control De Calidad Microbiológica De Alimentos, Medicamentos Y Aguas.

A la **Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador**, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi investigación en sus instalaciones, especialmente al presidente Licdo. Msc. Nelson León y al encargado de laboratorio Ing. Agr. Ronal Candelario, a cada uno de los miembros de esta entidad que me brindaron la confianza para desarrollar mi investigación dentro de sus ganaderías.

A mis asesores en esta investigación Ing. Agr. Msc. Blanca Eugenia Torres de Ortíz Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García por brindarme su tiempo, apoyo y la confianza para el desarrollo de esta investigación.

## Índice general

1.Introducción .....	1
2.Revisión bibliográfica.....	3
2.1 Tipos de sistemas de producción bovina .....	3
2.1.1 Sistemas de subsistencia familiar o marginales.....	3
2.1.2 Sistemas especializados.....	3
2.1.3 Sistema de doble propósito .....	3
2.2 Producción de leche .....	4
2.3 Programas que apoyan la producción y consumo de leche.....	4
2.4 Importancia de la leche como alimento.....	5
2.5 Definición de Leche Cruda .....	5
2.6 Características esenciales de la leche.....	6
2.6.1 Complejidad .....	6
2.6.2 Heterogeneidad.....	6
2.6.3 Alterabilidad.....	6
2.6.4 Variabilidad.....	6
2.7 Calidad de la leche .....	7
2.7.1 Calidad higiénica de la leche .....	7
2.7.2 Parámetros microbiológicos.....	8
2.7.2.1 Bacterias que afectan la calidad microbiológica de la leche .....	8
2.7.2.2 Clasificación microbiológica de la leche cruda .....	9
2.7.2.3 Conteo de células somáticas (CCS) .....	9
2.7.3 Parámetros químicos y estructura físico-química .....	10
2.7.4 Parámetros Físicos .....	12
2.7.4.1 Densidad.....	12
2.7.4.2 Punto de congelamiento.....	12

2.7.4.3	Concentración de iones de Hidrógeno (pH) .....	12
2.7.4.4	Acidez de la leche .....	12
2.8	Tipos de ordeño .....	13
2.8.1	Ordeño manual.....	13
2.8.2.	Ordeño mecánico.....	13
2.9.	Buenas prácticas de ordeño.....	14
2.9.1	Definición de Buenas Prácticas De Ordeño .....	14
2.10.	Ordeño higiénico.....	14
2.10.1.	Cuidados antes del ordeño.....	14
2.10.2	Durante el Ordeño.....	15
2.10.3	Después del ordeño.....	16
2.11.	Problemas relacionados a la higiene del ordeño .....	16
2.11.1	Prueba de CMT .....	16
3.	Materiales y métodos. ....	18
3.1	Descripción del estudio.....	18
3.2	Metodología de campo .....	18
3.2.1	Fase Experimental .....	18
3.2.2	Evaluación del proceso de ordeño .....	19
3.3	Capacitación .....	19
3.4	Toma de muestras en 7 ganaderías .....	20
3.5	Metodología de laboratorio .....	22
3.5.1	Determinación de nutrientes de la leche. ....	22
3.5.2	Análisis físico.....	23
3.5.3	Análisis microbiológico.....	24
3.6	Metodología estadística .....	28
3.6.1	Variables independientes.....	28
3.6.2	Variables dependientes.....	28

4.Resultados y discusión.....	29
4.1 Evaluación de la higiene en el proceso de ordeño.....	30
4.2 Parámetros nutricionales de muestra de vacas de individuales.....	31
4.2.1 Grasa.....	31
4.2.2 Proteína.....	31
4.2.3 Lactosa.....	32
4.2.4 Solidos no grasos.....	33
4.3 Parámetros físico de muestra de vacas de individuales.....	33
4.3.1 Acidez.....	33
4.3.2. pH.....	35
4.3.3 Densidad.....	36
4.4 Parámetros microbiológicos de muestra de vacas de individuales.....	37
4.4.1 Recuento de mesófilos (UFC).....	37
4.4.2 Prueba de reductasa (horas).....	39
4.4.3 Recuento de células somáticas (células/ml).....	40
4.5 Parámetros nutricional de muestra de termos refrigerados.....	41
4.5.1 Grasa.....	41
4.5.2 Proteína.....	42
4.5.3 Lactosa.....	43
4.5.4 Solidos no grasos.....	44
4.6 Parámetros físico de muestra de termos refrigerados.....	44
4.6.1 Acidez.....	44
4.6.2. pH.....	46
4.6.3 Densidad.....	47
4.7 Parámetros microbiológicos de muestra de termos refrigerados.....	48
4.7.1 Recuento de mesófilos (UFC).....	48
4.7.2 Prueba de reductasa (horas).....	50

4.7.3 Conteo de células somáticas (células/ml) .....	51
5. Conclusiones .....	53
6.Recomendaciones .....	55
7.Bibliografía .....	56
8.Anexo.....	59

## Índice de cuadros

Cuadro 1 Clasificación microbiológica de la leche cruda. ....	9
Cuadro 2 Estructura fisicoquímica de la leche de vaca.....	11
Cuadro 3 Componentes de un sistema de ordeño mecánico .....	13
Cuadro 4 Relación entre CMT y CCS .....	17
Cuadro 5. Ganaderías seleccionadas para el estudio.....	19
Cuadro 6 Resumen de asignación proporcional de las muestras.....	21
Cuadro 7 Resultados de análisis de grasa en porcentaje (%) tomada de vacas .....	31
Cuadro 8 Resultados de análisis de proteína en porcentaje (%) tomada de vacas .....	32
Cuadro 9 Resultados de análisis de lactosa en porcentaje (%) tomada de vacas .....	32
Cuadro 10 Resultados de análisis de solidos no grasos en (%) tomada de vacas .....	33
Cuadro 11 Resultados de análisis de acidez titulable en °D tomada de vacas .....	34
Cuadro 12 Resultados de análisis de pH tomada de vacas.....	35
Cuadro 13 Resultados de análisis de densidad (gr/ml) tomada de vacas.....	36
Cuadro 14 Resultados de análisis de mesófilos en UFC/ml tomada de vacas .....	37
Cuadro 15 Resultado de prueba de reductasa (Horas) tomada de vacas.....	39
Cuadro 16 Resultado de CCS en (células/ml) tomada de vacas .....	40
Cuadro 17 Resultados de análisis de grasa en (%) tomada de termos.....	42
Cuadro 18 Resultados de análisis de proteína en (%) tomada de termos.....	42
Cuadro 19 Resultados de análisis de lactosa en (%) tomado de termos .....	43
Cuadro 20 Resultados de análisis de solidos no grasos en (%) tomado de termos.....	44
Cuadro 21 Resultados de análisis de acidez titulable en °D tomada de termos .....	45
Cuadro 22 Resultados de análisis de pH tomado de los termos .....	46
Cuadro 23 Resultados de análisis de densidad en (gr/ml) tomado de los termos.....	47
Cuadro 24 Recuento de mesófilos en (UFC/ ml) de los termos .....	48
Cuadro 25 Resultado de prueba de reductasa (Horas) tomada de termos .....	50

Cuadro 26 Resultado de CCS en (células/ml) tomada de termos .....	52
---	----

## Índice de figuras

Figura 1. Composición de la leche porcentaje de peso. Fuente: (Alais C,1984). .....	11
Figura 2. Capacitación de los encargados de ordeño y dueños de las ganaderías .....	20
Figura 3. Colecta de las muestras de la las ganaderías en estudio.....	21
Figura 4. Recolección, transporte y almacenamiento de muestras a en caja térmica. ....	22
Figura 5. Equipo utilizado para el análisis físico químico Y medición de parámetros nutricionales de las muestras de leche.....	22
Figura 6. Medidas de grasa de las muestras método de Gerber se lee 7.3% de grasa.....	23
Figura 7. Toma de pH a muestra de leche.....	23
Figura 8. Acidímetro para coma de acidez en °D .....	24
Figura 9. Preparación de medios de cultivo para siembra en placas.....	25
Figura 10. Diluciones de las muestras de leche. ....	25
Figura 11. inoculación de placas Petri. ....	26
Figura 12. Vertido de placas Petri. a. colocación de medio de cultivo cerca del mechero. b. reposo de la placa para su solidificaron.....	26
Figura 13. Selección y conteo en cajas Petri.....	27
Figura 14. Prueba de reductasa a. agitación de los tubos de ensayo. b. Lectura de la prueba de reductasa.....	27
Figura 15. Contador de células somáticas Horizon®, .....	28
Figura 16 Grafica Evaluación de la higiene en el proceso de ordeño.....	30
Figura 17 Resultados de análisis de acidez titulable en °D tomada de vacas.....	34
Figura 18 Resultados de análisis de pH tomada de vacas .....	35
Figura 19 Resultados de análisis de densidad (gr/ml) tomada de vacas.....	36
Figura 20 Resultados de análisis de mesófilos en UFC/ml tomada de vacas .....	38
Figura 21 Resultado de prueba de reductasa (Horas) tomada de vacas .....	39
Figura 22 Resultado de CCS en (células/ml) tomada de vacas.....	40
Figura 23 Resultados de análisis de acidez titulable en °D tomada de termos .....	45
Figura 24 Resultados de análisis de pH tomado de los termos .....	46
Figura 25 Resultados de análisis de densidad en (gr/ml) tomado de los termos .....	47
Figura 26 Recuento de mesófilos en (UFC/ ml) de los termos.....	49
Figura 27 prueba de reductasa (Horas) tomada de termos. ....	50

Figura 28 Resultado de CCS en (células/ml) tomada de termos. ....	52
Figura A- 1 Dispersión de los resultados de grasa en porcentaje (%) tomada de vacas ..	62
Figura A- 2 Dispersión de los resultados de proteína en porcentaje (%) tomada de vacas.....	62
Figura A- 3 Dispersión de los resultados de lactosa en porcentaje (%) tomada de vacas. ....	63
Figura A- 4 Dispersión de los resultados de solidos no grasa en porcentaje (%) tomada de vacas.....	63
Figura A- 5 Dispersión de los resultados de acidez en °D tomada de vacas. ....	63
Figura A- 6 Dispersión de los resultados de pH tomada de vacas. ....	64
Figura A- 7 Dispersión de los resultados de densidad expresado en gr/ml tomada de vacas.....	64
Figura A- 8 Dispersión de los resultados de recuento de mesófilos expresado en UFC/ml tomada de vacas. ....	64
Figura A- 9 Dispersión de los resultados de la prueba de reductasa expresada en horas tomada de vacas .....	65
Figura A- 10 Dispersión de los resultados recuento de células somáticas expresadas células/ml tomada de vacas.....	65
Figura A- 11 Dispersión de los resultados de grasa en (%) tomada de termos. ....	65
Figura A- 12 Dispersión de los resultados de proteína en (%) tomada de termos. ....	66
Figura A- 13 Dispersión de los resultados de lactosa en (%) tomada de termos. ....	66
Figura A- 14 Dispersión de los resultados de solidos no grasos en (%) tomada de termos. ....	66
Figura A- 15 Dispersión de los resultados de acidez en °D tomada de termos.....	67
Figura A- 16 Dispersión de los resultados de pH tomada de termos.....	67
Figura A- 17 Dispersión de los resultados de densidad expresado en gr/ml tomada de termos. ....	67
Figura A- 18 Dispersión de los resultados de recuento de mesófilos expresado en UFC/ml tomada de termos. ....	68
Figura A- 19 Dispersión de los resultados de prueba de reductasa en horas tomada de termos. ....	68
Figura A- 20 Dispersión de los resultados de recuento de células somáticas expresado en Células/ml tomada de termos. ....	68

## Índice de anexos

Cuadro A- 1 Análisis estadístico del resultado de grasa en % tomada de vacas .....	59
Cuadro A- 2 Análisis estadístico del resultado de proteína en % tomada de vacas.....	59
Cuadro A- 3 Análisis estadístico del resultado de lactosa en % tomada de vacas .....	59
Cuadro A- 4 Análisis estadístico del resultado de solidos no grasos en % tomada de vacas.....	59
Cuadro A- 5 Análisis estadístico del resultado de acidez en °D tomada de vacas.....	59
Cuadro A- 6 Análisis estadístico del resultado de pH tomada de vacas.....	59
Cuadro A- 7 Análisis estadístico del resultado de densidad en gr/ml tomada de vacas ....	60
Cuadro A- 8 Análisis estadístico del resultado de mesófilos en UFC/ml tomada de vacas .....	60
Cuadro A- 9 Análisis estadístico del resultado de reductasa en horas tomada de vacas ..	60
Cuadro A- 10 Análisis estadístico del conteo de células somáticas en células/ml tomada de vacas.....	60
Cuadro A- 11 Análisis estadístico del resultado de grasa en % tomada de termos .....	60
Cuadro A- 12 Análisis estadístico del resultado de proteína en % tomada de termos .....	60
Cuadro A- 13 Análisis estadístico del resultado de lactosa en % tomada de termos.....	61
Cuadro A- 14 Análisis estadístico del resultado de solidos no grasos en % tomada de termos.....	61
Cuadro A- 15 Análisis estadístico del resultado de acidez en °D tomada de termos .....	61
Cuadro A- 16 Análisis estadístico del resultado de pH tomada de termos .....	61
Cuadro A- 17 Análisis estadístico del resultado de densidad en gr/ml tomada de termos .....	61
Cuadro A- 18 Análisis estadístico del resultado de mesófilos en UFC/ml tomada de termos.....	61
Cuadro A- 19 Análisis estadístico del resultado de reductasa en horas tomada de termos .....	61
Cuadro A- 20 Análisis estadístico del conteo de células somáticas en células/ml tomada de termos.....	62



## **1.Introducción.**

El Salvador, esta constituido por un 67% de fincas dedicadas a la ganadería de subsistencia, cuya producción no alcanza los 2 lts/vaca/día. Se estima que existe alrededor de 30% de ganado en doble propósito, los cuales producen el 60% de leche fluida (producción promedio de leche/vaca/día de 3.13 lts) y un aporte del 60% de carne al país. Existe poca especialización de los sistemas de producción de leche, donde se estima que solamente el 3% de las ganaderías son de lechería especializada (MAG, 2003).

De nada sirve producir leche en grandes cantidades si esta no posee la calidad adecuada, en su composición físico-química y microbiológica, evitar la contaminación y posterior crecimiento de microorganismos mediante un manejo adecuado de la leche es fundamental para obtener un producto de buena calidad.

La producción agropecuaria actual, hacen énfasis en la obtención de productos de alta calidad e inocuos para el consumo humano, siendo la búsqueda de estas características una preocupación constante de todos los constituyentes de la cadena láctea y es a nivel de las ganaderías en donde se deben garantizar las condiciones para la obtención de un producto de óptima calidad (Calderón y Rodríguez, 2008).

La aplicación de las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) en las ganaderías que forman parte de la cadena láctea, involucran la planificación y realización de una serie de actividades necesarias para el cumplimiento de los requisitos mínimos en la producción de leche apta para el consumo humano y para su adecuado procesamiento en la elaboración de productos lácteos (Gonzales P, 2015).

Los nuevos retos a los que se enfrenta la producción de leche en El Salvador se son la competencia de los productos importados y la conciencia de los consumidores sobre los productos que tiene a su disposición, se preocupan más por la calidad de los alimentos.

Con esta investigación se pretende contrastar la higiene en el ordeño y como esta afecta la calidad de la leche cruda, en los sistemas de ordeño manual y mecánico. Para lo cual se realizó el estudio a 7 ganaderías del departamento de Chalatenango, en donde se

evaluó calidad de la leche con base a la norma salvadoreña obligatoria de leche cruda, se analizó sus parámetros físicos: Densidad ( $\text{g/cm}^3$ ), pH y Acidez titulable, su composición nutricional. Proteína %, Grasa %, Lactosa %, Solidos no grasos (ESM) y su carga microbiológica mediante recuento de mesófilos (UFC), prueba de reductasa (horas) y recuento de células somáticas (células/ml). También se comparó el efecto de capacitaciones en ordeño higiénico en la mejora de la calidad de la leche cruda, esto durante tres etapas de muestreo.

## **2.Revisión bibliográfica.**

### **2.1 Tipos de sistemas de producción bovina**

Martínez citado por Torres B, 2008 dice que los sistemas de producción están diferenciados por su grado de adopción tecnológica, sin menospreciar el tamaño del hato y el área de terreno propiedad del ganadero, que pueden ser de explotación extensiva con numerosos bovinos, pero sin aplicación de poca o ninguna tecnología en El Salvador, se pueden encontrar tres tipos de sistemas que tienen por objetivo la generación simultánea de productos básicos (carne y leche).

#### **2.1.1 Sistemas de subsistencia familiar o marginales**

Estos se caracterizan por poseer en su mayoría ganado criollo o encastado, grupos heterogéneos de razas diversas, con pastoreo en las zonas aledañas a las calles, o espacios reducidos; sin prácticas de nutrición. De uno a cinco bovinos manejados por la familia. Con producciones en promedio de 2 lt/vaca/día (Martínez H, 1999 citado por Torres B, 2008).

#### **2.1.2 Sistemas especializados**

Ganadería lechera y con una proporción arriba del promedio de grandes ganaderos (más de 100 cabezas); en el país esa es la región reconocida como lechera, atribuido en parte a que la mayoría de grandes productores especializados, que tiene como ventaja la disponibilidad de riego y tierras, los sistemas especializados de producción de leche o de producción intensiva del hato, se estima en un 3% del hato nacional, en cuanto a manejo estos utilizan tecnología avanzada para control del estrés calórico (aspersores, ventiladores, sombras, salas de tratamiento, otros). Además, usan jaulas individuales para terneras, destete temprano de terneras, se realizan de dos a tres ordeños diarios, utilizan máquinas de ordeño (MAG, 2003).

#### **2.1.3 Sistema de doble propósito**

Realizan prácticas de pastoreo rotacional con áreas de gramíneas y leguminosas promisorias o mejoradas. Alimentan al ganado, con raciones balanceadas, en su mayoría provenientes de fábricas de concentrados. Se cría al ternero al pie de la vaca con prácticas de amamantamiento restringido. Se aplican acciones de prevención e inmunización en salud animal. Algunos realizan prácticas de conservación de forrajes con ensilaje de maíz o sorgo. Usan toros o inseminación artificial. Prevalecen los

encastes en su mayoría: Pardo Suizo x Brahman, Brahman x Criollo y otros grupos heterogéneos. Utilizan parcialmente los registros reproductivos y productivos. Poseen establos y comederos techados para el ganado. Se constituyen en sistemas extensivos de producción día (Martínez H, 1999 citado por Torres B, 2008).

## **2.2 Producción de leche**

La ganadería representó 19.6% del Valor Agregado Agropecuario en 2015 y 2.3% del PIB total en ese mismo año 2015. En esta actividad económica converge la ganadería lechera con el procesamiento de leche es el producto lácteo de mayor relevancia para el consumidor salvadoreño; el consumo por habitante (per cápita) de leche en El Salvador es de los más altos en Centroamérica (BCR, 2016)

En la última década la producción nacional de leche se ha incrementado en 21.5%, lo que implica un volumen de crecimiento de 85.7 millones de litros, estos datos representan un crecimiento promedio anual de 2.15%, lo cual resulta bastante modesto si se compara con los datos de Costa Rica que registra un crecimiento anual promedio de 7% para el período 1980-2010 (IICA/ MAG/ CENTA, 2011).

## **2.3 Programas que apoyan la producción y consumo de leche.**

El PAF o Programa de Agricultura Familiar Comercial está dirigido a atender a más de 70,000 familias agricultoras que, de alguna manera, ya están produciendo alimentos y tienen conexión con el mercado. A ellas se les brindará una serie de servicios de apoyo que incluyen asistencia técnica para producir y vender, organización para consolidar la oferta con conexiones a más y mejores mercados, así como líneas de crédito y seguro agropecuario. La estrategia hace énfasis en el desarrollo de diez cadenas productivas con potencial de generar riqueza y desarrollo familiar. Son los siguientes granos básicos, miel, acuicultura, frutas, ganadería, hortalizas, café, cacao, artesanías y turismo rural comunitario (GOES, 2013).

El apoyo del proyecto FOMILENIO a la cadena del sector lácteo ha influido en el mercado de leche fluida, en la zona de Metapán se apoyó la creación de algunas empresas procesadoras y comercializadoras de productos lácteos, en la zona de Cabañas y Morazán, se ha estado incrementando las áreas de pastos mejorados y se ha capacitado en ordeño higiénico, en Chalatenango, se creó la Sociedad Cooperativa

Ganadera de la Zona Norte, la cual está recolectando entre sus asociados, la leche fluida para el Programa el “vasito de leche escolar” que está siendo ejecutado por el gobierno, con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Educación (IICA/ MAG/ CENTA, 2011).

Forma parte del Programa de Alimentación y Salud Escolar (PASE) y constituye un aporte a la comunidad educativa al ofrecer un alimento nutritivo al estudiantado que contribuye a un mayor rendimiento en la escuela. Además, posee un componente de reactivación económica al favorecer a los ganaderos nacionales con la compra de leche y la industrialización del proceso de empacado y distribución del líquido a las escuelas (UNICEF, 2015).

#### **2.4 Importancia de la leche como alimento**

El consumo per cápita de productos lácteos (leche fluida, quesos, crema, fermentados, entre otros), en El Salvador se expresa en Equivalente de Leche Fluida (ELF), sobrepasa los 100 kg/año, reflejando un incremento interno de la demanda, lo que también se verifica en el aumento de las importaciones, las cuales, en el año 2011, rondaron los \$150 millones. También se percibe una mayor demanda de leche fluida por parte del sector agroindustrial, quienes operan por debajo de la capacidad instalada y sin posibilidades de poder aprovechar las cuotas de exportación conseguidas a través de los tratados de libre comercio que ha suscrito el país con otros países (IICA/ MAG/ CENTA, 2011).

#### **2.5 Definición de Leche Cruda**

El CODEX ALIMENTARIUS 2009, define la leche como la secreción mamaria normal de animales lechero obtenido mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinado al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.

La NSO 67.01.01:06 (Norma Salvadoreña Obligatoria) la define como: Leche cruda es el producto íntegro, no alterado ni adulterado, de la secreción de las glándulas mamarias de las hembras del ganado bovino obtenida por el ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de vacas sanas y libre de calostro; que no ha sido sometida a ningún tratamiento a excepción del filtrado y/o enfriamiento, y está exento de color, olor, sabor y consistencia anormales (CONACYT, 2006).

## **2.6 Características esenciales de la leche.**

### **2.6.1 Complejidad**

Es un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor dulce y reacción iónica (pH) cercana a la neutralidad. La función natural de la leche es la de ser el alimento exclusivo de los mamíferos jóvenes durante el periodo crítico de su existencia, tras el nacimiento, cuando el desarrollo es rápido y no puede ser sustituida por otros alimentos. La gran complejidad de la composición de la leche responde a esta necesidad. La mama constituye igualmente un emuntorio; por ello se puede encontrar también en la leche sustancias de eliminación, sin valor nutritivo (Alais, C. 1984).

### **2.6.2 Heterogeneidad**

La leche es una emulsión de materias grasas, en forma globular, en un líquido que presenta analogía con el plasma sanguíneo. Este líquido es, asimismo, una suspensión de materias proteicas en un suero constituido por una solución verdadera que contiene, principalmente, lactosa y sales minerales. Existen en la leche cuatro tipos de componentes importantes: grasas, proteínas, (caseína y albuminoides), lactosa, y sales. A ellos se añaden otros componentes numerosos, presentes en cantidades mínimas: lecitinas, vitaminas, enzimas, nucleótidos, gases disueltos, y otros (Alais, C, 1984).

### **2.6.3 Alterabilidad**

La leche constituye un excelente medio de cultivo para determinados organismos, sobre todo para las bacterias mesófilas y, dentro de éstas, las patógenas, cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura y de la presencia de otros microorganismos competitivos o de sus metabolitos (Magariños H, 2000).

### **2.6.4 Variabilidad**

Desde un punto de vista composicional, no es posible hablar de una leche sino de leches debido a las diferencias naturales entre especies o para una misma especie según la región o lugar, Los factores que influyen en la variabilidad son de tipo ambiental, fisiológico y genético. Dentro de los ambientales se reconoce a la alimentación, la época del año y la temperatura ambiente. En los fisiológicos encontramos el ciclo de lactancia, las enfermedades, especialmente la mastitis, y los

hábitos de ordeño. En cuanto a los factores genéticos citaremos la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética (López A, 2016).

## **2.7 Calidad de la leche**

La norma ISO 9000 define la calidad de un producto como el conjunto de las propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la aptitud de satisfacer las necesidades expresas o implícitas del cliente (Códex Alimentarius, 2009).

Se define por calidad de la leche, a las características nutricionales y microbiológicas; las características nutricionales se definen como el porcentaje de los diferentes constituyentes químicos como: proteínas, grasa, lactosa, minerales, vitaminas, sólidos no grasos y sólidos totales entre otros. La calidad microbiológica se refiere a la concentración de las bacterias de la leche, presencia de microorganismos patógenos, de residuos de antibióticos y medicamentos (inhibidores); que pueden afectar la salud humana y los procesos de transformación de la leche. Conteos altos de bacterias y de células somáticas, producen alteraciones en las propiedades nutritivas y organolépticas de la leche y reducen la vida útil de los derivados lácteos (García *et al*, 2005).

La calidad de la leche comercial es uno de los pilares fundamentales en la industria láctea, que depende directamente de las características del producto original; por lo tanto, en un alto porcentaje la calidad del producto que llega al consumidor, se debe al control sobre la leche cruda en la finca (Rodríguez G, 2007).

Las nuevas tendencias mundiales en la producción agropecuaria, hacen énfasis en la obtención de productos de alta calidad e inocuos para el consumo humano, siendo la búsqueda de estas características una preocupación constante de todos los constituyentes de la cadena láctea y es a nivel de la finca en donde se deben garantizar las condiciones para la obtención de un producto de óptima calidad (García *et al*, 2005).

### **2.7.1 Calidad higiénica de la leche**

La calidad higiénica hace referencia a todas aquellas prácticas de manejo en finca que lleva consigo el control de la mastitis. Producir leche con buena calidad higiénica resulta

sumamente complejo ya que el producto a manejar es extremadamente delicado a la manipulación durante su recolección (Rodríguez G, 2007).

La calidad higiénica de la leche hay que considerarla bajo tres aspectos diferentes: Higiene química: Consiste en prevenir la contaminación por cualquier tipo de sustancia química extraña y evitar todo fenómeno de lipólisis y proteólisis; Higiene microbiana: Consiste en mantener dentro de límites razonables la población microbiana de la leche, tanto en cantidad como en la naturaleza de las especies existentes; e Higiene estética: Desde el punto de vista estético, la leche debe tener el color, olor y gusto propios del producto y no presentar impurezas físicas que la ensucien (Casado y García, 2000).

### **2.7.2 Parámetros microbiológicos**

Aún en el caso en que la glándula mamaria se encuentre sana, se reconoce que las primeras porciones de la leche ordeñada contienen microorganismos, disminuyendo su número a medida que el ordeño avanza. Esto se explica porque el canal del pezón se encuentra colonizado por muchos microorganismos (López A, 2016).

En el caso particular de la leche cruda los microorganismos indicadores son útiles para juzgar el funcionamiento del establecimiento productor, pues señalan la existencia de defectos durante la manipulación, el incumplimiento de las pautas de higiene y permiten inferir la vida útil y la inocuidad del alimento. Entre los grupos o microorganismos índices, las enterobacterias y *Escherichia coli* sugieren el origen fecal de la contaminación, mientras que *Staphylococcus aureus* se relaciona con la ubre infectada (mastitis), la piel, las mucosas y el tracto respiratorio de los animales y el hombre; Por otra parte, la presencia de microorganismos patógenos, como *Salmonella*, implica falta de inocuidad del alimento (Signorini M. *et al* 2008).

#### **2.7.2.1 Bacterias que afectan la calidad microbiológica de la leche**

Entre los microorganismos que pueden llegar a la leche por la vía externa, son importantes de señalar aquellos que son patógenos para el hombre, como el *Bacillus cereus* que tiene la capacidad de generar esporas. Otras bacterias, como *Salmonella typhi*, *Shigella*, *Streptococcus* y *Corynebacterium diphtheriae*, pueden llegar a la leche a través del hombre. Por otra parte, no se debe descartar la posibilidad de que algunos virus procedentes del hombre lleguen a través de la leche a otros individuos, como también otros microorganismos que no tienen el carácter de zoonosis como



*Staphilococcus, Streptococcus, Coliformes, Pseudomonas, Proteus y Corynebacterium.* (Magariños H. 2000).

El desarrollo de los microorganismos en la leche se encuentra condicionado a una serie de factores, como la disponibilidad de nutrientes, la acumulación de toxinas, la temperatura o la deshidratación. (López A, 2016).

### 2.7.2.2 Clasificación microbiológica de la leche cruda

La leche cruda de vaca se clasifica en Grado A, Grado B y Grado C, de acuerdo a los requisitos microbiológicos como se muestra continuación en el Cuadro 1:

Cuadro 1 Clasificación microbiológica de la leche cruda.

Características	Grado A	Grado B	Grado C
Recuento Total de Microorganismos por ml	Menor o igual a 300,000	Mayor a 300,000 y menos a 600,000	Mayor a 600,000 y menor a 900,000

Fuente: NSO 67.01.01:06, CONACYT, 2006

Una alta carga de bacterias contaminantes en la leche disminuye la vida útil de los productos elaborados, desmejora la calidad organoléptica y nutricional, e interviene en los procesos de fermentación ácido láctica y en la coagulación enzimática promoviendo el deterioro o proteólisis de las caseínas (Signorini M. *et al* 2008).

### 2.7.2.3 Conteo de células somáticas (CCS)

El conteo celular somático es un fenómeno biológico dinámico, sujeto a una gran variación debido a múltiples factores, entre los cuales se pueden señalar a la mastitis como el principal causante que provoca incremento de leucocitos. Cuando los microorganismos entran en la ubre, los mecanismos de defensa envían grandes cantidades de leucocitos a la ubre para intentar destruir las bacterias. Un segundo factor que contribuye en el aumento del RCS son las lesiones en la ubre, ya que atrae a los leucocitos a la zona de daño. (Mateus, 1983).

Existe otro momento en que se aumenta el contenido de células somáticas en forma normal y que es cuando la vaca se encuentra al final de la lactancia. Esto ocurre porque

la vaca en ese momento disminuye su producción de leche y por un problema de dilución se incrementa el número de células somáticas. (Hazard, 1997).

El contenido de células somáticas en la leche nos permite conocer datos claves sobre la función y el estado de salud de la glándula mamaria lactante y debido a su cercana relación con la composición de la leche da un criterio muy importante sobre la calidad de esta. Las células somáticas en una glándula sana sólo se presentan en un número pequeño. En este caso se trata de células de tejido (células epiteliales) y células inmunes, (neutrófilos polimorfonucleares, granulocitos, macrófagos, linfocitos). La importancia biológica de la célula somáticas es que participan en la defensa contra infecciones de la ubre. Cuando hay estímulos o enfermedades de la glándula mamaria aumenta el contenido de células somáticas (Danków citado por Gómez, 2008).

Barbano citado por Barrera, 2012, indica si el recuento bacteriano de la leche cruda es menor a 25.000 ufc/ml. entonces el recuento de células somáticas de la leche cruda será el factor más importante en la vida útil de la leche pasteurizada con respecto al desarrollo de sabores desagradables cuando el crecimiento bacteriano está controlado (es decir, menor a 500.000 ufc/ml.). La influencia del recuento de células somáticas en la leche cruda sobre la calidad de la leche fluida pasteurizada es causada por el aumento de niveles de proteasas y lipasas termoestables originarias de la vaca con altos recuentos de células somáticas.

### **2.7.3 Parámetros químicos y estructura físico-química**

La composición de la leche como se muestra en la Figura 1, se ve influenciada por distintos factores como la raza, la variabilidad animal, la edad, la fase de lactancia, la estación del año, el tiempo de ordeño, los intervalos entre cada ordeño, las condiciones fisiológicas y sanitarias (Potter, 1995).

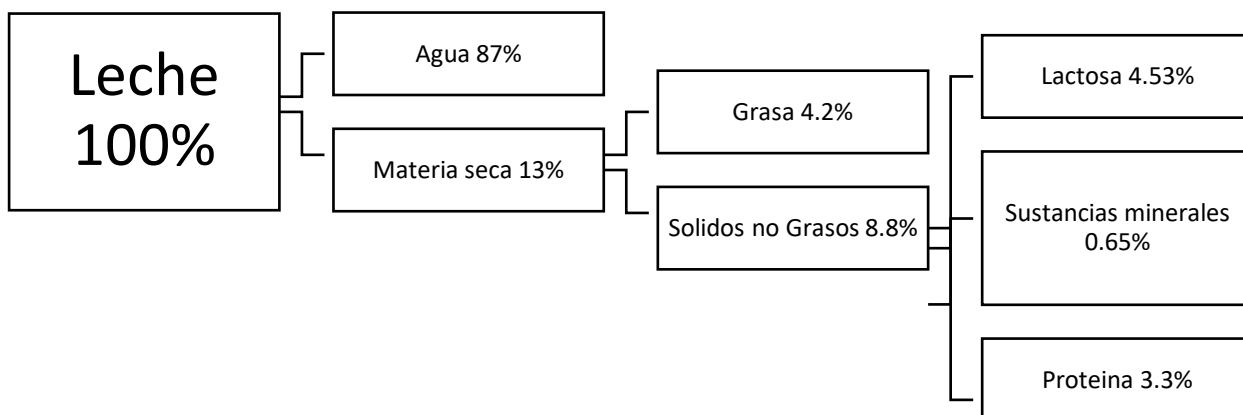


Figura 1. Composición de la leche porcentaje de peso. Fuente: (Alais C,1984).

La leche constituye un edificio químico y físico químico muy compleja, de modo esquemático, se puede considerar la leche como una emulsión de materia grasa en una solución acuosa que contiene numerosos elementos, unos en disolución y otros en estado coloidal, como se muestra en el cuadro 2 (Alais, 1984).

Cuadro 2 Estructura fisicoquímica de la leche de vaca

Componentes	Composición gramos por litro	Estado Físico de los componentes
Agua	905	Agua libre (disolvente) + agua Ligada (3.7%)
Glúcidos: Lactosa	49	Solución
Materia grasa	34	Emulsión de los glóbulos grasos (3 a 5 micras)
Prótidos	34	Suspensión micelar de fosfacaseinato de cal (0.08 a 0.012 micras)
Caseína	27	
Sales	9	Solución o estado coloidal (P y Ca)
Extracto seco (total)	127	
Extracto seco desengrasado	92	

Fuente: adaptación de Alais, 1984

#### **2.7.4 Parámetros Físicos**

La leche ofrece una serie de características fisicoquímicas, algunas de las cuales, como la densidad, tienen gran interés, porque permiten descubrir los fraudes de dicho alimento, especialmente el más importante, ósea el aguado, mientras que hay otros que presentan extraordinaria importancia desde el punto de vista de la transformación industrial dando a conocer la calidad de la leche (Agenjo, 1956).

##### **2.7.4.1 Densidad**

La densidad de la leche de una especie determinada no es un valor constante, sino que va a depender de la temperatura, siendo menor al aumentar esta, varía proporcionalmente a la concentración de sólidos disueltos y en suspensión, y varía de forma inversa al contenido graso. valores habituales de la densidad de la leche de vaca: entre 1.0231 y 1.0398 (López A, 2016).

##### **2.7.4.2 Punto de congelamiento**

El punto de congelación o punto crioscópico es la temperatura a la cual se forman los primeros cristales de hielo cuando la leche se pone a enfriar. Oscilar entre -0.52 y -0.56°C (Agenjo, 1956).

##### **2.7.4.3 Concentración de iones de Hidrógeno (pH)**

El pH es una medida empleada para mostrar la acidez o alcalinidad de una sustancia (concentración de iones hidrógeno) y constituye un parámetro útil para el procesado de productos lácteos. Generalmente, la leche presenta un valor ligeramente ácido. En concreto, el pH de la leche es, según la especie, Leche de vaca: 6,65-6,71 pH (López A, 2016).

##### **2.7.4.4 Acidez de la leche**

La acidez se mide por titulación y corresponde a la cantidad de hidróxido de sodio utilizado para neutralizar los grupos ácidos. Este valor puede expresarse de diversas maneras; en “grados Dornic” (°D) que corresponde al volumen de solución de hidróxido de sodio N/9 utilizada para titular 10 ml de leche en presencia de fenolftaleína. Este resultado expresa el contenido en ácido láctico. Un grado Dornic equivale a 0,1 g/l de ácido láctico ó 0,01% en gramos de ácido láctico por litro o por kilogramo (Negri L, 2005).

## 2.8 Tipos de ordeño

### 2.8.1 Ordeño manual

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

### 2.8.2. Ordeño mecánico

La máquina de ordeño extrae la leche de las vacas de forma similar a como lo hacen las crías, es decir, mediante una succión o vacío. Si se observa el comportamiento de una cría durante una tetada se verá que la succión es intermitente y va acompañada por un masaje del pezón, que queda entre la lengua y el paladar (Ponce J. s. f)

Los elementos que forman parte de cualquier equipo de ordeño, se pueden clasificar en dos grandes grupos: Unos, dedicados a la producción y control del vacío y otros, dedicados a la extracción y recogida de la leche los que se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3 Componentes de un sistema de ordeño mecánico

Componentes para el control y producción de vacío	Componentes para la extracción y recogida de la leche
Equipo moto-bomba	Pulsador
Tanque de vacío	Tubos de vacío
Válvula de regulación	Colector – distribuidor
Vacuo metro	Pezoneras
Tubería de vacío	Tubo de leche
	Tubería de leche
	Tanque de refrigeración de leche

Fuente: adaptación de Veisseyre R, 1972

La maquinaria desarrollada para la extracción de leche en ganado vacuno, mejora la higiene, reduciendo riesgos de contaminación por agentes físicos, químicos y microbiológicos (Ponce L, s. f.)

## **2.9. Buenas prácticas de ordeño**

### **2.9.1 Definición de Buenas Prácticas De Ordeño**

La aplicación de las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) en la finca productora de leche, involucra la planificación y realización de una serie de actividades, que contribuyen con el cumplimiento de los requisitos mínimos para producir leche apta para el consumo humano y su adecuado procesamiento en la elaboración de productos lácteos (Gonzales C, 2015).

### **2.10. Ordeño higiénico**

El ordeño es la actividad que caracteriza a la explotación lechera. Los consumidores demandan altos estándares de calidad de la leche, por ello la gestión del ordeño tiene por objeto minimizar la contaminación microbiana, física y química. La gestión del ordeño abarca todos los aspectos del proceso de obtención de la leche que debe hacerse de forma rápida y eficaz, asegurando al mismo tiempo la salud de los animales y la calidad de la leche (FAO, 2011).

#### **2.10.1. Cuidados antes del ordeño**

Antes de iniciar el ordeño se debe revisar el adecuado funcionamiento de los equipos mecánicos e implementar prácticas que garanticen la prevención sanitaria y faciliten la higiene de la ubre. En lo referente al equipo y materiales, es importante la limpieza posterior al ordeño anterior. Los implementos deben estar bien escurrido para evitar contaminación con agua, detergente o desinfectante. Sobre el ordeñador, se requiere limpieza y ropa adecuada para el trabajo; es decir: overol, mandil, botas y guantes (Gonzales C, 2015).

**Preparación de la ubre:** lavar con agua clorada cada uno de los pezones, revisar que no tengan algún signo de enfermedad, aplicación del pre sello: Inmersión de la máxima longitud del pezón en una solución de pre sello, con ayuda de un aplicador diseñado especialmente para ello, manteniendo al menos 30 segundos en contacto de esta solución con el pezón. (Solución yodada: 30 mililitros o cc. de yodo concentrado disuelto en un litro de agua por cada 50 ó 60 vacas en ordeño), manipular el pezón: tratando de hacer un tallado con los dedos especialmente en la punta del pezón (esfínter) se logra preparar la superficie del pezón para retirar la suciedad (FAO, 2011).

### **2.10.2 Durante el Ordeño**

El ordeño requiere de una consistente higiene de la ubre. El objetivo de un buen ordeño es asegurarse que se realice en pezones limpios y con ubres bien estimuladas, y que la leche sea extraída en forma rápida y eficiente. La preparación de la vaca no debe tardar más de un minuto, porque es el tiempo en que la Oxitocina, sustancia necesaria para la bajada de la leche, alcanza su pico. Debe evitarse cualquier situación de estrés, porque se produce el denominado “sub ordeño” u “ordeño incompleto” que predispone a la mastitis (Gonzales C, 2015).

#### **Ordeño de tipo manual:**

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

**Ordeño de tipo mecánico:** Al momento de colocar las pezoneras, evitar la entrada innecesaria de aire, ajustarlas en caso de ser necesario y vigilar constantemente la presión de vacío en el vacuómetro, terminado el ordeño, cerrar el vacío y retirar suavemente las pezoneras, cuando proceda, inmediatamente sellar o rociar los pezones con un desinfectante seguro y efectivo. No sobre ordeñar para evitar cualquier daño al tejido de los pezones/ubre (Gonzales C, 2015).

**Sellado de los pezones:** Se aplica el sellador para proteger la piel de la resequeidad y proveer de una barrera de protección contra bacterias, ya que la teta queda húmeda de leche y es un medio de cultivo excelente. Se debe hacer el sellado inmediatamente luego de retirar las pezoneras o de haber hecho el ordeño manual, pues esto reduce el ingreso de patógenos a la ubre. Se realiza sumergiendo todo el pezón en una solución desinfectante (sellador de pezones). Posterior del sellado, se tiene que procurar que las vacas estén paradas por lo menos treinta minutos; para lograr esto, se debe brindar alimento después del ordeño (Gonzales C, 2015).

### **2.10.3 Después del ordeño**

Realizar la medida de la cantidad de leche ordeñada en cada vaca, y el total del ordeño, anotar la producción de leche en los registros por vacas y producción total, hacer el filtrado de la leche, utilizando una tela blanca que permita el paso de líquido y evitar el paso de impurezas (FAO, 2011).

La leche recién ordeñada y filtrada debe ser enfriada cuanto antes (max.1/2 hora después del ordeño). El tanque de enfriamiento se encuentra a 4°C disminuyendo la contaminación de la leche (Gonzales C, 2015).

### **Limpieza de utensilios**

Los utensilios deben ser lavados inmediatamente después del ordeño con agua caliente y desinfectante (detergente clorado, en una relación de 200PPM). Enjuagar bien y secar hasta el día siguiente ordeño. (FAO, 2011).

### **2.11. Problemas relacionados a la higiene del ordeño**

La mastitis bovina, es una reacción inflamatoria de la glándula mamaria, y produce alteraciones físicas y químicas en la leche, aumento del número de células somáticas por la presencia de microorganismos patógenos y finalmente cambios como es la pérdida de la funcionalidad. Esta reacción inflamatoria ocurre como consecuencia de la respuesta de los tejidos a lesiones traumáticas, a sustancias irritantes o la presencia de agentes infecciosos y sus toxinas que han logrado colonizar el tejido secretor (Calderón y Rodríguez, 2008).

La calidad de la leche tiene una relación directa con altos recuentos de células somáticas (RCS), los cuales están relacionados con la mastitis subclínica, y la mastitis está íntimamente relacionada con las prácticas de ordeño. Se define como la inflamación de uno o más cuartos (pezones) de la ubre. Las bacterias que causan mastitis ingresan por el canal del pezón, penetran a las células fabricadoras de leche y se multiplican en ellas. Los millones de bacterias que se encuentran en los cuartos de la ubre salen afuera durante el ordeño junto con la leche y en este momento contaminan las manos del ordeñador, baldes, jarrones de ordeño y los suelos (Gonzales C, 2015).

#### **2.11.1 Prueba de CMT**

La Prueba de California para Mastitis (CMT, por sus siglas en inglés) ha sido empleada durante décadas y sigue siendo la prueba más utilizada a nivel de campo para el diagnóstico



de mastitis en el ganado bovino lechero, es una prueba sencilla que es útil para detectar la mastitis subclínica por valorar groseramente el recuento de células de la leche. No proporciona un resultado numérico, sino más bien una indicación de si el recuento es elevado o bajo, por lo que todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso (REVET, 2007).

La prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche, el alquilauril sulfonato de sodio, causando la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la ubre y este se convierte en combinación con agentes proteicos de la leche en una gelatina. A mayor presencia de células se libera una mayor concentración de ADN, por lo tanto, mayor será la formación de la gelatina, traduciéndose en nuestra lectura e interpretación del resultado como el grado más elevado de inflamación. Es decir, permite determinar la respuesta inflamatoria con base en la viscosidad del gel que se forma al mezclar el reactivo (púrpura de bromocresol) con la misma cantidad de leche en una paleta con cuatro pozos independientes permitiendo evaluar cada cuarto independientemente como se muestra en el cuadro 4 (REVET, 2007).

Cuadro 4 Relación entre CMT y CCS

Escala de CMT	Rango de relativo del nivel de células somáticas Cs/ml
Negativo	<200.000
Trazas	150.000 - 500.000
1	400.000 - 1.500.000
2	800.000 - 5.000.000
3	>5.000.000

Fuente: (REVET, 2007).

La producción de leche de una vaca empieza a declinar cuando su CCS es mayor de 100,000, aun cuando no haya signos clínicos de mastitis. Entre más alta sea la CCS, mayor será la pérdida de leche, las vacas de más edad y al final de su lactancia pierde más leche. en promedio, una vaca con una CCS de 400,000 está perdiendo de 1.4 a 2.3 kilogramos de leche por día (Durs P y Erskine R.2015).

### **3. Materiales y métodos.**

#### **3.1 Descripción del estudio**

El estudio se realizó en el departamento de Chalatenango, el cual posee elevaciones que van desde los 400 a los 2,730 msnm, con una duración de 6 meses, en el periodo comprendido de julio a diciembre de 2017 se tomó muestras en 7 ganaderías seleccionadas que proveen leche a la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte. Se utilizó el método estadístico descriptivo e inferencial de tipo prospectivo con un diseño longitudinal para caracterizar el proceso de ordeño higiénico de la leche, verificando la calidad mediante pruebas de laboratorio donde se analizaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Se colectaron muestras en tres ocasiones con intervalo de 15 días, en dos puntos, 78 muestras de vacas individuales y 7 muestras de tanques refrigerados de cada ganadería en estudio para lo cual se realizó una asignación proporcional según el número total de vacas.

#### **3.2 Metodología de campo**

##### **3.2.1 Fase Experimental**

El estudio se desarrolló tomando como población las 60 ganaderías que provee leche a la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte De El Salvador, de las cuales se obtuvieron datos de producción y sus inventarios de ganado para poder extraer una muestra significativa la cual debería cumplir con los siguientes criterios.

Tener de 20 a 50 vacas en ordeño.

Producción promedio diario por vaca 15 botellas (11.25 litros).

Sistemas refrigerados para el almacenamiento de la leche.

Poseer protocolos de ordeño higiénico.

En total se obtuvieron 7 ganaderías que cumplían con los criterios establecidos para ser consideradas dentro de la muestra poblacional, estas ganaderías se ubican en diferentes áreas del departamento de Chalatenango.

Cuadro 5. Ganaderías seleccionadas para el estudio

Código de ganadera	Vacas en ordeño	Producción semanal	Litros/vaca	Tipo de ordeño
G01	30	2425	11.55	Manual
G02	48	4214	12.54	Mecánico
G03	50	3925	11.25	Mecánico
G04	35	3218	13.13	Mecánico
G05	50	4419	12.63	Manual
G06	35	3598	14.69	Manual
G07	50	4215	12.04	Mecánico

### 3.2.2 Evaluación del proceso de ordeño

Se desarrolló una encuesta dinámica y de observación, con 24 preguntas donde se evaluaron aspectos de las instalaciones de ordeño, buenas prácticas higiénicas (antes, durante y después del ordeño) con una escala de 1 al 10.

Considerando todos aquellos que obtengan arriba de 120 puntos cumplen bien las normas de ordeño higiénico tomando en cuenta el protocolo estándar con el que cuentan las ganaderías establecido por la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte empresa a la cual se entrega la leche. Se aplicaron las encuestas en cada una de las visitas a las ganaderías, por medio de la observación del proceso.

Paralelo a este proceso se colectaron muestras de leche en cada una de las ganaderías, teniendo muestras de vacas individuales y de tanque refrigerados.

### 3.3 Capacitación

Esta se realizó mediante una charla para dar a conocer el estudio en las instalaciones de la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte, una semana antes de dar inicio con la primera toma de muestras, luego se capacitó de manera práctica y teórica en el periodo intermedio de cada uno de los muestreos, para observar el efecto que este posee sobre la calidad de la leche, en total se realizaron dos capacitaciones en campo.

Los temas que se abordaron para las capacitaciones fueron:

- Conceptos básicos de calidad de la leche
  - Calidad organoléptica
  - Calidad higiénica

- Calidad nutricional
- Buenas prácticas higiénicas
- Buenas prácticas previas al ordeño
- Buenas prácticas durante el ordeño
- Detección de mastitis
- Ordeño correcto
- Buenas prácticas después del ordeño
- Lavado de los utensilios de ordeño
- Limpieza del local de ordeño

Después de la primera toma de muestras se realizó una capacitación enfocada en los puntos críticos detectados mediante la encuesta y la observación; con el propósito de evaluar el comportamiento de la calidad de la leche entre cada capacitación.



Figura 2. Capacitación de los encargados de ordeño y dueños de las ganaderías  
 a. Capacitación teórica en ordeño higiénico, b. Capacitación practica en CMT

### 3.4 Toma de muestras en 7 ganaderías

Se colectaron muestra de 2 tipos. ,78 muestras de vacas individuales y 7 muestras de tanques de cada ganadería de en estudio, para lo cual se realizó una asignación proporcional según el número total de vacas.

$$\text{Asignacion proporcional} = \left( \frac{\text{vacas de la ganaderia individual}}{\text{total de vacas del las 7 ganaderias}} \right) * \text{num. vacas del estudio}$$

Cuadro 6 Resumen de asignación proporcional de las muestras.

Código	Vacas en Ordeño	Vacas Muestreadas
G01	30	8
G02	48	13
G03	50	13
G04	35	9
G05	50	13
G06	35	9
G07	50	13
Totales	298	78

Se realizaron tres muestreos, el primero para diagnosticar el estado de la calidad de la leche, el segundo para realizar una comparación después de la capacitación en buenas prácticas de ordeño, para observar el efecto que esta posee, y un monitoreo mediante un tercer muestreo. Estos muestreos tuvieron un distanciamiento de 15 días entre cada uno de ellos.



Figura 3. Colecta de las muestras de la las ganaderías en estudio

a. Toma de muestras de vacas individuales, b. Toma de muestra de tanque refrigerado

Las muestras se tomaron en frascos de 250 ml de capacidad, siguiendo el procedimiento descrito en el Capítulo 33 de los métodos oficiales para el análisis (AOAC, 2000), según lo establece la Norma Salvadoreña Obligatoria para Leche Cruda (NSO67.01.01.06). Una vez tomadas se identificaron y ubicaron en cajas térmicas manteniendo una temperatura promedio de 4°C garantizando esto por medio de termómetro, para su conservación no se utilizaron agentes preservantes. Se transportaron al laboratorio de control de calidad de la Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte en un periodo de 6 horas, posteriormente

fueron trasladadas al laboratorio del Departamento de Zootécnica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en un periodo de 12 horas; las muestras se analizaron por completo en un periodo de tiempo no mayor de 24 horas.



Figura 4. Recolección, transporte y almacenamiento de muestras a en caja térmica.

### **3.5 Metodología de laboratorio**

#### **3.5.1 Determinación de nutrientes de la leche.**

Se realizo la determinación del contenido nutricional (lactosa, grasa, proteína y solidos no grasos y minerales en porcentaje) de la leche por medio de un analizador de leche LactostarFunke®, Gerber®.



Figura 5. Equipo utilizado para el análisis físico químico Y medición de parámetros nutricionales de las muestras de leche.

Se realizó comprobación de datos de grasa mediante el método Gerber, el cual aplica la butirometría, para poder tener un resultado la que permitiera verificar la confiabilidad del equipo electrónico. Este método mide el volumen ocupado por la grasa contenida en cierta cantidad de leche. El método se fundamenta en un volumen determinado de muestra es tratado con ácido sulfúrico y alcohol isoamílico. El ácido sulfúrico disuelve las proteínas y el alcohol amílico facilita la separación de la grasa por medio de la fuerza centrífuga.



Figura 6. Medidas de grasa de las muestras método de Gerber se lee 7.3% de grasa.

### 3.5.2 Análisis físico

**Densidad;** fue medida mediante el equipo Lactoscan® (Funke, Gerber, Alemania), la cual es expresada en  $\text{g/cm}^3$ .

**pH:** La medición del pH se realizó por medio de “pH-metro” de la marca Horizon®, El cual se calibró para el uso en leche con solución buffer para obtener datos más acertados.



Figura 7. Toma de pH a muestra de leche

**Acidez:** La acidez se midió por titulación y corresponde a la cantidad de hidróxido de sodio utilizado para neutralizar los grupos ácidos. Este valor ser expresado en “grados Dornic” ( $^{\circ}D$ ), que corresponde al volumen n de solución de hidróxido de sodio N/9 utilizada para titular 10 ml de leche en presencia de fenolftaleína. Este resultado expresa el contenido en ácido láctico. Un grado Dornic equivale a 0,1 g/l de ácido láctico ó 0,01% en gramos de ácido láctico por litro o por kilogramo. Si se utiliza hidróxido de sodio N/9 con 10 ml de leche, el volumen de reactivo en ml da directamente el resultado (Negri L,2005).

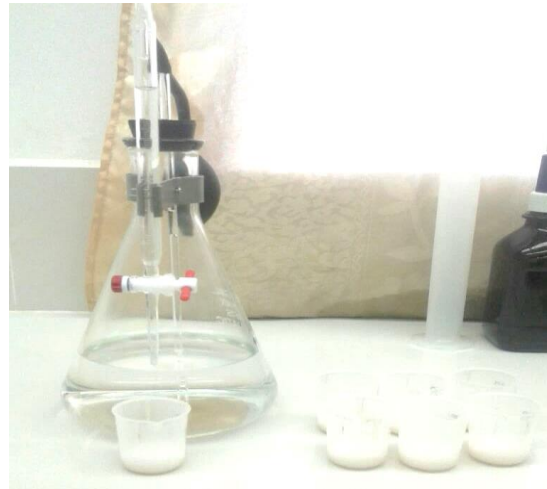


Figura 8. Acidímetro para coma de acidez en  $^{\circ}D$

### 3.5.3 Análisis microbiológico

#### Recuentos mesófilos (Unidades Formadoras de Colonias)

Se prepararon medio de cultivo PCA (Plate count agar) colocando 23.5gr en 1 litro de agua destilada, luego llevándolo a ebullición con agitación constante; de igual manera se preparó Agua Peptonada Bufferada, agregando 25.5gr en 1 litro de agua agitar hasta diluir por completo. Posteriormente se llevaron ambos medios a esterilización en auto clave.



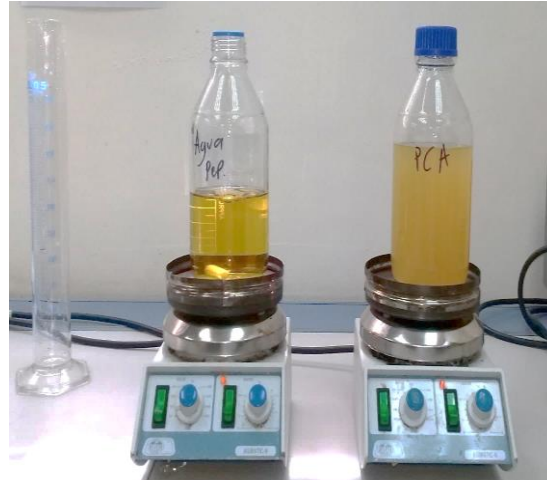


Figura 9. Preparación de medios de cultivo para siembra en placas.

Para poder preparar las placas es necesario diluir la muestra de leche, para lo cual se utilizaron tubos de ensayo estériles en los cuales se colocó 9ml de agua peptonada bufferada estéril, se realizarán 3 diluciones para el análisis.



Figura 10. Diluciones de las muestras de leche.

Se prepararon las placas Petri de las diluciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ , tomando 1ml de caja dilución con una punta estéril y colocándola al centro de la placa Petri se utilizaron puntas diferentes y estériles para inocular cada dilución; y se preparó todo en duplicado.

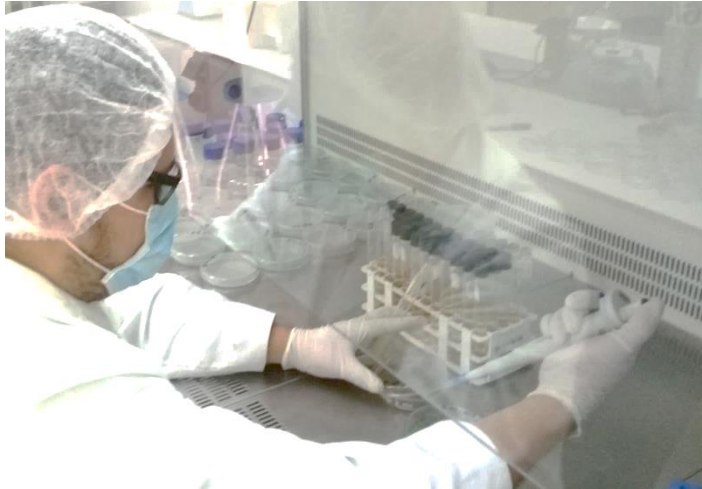


Figura 11. inoculación de placas Petri.

Se vertió cerca de 12-15 ml del medio de cultivo a  $45 \pm 1^\circ\text{C}$  en cada placa Petri. Se agito haciendo figura de 8, el inoculo con el medio y permitir que la mezcla solidificara en las placas de Petri en una superficie horizontal. Además, se preparó una placa de control, con 15 ml del medio para verificar su esterilidad. Una vez solida se colocaron en una incubadora a temperatura de  $30^\circ\text{C}$  durante  $72 \pm 3\text{h}$ . Colocando la placa de forma invertida.

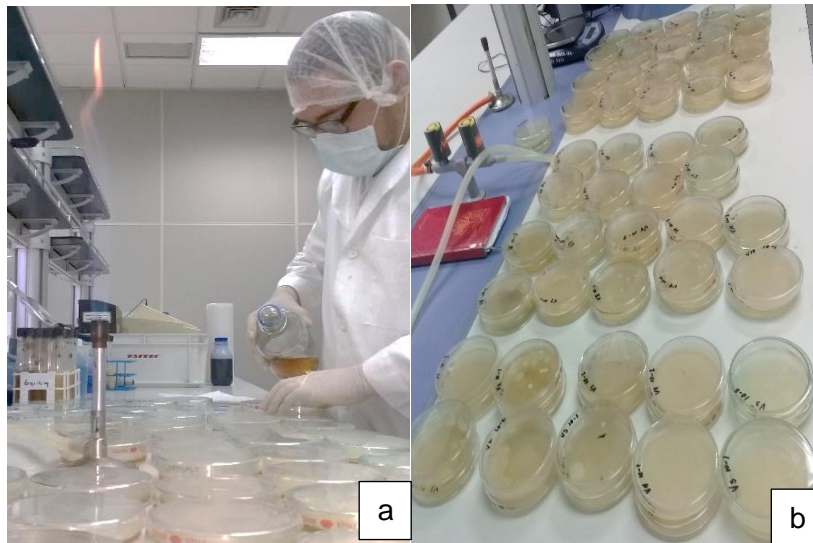


Figura 12. Vertido de placas Petri. a. colocación de medio de cultivo cerca del mechero. b. reposo de la placa para su solidificaron

Para realizar el conteo de las UFC, se extraen la placa Petri de la incubadora y se seleccionaron aquellas que poseían 10 a 300 colonias. El conteo se realizó por medio de un contador de placas.



Figura 13. Selección y conteo en cajas Petri

### Prueba de Reductasa

El tiempo de acción de la reductasa se determinó al añadir 1 ml de solución de azul de metileno a 10 ml de leche. Los tubos con las muestras se sumergieron hasta el nivel de la leche en baño María a 36 °C por 10 min y se agitaron por medio de un agitador que agiliza el proceso y se registró el tiempo inicial de incubación; después los tubos se regresaron al baño y se mantuvieron a una temperatura de 36 °C, se realizaron las lecturas cada 30 min para observar la decoloración de la leche e interpretar resultados.

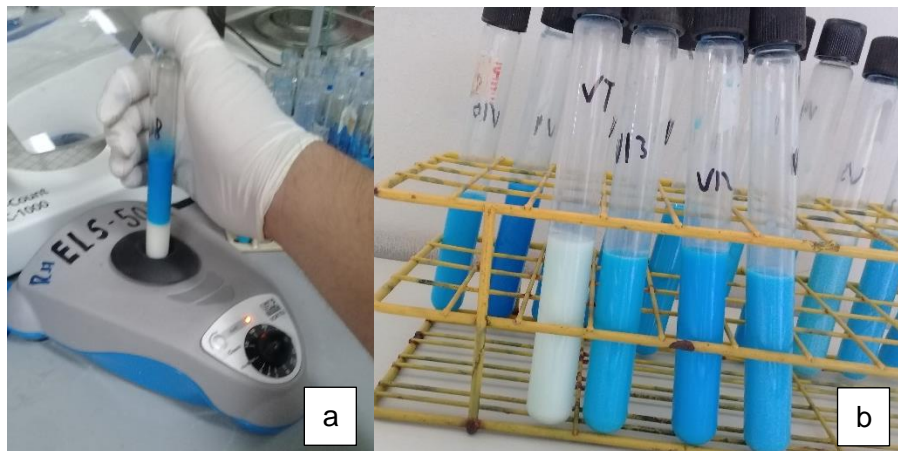


Figura 14. Prueba de reductasa a. agitación de los tubos de ensayo. b. Lectura de la prueba de reductasa

### Conteo de Células Somáticas

Se utilizó el equipo Ekomilk® Horizon®, el cual es un surfactante que disuelve las membranas de las células somáticas. A sí como sus sobres de núcleos y forma un gel, aumentando la viscosidad de la leche. Se establece una relación proporcional entre la viscosidad de la mezcla (leche/Ekoprím) y el número de células somáticas de la leche ensayada (Horizon, 2000).



Figura 15. Contador de células somáticas Horizon®,

### 3.6 Metodología estadística

Se aplicó el método estadístico descriptivo e inferencial de tipo prospectivo con un diseño longitudinal para caracterizar el proceso de ordeño higiénico de la leche, evidenciando la calidad mediante pruebas de laboratorio, con un nivel de confianza 95%, una precisión de 10%, con una proporción del 50% en cada uno de los grupos.

#### 3.6.1 Variables independientes

Higiene del ordeño.

Tipo de ordeño

#### 3.6.2 Variables dependientes

Calidad físico- química

- Parámetros físicos: Densidad (g/cm<sup>3</sup>), pH y Acidez titulable.
- Composición nutricional. Proteína %, Grasa %, Lactosa %, Sólidos no grasos

Calidad microbiológica.

- Recuento de mesófilos (UFC)
- Prueba de reductasa (horas).
- Recuento de células somáticas (células/ml)

El tipo de muestreo aplicado en la investigación es del tipo dirigido ya que se seleccionaron las unidades elementales de la población a juicio de los investigadores, sabiendo que estas unidades gozaron de una representatividad adecuada.

Se realizó una evaluación de las medias, desviaciones estándar y una prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis para comparar cuando las distribuciones no son normales, esto permitió encontrar significación al comparar los grupos.

Se utilizó el programa estadístico InfoStat V2016 que cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado.

#### **4.Resultados y discusión.**

La investigación fue realizada en 7 ganaderías, con condiciones similares a los cuales se les realizaron 3 muestreos; cada muestreo corresponde al número de capacitación sobre ordeño higiénico recibidas en cada ganadería para lo cual, cuando no se tenía capacitación se denominó grupo C0, al recibir la primera capacitación se denominó grupo C1 y después de la segunda capacitación se denominó grupo C2.

#### 4.1 Evaluación de la higiene en el proceso de ordeño.

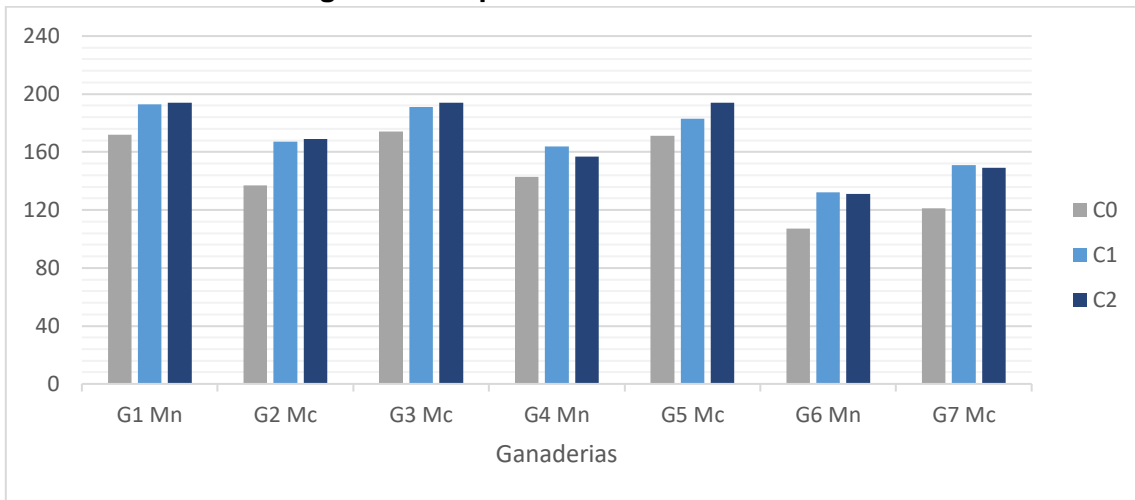


Figura 16 Grafica Evaluación de la higiene en el proceso de ordeño.

Se observa en la figura 16, que durante el primer muestreo y capacitación C0 las ganaderías de ordeño manual (Mn) presentaban una higiene regular con un promedio de 140 puntos en la encuesta, mientras las ganaderías con ordeño mecánico (mc) presentaron un promedio de 151 puntos, durante el segundo muestreo y capacitación C1, las ganaderías con ordeño manual presentaron un promedio de 163 puntos, las ganaderías de ordeño mecánico durante el segundo muestreo presentaron un promedio de 173 puntos, en el último muestreo la ganaderías con ordeño manual presentaron un promedio de 161 puntos en la evaluación de ordeño higiénico, presentado una disminución de la puntuación no a si las ganaderías con ordeño mecánico las cuales durante el tercer muestreo capacitación C2 lograron un promedio de 173 puntos.

Cuatro de las ganaderías en estudio presentaron resultados altamente positivos en el caso de la ganadería G1 de ordeño manual de un puntaje inicial de 172 a un puntaje de 194 de un máximo de 240, la ganadería G3 con ordeño mecánico paso de un puntaje inicial de 174 a un puntaje de 194 de un máximo de 240, la ganadería G5 con un puntaje inicial de 171 logro obtener un puntaje de 194 de un máximo de 240.

## 4.2 Parámetros nutricionales de muestra de vacas de individuales

### 4.2.1 Grasa

El contenido de grasa de la leche tomada de vacas, de los grupos C0, C1, y C2; en estudio se presentan en el cuadro 7, sus medias se encuentran entre 2.15% y 4.01%, los valores más altos se encuentran en el grupo C0 con mayor dispersión entre ellos, en el grupo C1 disminuyen los valores, pero aumenta la dispersión, los valores menores se encuentran en el grupo C2 con menor dispersión entre ellos. Hay diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-1, Figura A - 1).

Cuadro 7 Resultados de análisis de grasa en porcentaje (%) tomada de vacas

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	4.31	4.49	5.39	4.64	2.37	3.85	3.01	4.01	1.03	<0.0001
C1	4.15	2.41	1.65	1.82	1.19	3.96	0.89	2.30	1.30	
C2	1.75	2.64	2.21	1.61	2.74	3.26	0.84	2.15	0.82	

Según el acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado "A", Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador, la leche debe ser entregada con un contenido de grasa de 3.8% (SCGZNSV,2010).

Por tanto, se observa que los datos recolectado de muestras de vacas individuales, cumplen este parámetro las del grupo C0 los cuales no tenía capacitación en ordeño higiénico, mientras los grupos C1 y C2 con capacitación no cumplen.

La cantidad de grasa de la leche puede variar, y depende de la cantidad y calidad de la fibra y de la proporción forraje/concentrado de la dieta de la vaca, así como de la disponibilidad de azúcares fácilmente fermentables (Gonzales C, 2015).

### 4.1.2 Proteína

Los resultados del análisis de proteína de los grupos C0, C1, y C2; en estudio se presenta en el cuadro 8, sus medias se encuentran entre 3.17% y 5.30%, los valores más altos se encuentran en el grupo C0 con mayor dispersión entre ellos, en el grupo C1 disminuyen los valores y la dispersión, los valores menores se encuentran en el grupo C2 con menor dispersión entre ellos. Hay diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-2, Figura A - 2).

Cuadro 8 Resultados de análisis de proteína en porcentaje (%) tomada de vacas

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	3.98	4.48	5.3	4.53	3.2	3.2	3.11	3.97	0.84	<0.0001
C1	4.18	3.35	3.29	3.16	3.3	3.2	3.17	3.38	0.36	
C2	2.78	3.41	3.25	3.21	3.2	3.11	3.21	3.17	0.19	

Según la Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un valor mínimo de proteína 3.2%. El resultado de los análisis para las vacas individuales muestra que en los grupos C0 y C2 se cumple con este parámetro establecido por la ley siendo estos los grupos con cero y con una capacitación respectivamente, el grupo C2 con mayor capacitación presenta los valores bajos.

La cantidad de proteína en la leche depende del código genético de la vaca y está relacionada con la presencia de aminoácidos limitantes: lisina, metionina, valina, leucina e isoleucina. Si falta cualquiera de estos, el proceso de síntesis de proteína se detiene (Gonzales C, 2015).

#### 4.2.3 Lactosa

Los porcentajes de lactosa encontrados de los grupos C0, C1, y C2; en estudio se presenta en el cuadro 9, sus medias se encuentran entre 4.69% y 5.92%, los valores más altos se encuentran en el grupo C0 con mayor dispersión entre ellos, en el grupo C1 disminuyen los valores y la dispersión, los valores menores se encuentran en el grupo C2 con menor dispersión entre ellos. Hay diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-3, Figura A - 3).

Cuadro 9 Resultados de análisis de lactosa en porcentaje (%) tomada de vacas

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	5.98	6.75	7.96	6.8	4.66	4.61	4.71	5.92	1.32	<0.0001
C1	6.28	4.77	4.78	4.62	4.77	4.8	4.67	4.96	0.59	
C2	4.24	4.97	4.74	4.84	4.83	4.5	4.72	4.69	0.25	



Alais C,1984 establece que la leche se compone de 4.53% de lactosa. En base a esto se puede observar que las muestras tomadas de vacas individuales de los grupos C0, C1 y C2 en estudio cumple con este parámetro.

Según Potter 1995, la composición de la leche se ve influenciada por distintos factores como la raza, la variabilidad animal, la edad, la fase de lactancia, la estación del año, el tiempo de ordeño, los intervalos entre cada ordeño, las condiciones fisiológicas y sanitarias.

#### 4.2.4 Sólidos no grasos

La cantidad de sólidos no grasos de la leche tomada de vacas, de los grupos C0, C1, y C2; en estudio se presentan en el cuadro 10, sus medias se encuentran entre 8.52% y 10.56%., los valores más altos se encuentran en el grupo C0 con mayor dispersión entre ellos, en el grupo C1 disminuyen los valores, pero aumenta la dispersión, los valores menores se encuentran en el grupo C2 con menor dispersión entre ellos. Hay diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-4, Figura A - 4).

Cuadro 10 Resultados de análisis de sólidos no grasos en (%) tomada de vacas

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	10.62	12.12	14.26	12.23	8.49	8.44	7.76	10.56	2.43	0.0004
C1	11.23	8.7	8.72	8.4	8.81	8.83	8.49	9.03	0.99	
C2	7.64	9.05	8.32	8.88	8.93	8.23	8.57	8.52	0.50	

El RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada, establece un mínimo de 8% de sólidos no grasos en la leche de vaca cruda. Basado en este dato podemos observar que las muestras tomadas de vacas individuales de los grupos en estudio C0, C1 y C2, cumplen con este parámetro.

### 4.3 Parámetros físico de muestra de vacas de individuales

#### 4.3.1 Acidez

El resultado de prueba de acidez expresada en grados Dornic (°D) de los grupos C0, C1, y C2; se presenta en el cuadro 11, sus medias se encuentran entre 14.22 y 14.35 °D, teniendo los valores altos el grupo C0, con tendencia a disminuir en el grupo C1 y el grupo C2 posee los valores menores con menor dispersión entre ellos. No se

encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-5, Figura A - 5).

Cuadro 11 Resultados de análisis de acidez titulable en °D tomada de vacas

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	13.13	15.08	14.69	14.44	14.31	14.67	14.15	14.35	0.62	0.1467
C1	14.38	14.92	13.92	14.22	14.31	14.33	14.23	14.33	0.30	
C2	14.38	14.23	14.23	14.33	14.31	14.22	13.85	14.22	0.17	

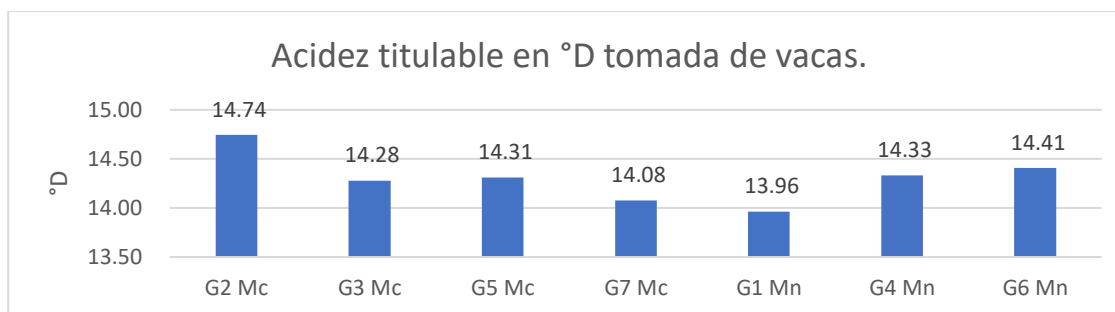


Figura 17 Resultados de análisis de acidez titulable en °D tomada de vacas.

Se observó que las ganaderías con ordeño manual poseen los valores más bajos de acidez.

Según el acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado "A", Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador, la leche debe ser entregada con un rango de acidez 14 a 16 acidez titulable (SCGZNSV,2010). (La Norma Salvadoreña para leche cruda) NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 14 a 17 de acidez titulable. Se puede apreciar que las muestras tomada de vacas individuales en los grupos C0 y C1 posee un mayor grado de acidez siendo su promedio de 14.35 y 14.33 respectivamente; en el caso del grupo C2 con mayor capacitación en ordeño higiénico se observa una reducción en la acidez siendo el promedio para este grupo de 14.22.

Se observa una disminución de 0.90% en los valores de acidez. Teniendo relación con la investigación de Calderón *et al.* (2012) se reportaron un promedio inferior (0,12% de ácido láctico) en Bogotá, debido a las mejores condiciones de higiene durante el ordeño.

#### 4.2.2. pH

La medida del potencial de hidrogeno expresado como (pH) de los grupos C0, C1, y C2, se presenta en el cuadro 12, estas se encentran 6.85 y 6.86, los grupos C0 y C1 posee valores similares en cuanto a sus medias, el grupo C1 posee mayor desviación estándar que el grupo C0 y el grupo C2 posee los valores menores con menor dispersión entre ellos. No se encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-6, Figura A -6).

Cuadro 12 Resultados de análisis de pH tomada de vacas

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	6.97	6.78	6.82	6.84	6.85	6.82	6.87	6.85	0.06	0.1339
C1	6.85	6.79	6.88	6.86	6.85	6.85	6.86	6.85	0.03	
C2	6.85	6.86	6.86	6.85	6.85	6.86	6.9	6.86	0.02	

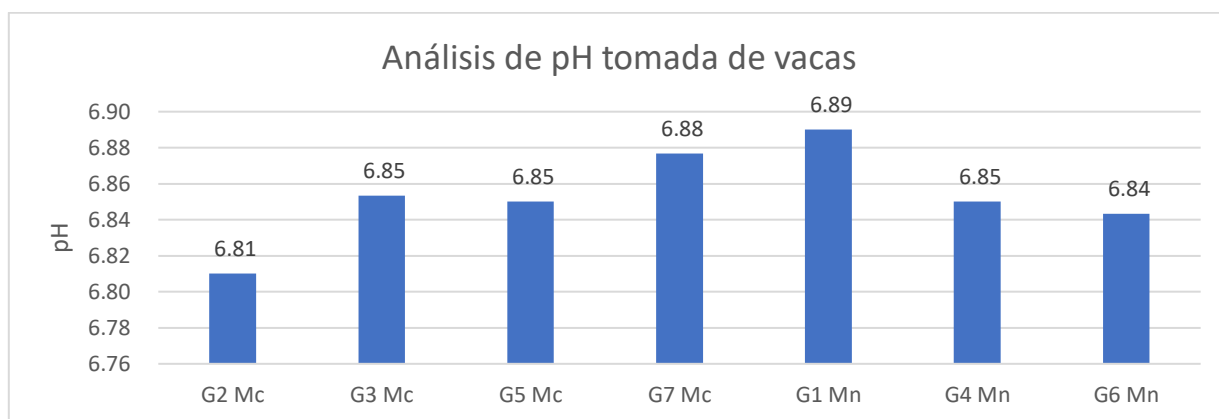


Figura 18 Resultados de análisis de pH tomada de vacas

Se observo que las ganaderías con ordeño manual poseen valores de pH más elevados a los demás.

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 6.4 a 6.7 en cuanto al pH, basado en este dato se puede observar que los datos recolectados de las muestras tomada de vacas individuales se mantienen por encima de este rango.

Singh *et al.*, 1997 citado por Negri L, 2005 menciona que el pH también puede ser diferente entre muestras de leche fresca de vacas individuales reflejando esto

variaciones en la composición. A pesar de todos estos cambios, el pH varía en un rango muy reducido y valores de pH inferiores a 6,5 o superiores a 6,9 ponen en evidencia leche anormal.

Por otro lado, valores de pH 6,9 a 7,5 son medidos en leches mastíticas debido a un aumento de la permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria originando una mayor concentración de iones Na y Cl y una reducción del contenido de lactosa y de P inorgánico soluble (Alais, 1984).

#### 4.2.3 Densidad

El resultado de la medida de la densidad de la leche expresada en gr/ml de los grupos C0, C1, y C2, se presenta en el cuadro 13, estas se encuentran 1.029 y 1.025gr/ml, el grupo C0 posee valores altos esto se mantuvieron a la baja en los grupos C1 y C2, la desviación estándar fue la misma para los tres grupos., Hay diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-7, Figura A -7).

Cuadro 13 Resultados de análisis de densidad (gr/ml) tomada de vacas

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	1.025	1.030	1.037	1.031	1.030	1.030	1.018	1.029	0.006	0.017
C1	1.027	1.020	1.030	1.029	1.036	1.019	1.030	1.027	0.006	
C2	1.017	1.031	1.030	1.022	1.020	1.027	1.031	1.025	0.006	

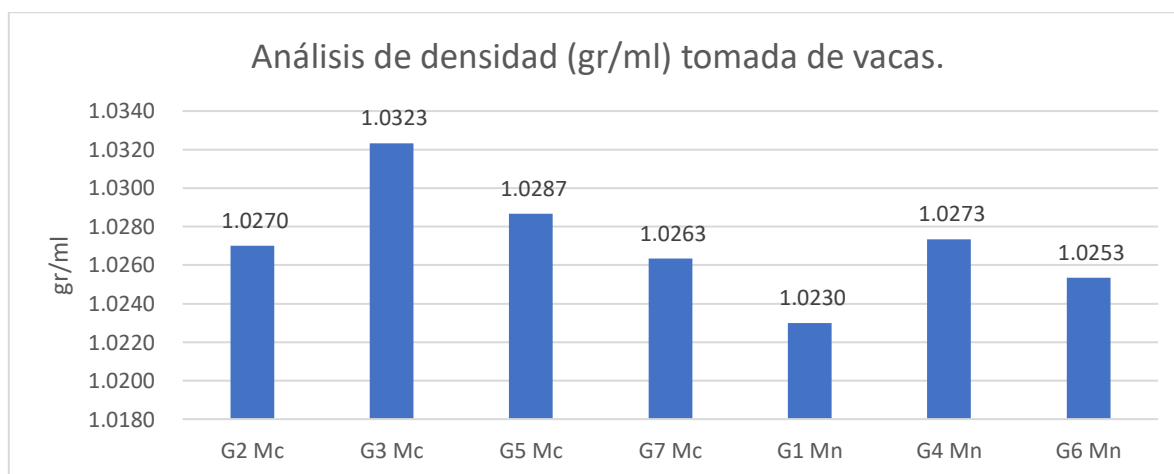


Figura 19 Resultados de análisis de densidad (gr/ml) tomada de vacas.

Se observa que las muestras tomadas de ganaderías con ordeño mecánico presentan valores más elevados de densidad.

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 1.028 a 1.033 a 15°C, se puede observar que solo los datos del grupo C0 cumplen con este parámetro, no a si los del grupo C1 que estuvo bajo con 0.001gr/ml y el grupo C2 con 0.003gr/ml.

Según Alais, 1984: La densidad de la leche individual es variable; los variables medios se encuentran entre 1,030 y 1,033 a la temperatura de 20 °C

La densidad de la leche de una especie determinada no es un valor constante, sino que va a depender de la temperatura, siendo menor al aumentar esta, varía proporcionalmente a la concentración de sólidos disueltos y en suspensión, y varía de forma inversa al contenido graso. valores habituales de la densidad de la leche de vaca: entre 1.0231 y 1.0398 (López A, 2016).

#### 4.4 Parámetros microbiológicos de muestra de vacas de individuales

##### 4.4.1 Recuento de mesófilos (UFC)

El recuento de mesófilos de la leche expresada en microorganismos por ml, los grupos C0, C1, y C2, se presenta en el cuadro 14, estas se encuentran 3,180 y 5,537 microorganismos/ml, el grupo C0 posee los valores más altos, y estos tienden a disminuir en el grupo C1 y son más bajos en el grupo C2. Hay diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-8, Figura A -8).

Cuadro 14 Resultados de análisis de mesófilos en UFC/ml tomada de vacas

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	1,815	2,948	9,878	7,657	2,038	4,652	9,769	5,537	3,531	0.0017
C1	2,477	6,311	5,392	4,136	5,241	8,146	4,783	5,212	1,764	
C2	2,943	3,301	3,077	3,702	3,227	2,591	3,423	3,181	356	

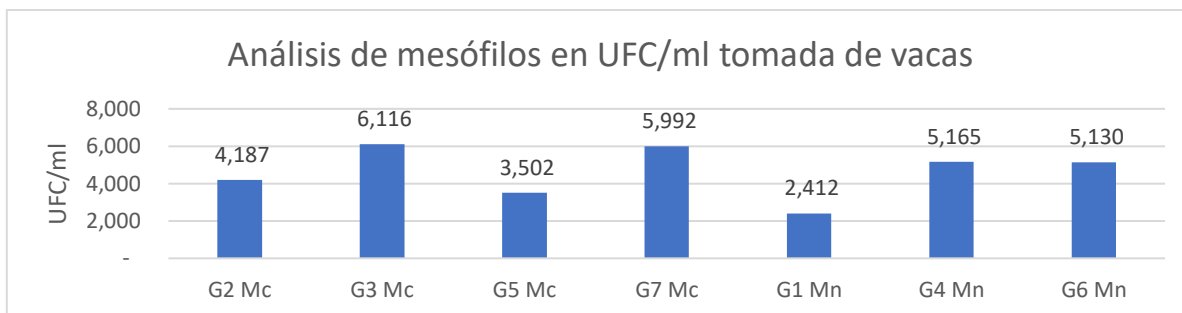


Figura 20 Resultados de análisis de mesófilos en UFC/ml tomada de vacas

Se observa que las ganaderías con ordeño mecánico presentan los valores más elevados de microorganismos mesófilos en sus muestras.

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece, una clasificación en base al contenido microbiológico de la leche, se establece el grado A en un rango menor o igual a 300,000 UFC/ml, grado B en un rango mayor de 300,000 UFC/ml y menor o igual a 600,000 UFC/ml y grado C en un rango mayor de 600,000 UFC/ml y menor de 900,000UFC/ml. Basado en esto se puede observar que todas las muestras de todos los grupos se encuentran clasificadas como grado A.

Magariños H, 2000 menciona que, la cantidad de bacterias en el interior de la ubre de la vaca depende del nivel de higiene que se realice durante el ordeño. Basado en esto se puede observar que el contenido de UFC/ml disminuyen cuando incrementan las capacitaciones sobre el ordeño higiénico presentando un comportamiento inversamente proporcional.

El desarrollo microbiano en la leche ocasiona una serie de modificaciones químicas que dan lugar a su deterioro, debido a la degradación de sus componentes fundamentales: lactosa, proteínas y grasa. Las medidas de control para la prevención de la contaminación microbiana de la leche cruda incluyen: A. Salud, bienestar y medio ambiente de los animales; B. Limpieza y desinfección del pezón antes del ordeño; C. Aplicación de adecuadas rutinas de ordeño; D. Limpieza y desinfección del equipo y superficies que contactan con la leche, así como de las instalaciones; e higiene del personal (SAGARPA, 2009).

Es muy importante emplear un correcto procedimiento de ordeño que se relacione con aspectos de higiene donde es recomendable atenerse al siguiente procedimiento: lavado de los pezones con agua circulante, secado de los mismos con toalla desechable, desinfección de las manos del ordeñador (Magariños H, 2000).

#### 4.4.2 Prueba de reductasa (horas).

Clasificación de la calidad de la leche mediante prueba de reductasa expresada en horas de los grupos C0, C1, y C2, se presenta en el cuadro 15, sus medias se encuentran entre 5.96 y 6 horas, los datos más bajos los posee el grupo C0, poseen tendencia a incrementar en el grupo C1 y el grupo C2 posee los resultados más altos. No se encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-9, Figura A -9).

Cuadro 15 Resultado de prueba de reductasa (Horas) tomada de vacas

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	6	6	5.85	6	6	6	5.85	5.96	0.07	0.1218
C1	6	5.85	6	6	6	6	6	5.98	0.06	
C2	6	6	6	6	6	6	6	6.00	-	

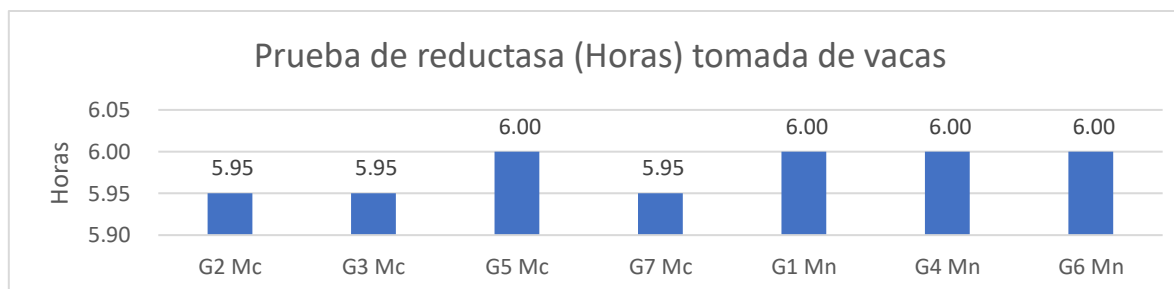


Figura 21 Resultado de prueba de reductasa (Horas) tomada de vacas

Se aprecia que las ganaderías con ordeño manual poseen un mejor resultado en la prueba de reductasa que las ganaderías con ordeño mecánico.

Según el acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado "A", Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador, establece una clasificación en base a horas según la prueba de reductasa, grado A mayor de 6 horas, grado B de 4 a

6 horas y grado C 2 a 4 horas, (SCGZNSV,2010). Basado en la Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece, una clasificación similar grado A 6 horas o más, grado B 4 horas y menos de 6 horas y grado C menos de 4 horas.

Según estas dos clasificaciones se observa que el grupo C0 se clasifico en promedio como clase B con 5.96 horas, el grupo C1 se clasifico en promedio como clase B con 5.98horas y el grupo C2 se clasificó como grado A; se puede apreciar que a medida incrementan las capacitaciones sobre ordeño higiénico incrementan las horas en la prueba de reductasa.

#### 4.4.3 Recuento de células somáticas (células/ml)

El conteo de células somáticas de la leche de tomada de vacas se expresa en (células/ml), de los grupos C0, C1 y C2, se presenta en el cuadro 16, sus medias se encuentran entre 1,178,919 y 1,266,850 células/ml, el grupo C1 presentan las medias más altas con alta desviación entre ellas, el grupo C2 presento las medias más bajas y con menor dispersión entre ellas, No hay diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-10, Figura A -10).

Cuadro 16 Resultado de CCS en (células/ml) tomada de vacas

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	1,287,438	306,192	182,577	2,357,000	606,000	2,183,111	1,405,769	1,189,727	869,989	0.7319
C1	977,938	1,180,538	950,192	3,109,222	195,000	1,545,944	909,115	1,266,850	907,401	
C2	382,875	1,315,808	592,654	2,224,444	1,145,115	1,642,000	949,538	1,178,919	626,825	

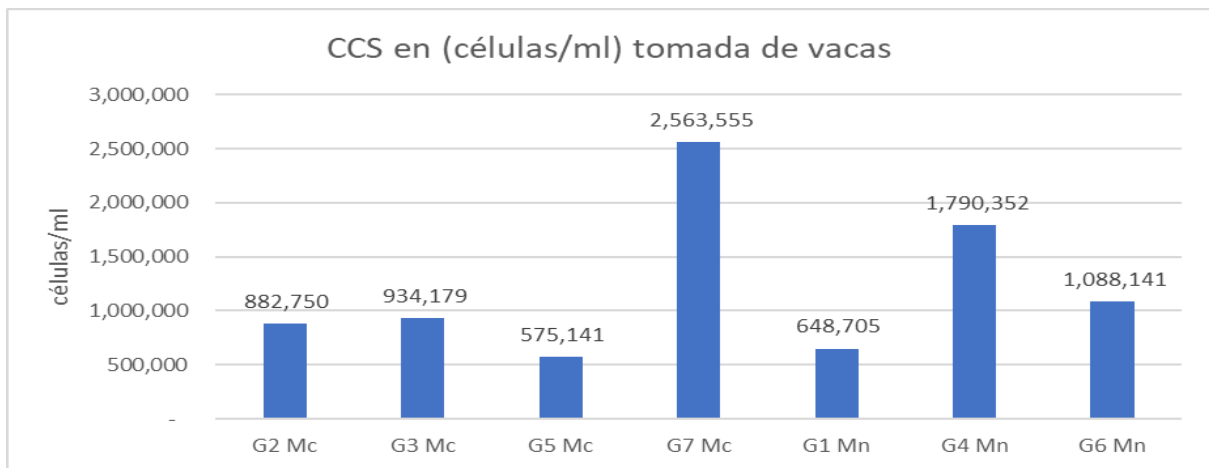


Figura 22 Resultado de CCS en (células/ml) tomada de vacas



Las ganaderías con ordeño manual presentaron valores más elevados en el conteo de células somáticas, en comparación con las ganaderías con ordeño mecánico.

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece: un conteo de células somáticas por mililitro máximo de 750,000. En base a esto se observa que todas las muestras de vacas individuales se encuentran por encima de este parámetro, pero se observa que a medida se incrementa el número de capacitaciones sobre el ordeño higiénico el conteo de células somáticas disminuya, generando una relación inversa mente proporcional.

El contenido de células somáticas de la leche cruda es un parámetro que expresa el grado de irritación mamaria de los cuartos afectados y que proporciona, además, una información indirecta sobre la pérdida de producción y las modificaciones en la composición física y química de la leche pertenecientes a esos cuartos (Magariños H, 2000).

El aumento del CCS está asociado a consecuencias negativas en la leche fluida y derivados, tales como disminución en el rendimiento quesero hasta del 4%, aumento del tiempo de formación de la cuajada, pérdida de proteína del suero, probabilidad de presentar sabor rancio en queso y mantequilla, disminución de la vida de anaquel de la leche (SAGARPA, 2009).

La calidad de la leche tiene una relación directa con altos conteos de células somáticas (CCS), los cuales están relacionados con la mastitis subclínica, y la mastitis está íntimamente relacionada con las prácticas de ordeño. Los millones de bacterias que se encuentran en los cuartos de la ubre salen afuera durante el ordeño junto con la leche y en este momento contaminan las manos del ordeñador, baldes, jarrones de ordeño y los suelos (Gonzales C, 2015).

#### **4.5 Parámetros nutricional de muestra de termos refrigerados**

##### **4.5.1 Grasa**

El resultado del análisis de grasa a las muestras de los termos de los grupos C0, C2 y C3 se presenta en el cuadro 17, sus medias se encuentran entre 3.63 y 4.25% de grasa, el grupo C0 posee los datos más altos de grasa, el grupo C1 posee datos más dispersos

entre sí y el grupo C2 posee los datos más bajos con menor dispersión. Hay diferencia significativa entre los grupos con una significancia del p valor de 0.05 como se muestra en el anexo (Cuadro A-11, Figura A -11).

Cuadro 17 Resultados de análisis de grasa en (%) tomada de termos

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	4.36	3.94	4.06	4.28	4.07	4.98	4.07	4.25	0.35	0.0433
C1	4.11	3.36	3.09	2.89	3.58	5.54	4.14	3.82	0.90	
C2	3.23	3.75	4.06	3.77	3.6	3.32	3.67	3.63	0.28	

Según el acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado “A”, Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador, la leche debe ser entregada con un contenido de grasa de 3.8% (SCGZNSV,2010). Basado en esto se puede apreciar que los grupos en estudio cumplen con este parámetro.

La composición de la leche, se ve influenciada por distintos factores como la raza, la variabilidad animal, la edad, la fase de lactancia, la estación del año, el tiempo de ordeño, los intervalos entre cada ordeño, las condiciones fisiológicas y sanitarias (Potter, 1995).

#### 4.5.2 Proteína

La proteína encontrada expresada en % de los grupos C0, C1 y C2 se presenta en el cuadro 18, su media se encuentra entre 3.04 y 3.44%, le grupo C0 posee los datos más altos, con mayor desviación entre ellos, el grupo C1 presento datos con menor desviación estándar, el grupo C2 posee datos similares al grupo C1, pero con menor dispersión entre ellos. No se encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-12, Figura A -12).

Cuadro 18 Resultados de análisis de proteína en (%) tomada de termos

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	3.88	3.7	3.62	3.84	3.02	3.1	2.92	3.44	0.41	0.2568
C1	3.21	3.05	2.82	2.45	3.34	3.23	3.21	3.04	0.31	
C2	2.71	3.1	3.21	3.08	3.24	3.15	2.8	3.04	0.21	

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un valor mínimo de proteína 3.2%. se puede apreciar que solo las muestras del grupo C0 cumplen con este criterio en base a la normativa, sin embargo, cabe destacar que en este grupo la desviación estándar es mayor y esta disminuye en los grupos C1 y C2.

Los factores que influyen en la variabilidad son de tipo ambiental, fisiológico y genético. Dentro de los ambientales se reconoce a la alimentación, la época del año y la temperatura ambiente. En los fisiológicos encontramos el ciclo de lactancia, las enfermedades, especialmente la mastitis, y los hábitos de ordeño. En cuanto a los factores genéticos citaremos la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética (Magariños H, 2000).

#### 4.5.3 Lactosa

El contenido de lactosa de la leche de los ternos expresada en %, de los grupos C0, C1 y C2 se presenta en el cuadro 19, sus medias se encuentran entre 4.45 y 5.12%, el grupo C0 presenta los datos más altos, con tendencia a disminuir en el grupo C1, y el grupo C2 posee la menor dispersión entre los datos. No se encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-13, Figura A - 13).

Cuadro 19 Resultados de análisis de lactosa en (%) tomado de ternos

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	5.83	5.56	5.44	5.79	4.34	4.45	4.4	5.12	0.69	0.3605
C1	4.83	4.6	4.08	3.52	4.59	4.86	4.64	4.45	0.48	
C2	4.08	4.48	4.63	4.64	4.87	4.57	4.01	4.47	0.31	

Según Magariños H, 2000. La lactosa el componente más abundante entre los sólidos de la leche un 4.6%; es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa. Basado en esto se observa que las muestras del grupo C0 cumplen con este requisito, pero posee la mayor desviación entre sus datos, los grupos C1 y C2 presenta una menor variación entre sus datos, pero no cumplen con el criterio según este autor,

Prácticamente la lactosa es el único azúcar de la leche, aunque en ella existan polímeros libres y glúcidos combinados en pequeña porción. Durante el periodo

calostrado se ve aumentada la cantidad de estos compuestos. Los orígenes de la lactosa se deben a: Síntesis a partir de la glucosa de la sangre. síntesis de la lactosa a partir de los ácidos volátiles. Son muy diversas las causas que pueden producir variaciones, en uno u otro sentido, del porcentaje de lactosa presente en la leche: una de ellas es la alimentación, otra puede ser la genética (Preciada S, s. f.).

#### 4.5.4 Sólidos no grasos

El porcentaje (%) de sólidos no grasos de los grupos C0, C1 y C2 se presenta en el cuadro 20, su media se encuentra entre 8.13 y 9.21%, el grupo C0 posee los datos más altos, con mayor desviación entre ellos, el grupo C1 presenta datos con menor desviación estándar, el grupo C2 posee datos similares al grupo C1, pero con menor dispersión entre ellos. No se encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-14, Figura A -14).

Cuadro 20 Resultados de análisis de sólidos no grasos en (%) tomado de termos

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	10.34	10.08	9.79	10.39	7.6	8.16	8.11	9.21	1.20	0.3578
C1	8.74	8.46	7.45	6.44	8.38	8.98	8.49	8.13	0.89	
C2	7.49	8.18	8.47	8.57	8.95	8.24	7.36	8.18	0.57	

Según el RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada, establece un mínimo de 8% de sólidos no grasos en la leche de vaca cruda. Se puede observar que todas las muestras tomadas de los tanques de refrigeración cumplen con este parámetro, siendo los que poseen menor desviación los del grupo C1, y C2, el de mayor desviación es el grupo C0.

La leche de rebaños doble propósito contiene un alto porcentaje de sólidos no grasos, los cuales pueden variar por múltiples factores, siendo el estado de la lactancia, tipo de mestizaje y época del año los principales esto según SAGARPA, 2009.

#### 4.6 Parámetros físico de muestra de termos refrigerados

##### 4.6.1 Acidez

El resultado de prueba de acidez expresada en grados Dornic (D°) de los grupos C0, C1, y C2; se presenta en el cuadro 21, sus medias se encuentran entre 13.86 y 14.29 D°, teniendo los valores altos el grupo C0 y el grupo C1, este último con menor

dispersión, los valores menores pertenecen al grupo C2 con menor dispersión entre ellos. No se encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-15, Figura A -15).

Cuadro 21 Resultados de análisis de acidez titulable en °D tomada de termos

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	13	14	15	15	14	14	15	14.29	0.76	0.2512
C1	14	15	14	14	14	15	14	14.29	0.49	
C2	14	14	14	14	13	14	14	13.86	0.38	

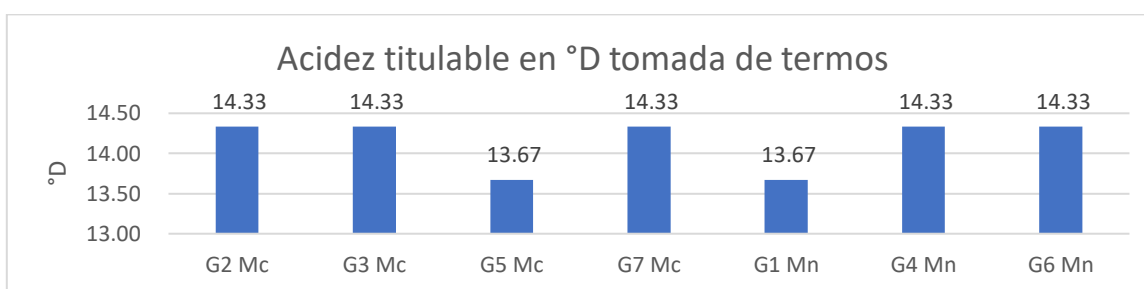


Figura 23 Resultados de análisis de acidez titulable en °D tomada de termos

El grado de acidez fue menos en las muestras tomadas de termos en donde se realizaba un ordeño manual, en comparación con las muestras en donde el ordeño es mecánico.

Según el acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado “A”, Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador, la leche debe ser entregada con un rango de acidez 14 a 16 acidez titulable (SCGZNSV,2010). La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 14 a 17 de acidez titulable. Como se puede apreciar en los datos tomados de los tanques refrigerados, los del grupo C2 se encuentra 0.14°D por debajo del rango, con menos desviación entre los datos, los grupos C1 y C2 se encuentran dentro del rango con mayor desviación.

En la investigación de Calderón *et al.* (2012), se menciona que cuando la leche es almacenada sin refrigeración como ocurre en la mayoría de la región del Magdalena medio, el crecimiento bacteriano se ve favorecido ya que la población bacteriana se

incrementa cada 30 minutos y como consecuencia del metabolismo bacteriano, se presenta la acidificación de la leche. Esto está en concordancia con los resultados de los tanques ya que todas las ganaderías en estudio poseen tanques refrigerados.

#### 4.6.2. pH

La medida del potencial de hidrogeno expresado como (pH) de los grupos C0, C1, y C2, se presenta en el cuadro 22, estas se encuentran 6.86 y 6.90, los grupos C0 y C1 poseen valores similares en cuanto a sus medias, y el grupo C2 posee los valores menores con menor dispersión entre ellos. No se encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-16, Figura A -16).

Cuadro 22 Resultados de análisis de pH tomado de los termos

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	6.99	6.89	6.79	6.79	6.89	6.89	6.79	6.86	0.08	0.2512
C1	6.89	6.79	6.89	6.89	6.89	6.79	6.89	6.86	0.05	
C2	6.89	6.89	6.89	6.89	6.99	6.89	6.89	6.90	0.04	

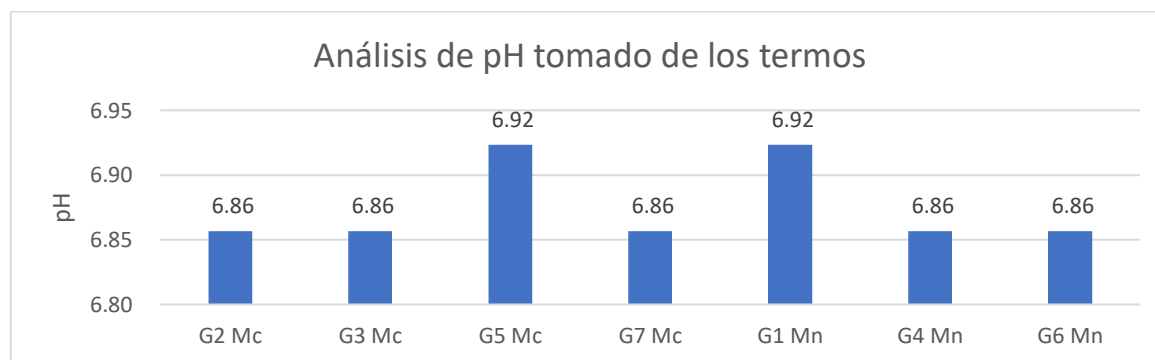


Figura 24 Resultados de análisis de pH tomado de los termos

No se observó diferencia entre los tipos de ordeño y el valor obtenido de pH.

Según la Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 6.4 a 6.7 en cuanto al pH, se puede observar en los resultados que todos se encuentran por encima del rango de pH establecido por la normativa.

El pH de la leche no es un valor constante, puede variar en el curso de la lactación. El pH del calostro es más bajo que el de la leche, por ej. pH 6,0 es explicado por un elevado contenido en proteínas, el pH es altamente dependiente de la temperatura. Las variaciones de la temperatura causan muchos cambios en el sistema buffer de la leche, principalmente se ve afectada la solubilidad del fosfato de calcio. El pH disminuye en promedio 0,01 unidades por cada °C que aumenta, fundamentalmente a causa de la insolubilización del fosfato de calcio. Esta variación es muy importante considerando el estrecho rango de variación del pH de la leche. (Alais, 1984).

#### 4.6.3 Densidad

El resultado de la medida de la densidad de la leche expresada en gr/ml de los grupos C0, C1, y C2, se presenta en el cuadro 23, estas se encuentran 1.020 y 1.024gr/ml, el grupo C0 posee más bajos altos y con mayor desviación estándar, los valores presentan tendencia creciente en el grupo C1 y el grupo C2 este último posee los valores con menor dispersión entre ellos. No se encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-17, Figura A -17).

Cuadro 23 Resultados de análisis de densidad en (gr/ml) tomado de los termos

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	1.024	1.024	1.022	1.024	1.030	1.026	1.017	1.024	0.004	0.7974
C1	1.019	1.018	1.024	1.021	1.028	1.018	1.028	1.022	0.004	
C2	1.015	1.027	1.028	1.018	1.020	1.027	1.024	1.023	0.005	

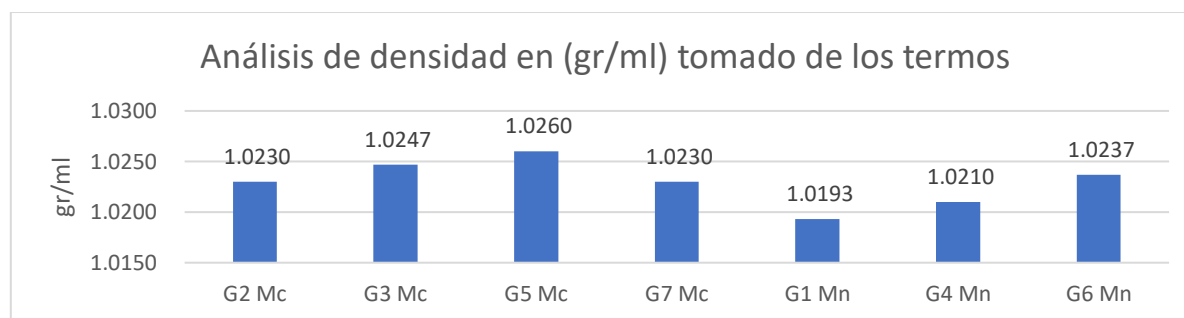


Figura 25 Resultados de análisis de densidad en (gr/ml) tomado de los termos

Se observa que las ganaderías con ordeño mecánico presentan una mayor densidad en comparación con las ganaderías con ordeño manual.

De acuerdo con la Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece un rango de 1.028 a 1.033 a 15°C, se observa que todas las muestras tomada los tanques refrigerados se encuentran dentro del rango que establece la normativa.

Esta prueba permite detectar adulteraciones en la leche por separación de grasa o por agregar leche descremada o agua (la densidad de la leche disminuye cuando se agrega agua). El valor de la leche de vaca debe tener al menos 1.029, La desventaja de tomar la densidad como parámetro para evaluar presencia de agua en la leche es que su lectura depende de todos los componentes, incluyendo la grasa, la cual tiene una amplia variabilidad, es decir, a mayor contenido de grasa mayor densidad (SAGARPA, 2009).

#### 4.7 Parámetros microbiológicos de muestra de termos refrigerados

##### 4.7.1 Recuento de mesófilos (UFC)

El recuento de mesófilos de la leche de los termos de los grupos C0, C1 y C2 se presenta en el cuadro 24 y se expresan en microorganismos/ ml, sus medias se encuentra entre 7,649 y 17,127 microorganismos/ ml. El grupo C0 posee los valores más elevados y con mayor dispersión, con tendencia a disminuir en los grupos siguientes, siendo el grupo C2 el que posee los valores más bajos con la menos dispersión. No se encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-18, Figura A -18).

Cuadro 24 Recuento de mesófilos en (UFC/ ml) de los termos

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	2,568	31,114	1,932	42,205	5,705	16,636	19,727	17,127	15,302	0.7319
C1	2,818	15,364	26,273	10,591	4,455	4,455	9,182	10,448	8,229	
C2	3,045	7,955	5,000	9,955	7,955	7,318	12,318	7,649	3,045	



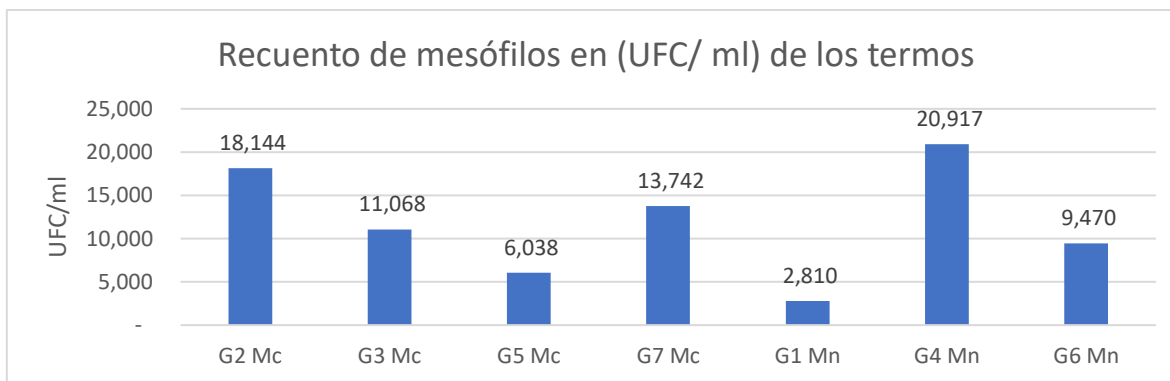


Figura 26 Recuento de mesófilos en (UFC/ ml) de los termos

Los recuentos de mesófilos fueron menos en las ganaderías con ordeño manual y mayor en las ganaderías con ordeño mecánico.

Según la Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece, una clasificación en base al contenido microbiológico de la leche, se establece el grado A en un rango menor o igual a 300,000 UFC/ml, grado B en un rango mayor de 300,000 UFC/ml y menor o igual a 600,000 UFC/ml y grado C en un rango mayor de 600,000 UFC/ml y menor de 900,000UFC/ml.

Tomado de referencia este criterio de la normativa se puede apreciar que todas las muestras tomadas del tanque de refrigeración cumplen con la clasificación A, sin embargo, se aprecia una considerable disminución de la carga microbiológica a medida incrementan la capacitación, presentado un comportamiento inversamente proporcional, a mayor capacitación en ordeño higiénico menor carga microbiológica posee la leche (Magariños H, 2000).

La carga microbiana inicial de la leche está directamente relacionada con la limpieza de los utensilios, el almacenamiento de la leche y el transporte. Un conteo mayor de 400,000 UFC / ml indica deficiente higiene y desinfección de los ordeñadores, baldes, utensilios en contacto con la leche y equipo de ordeño (SAGARPA, 2009).

La leche constituye un excelente medio de cultivo para determinados organismos, sobre todo para las bacterias mesófilas y, dentro de éstas, las patógenas, cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura y de la presencia de otros microorganismos competitivos o de sus metabolitos. Evitar la contaminación y posterior proliferación de

los microorganismos en la leche es un constante problema para quienes tienen a su cargo la producción y elaboración de este producto (Gonzales C, 2015).

#### 4.7.2 Prueba de reductasa (horas).

El resultado de la clasificación en horas mediante la prueba de reductasa de los grupos C0, C1 y C2 se presenta en el cuadro 25, sus medias se encuentran entre 5.43 y 6 horas, siendo el grupo C0 el que posee los valores más bajos y los grupos C1 y C2 presentan igualdad de valores. No se encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-19, Figura A -19).

Cuadro 25 Resultado de prueba de reductasa (Horas) tomada de termos

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	6	4	6	4	6	6	6	5.43	0.98	0.1218
C1	6	6	6	6	6	6	6	6.00	-	
C2	6	6	6	6	6	6	6	6.00	-	

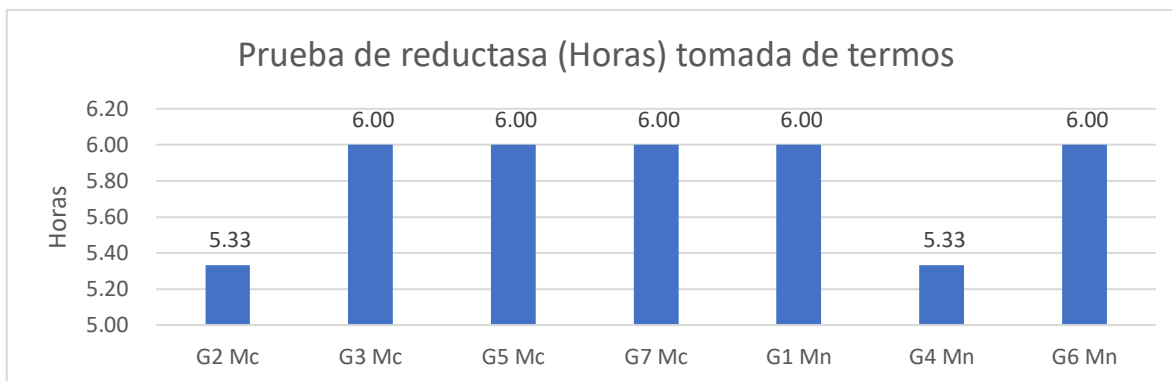


Figura 27 prueba de reductasa (Horas) tomada de termos.

Se obtuvieron los mejores resultados en las muestras tomadas de ganaderas con ordeño manual.

El acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado "A", Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador, establece una clasificación en base a horas según la prueba de reductasa, grado A mayor de 6 horas, grado B de 4 a 6 horas y grado C 2 a 4 horas, (SCGZNSV,2010).

Basado en la Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 (CONACYT, 2006) de leche cruda se establece, una clasificación similar grado A 6 horas o más, grado B 4 horas y menos de 6 horas y grado C menos de 4 horas.

Tomando de referencia estos dos documentos podemos observar que únicamente las muestras provenientes de tanque de ganaderías con menor capacitación sobre ordeño higiénico clasifican en promedio como clase B, y a medida incrementan las capacitaciones las ganaderías clasifican como clase A, presentado un comportamiento directamente proporcional, a medida incrementa el número de capacitaciones incrementa la cantidad de horas en la prueba de reductasa.

Según la investigación de, Preciada S, s. f., sobre Asesoría para el mejoramiento de la calidad de la leche en el Centro de acopio del municipio de TABIO existen algunos factores que pueden afectar el tiempo de reducción, entre ellos el tipo de microorganismo, el número de leucocitos y la tendencia de la leche a elevar los microorganismos hacia la superficie a medida que se va separando la crema en el tubo de prueba. Esta prueba no es muy apropiada para la evaluación de la calidad higiénica de las leches refrigeradas, debido a que se relaciona con el recuento de bacterias mesófilas (temperatura óptima: 25 a 40 ° C) pero no con los psicrófilos (temperatura óptima: 10 a 20 °C) ni con las bacterias termodúricas (resisten la pasteurización). La presencia de antibióticos e inhibidores en leche distorsiona los resultados de la prueba

#### **4.7.3 Conteo de células somáticas (células/ml)**

Los datos del conteo de células somáticas en (células/ml) de los grupos C0, C1 y C2 se observan en el cuadro 26, sus medias se encuentran entre 107,500 y 5,800,000 células/ml, el grupo C0 presento las medias más altas con una mayor desviación estándar, el grupo C1 tubo tendencia disminuir las medias, pero con alta desviación estándar, el grupo C2 mantuvo datos similares a los del grupo C1. No se encontró diferencia significativa entre los grupos como se muestra en el anexo (Cuadro A-20, Figura A -20).

Cuadro 26 Resultado de CCS en (células/ml) tomada de termos

Capacitación	Ganaderías							Promedio	D.E	P
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7			
C0	231,500	5,800,000	1,601,000	5,800,000	152,000	4,280,000	3,090,000	2,993,500	2,417,268	0.7403
C1	357,000	764,500	714,500	3,440,000	107,500	5,641,000	5,680,000	2,386,357	2,492,922	
C2	201,000	873,000	864,000	5,746,000	595,000	5,708,000	3,020,000	2,429,571	2,425,610	

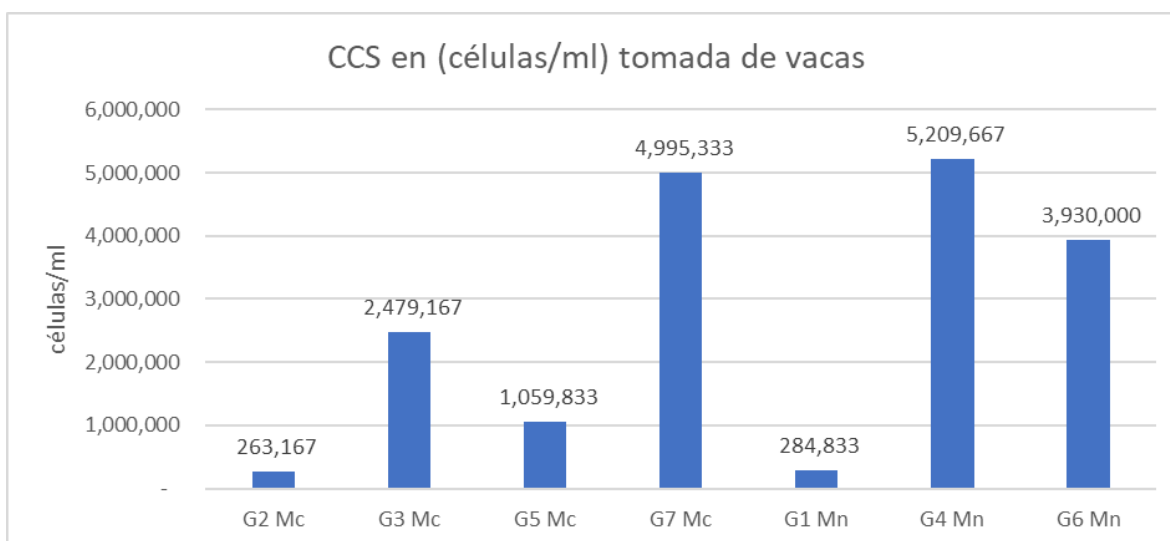


Figura 28 Resultado de CCS en (células/ml) tomada de termos.

El recuento de células somáticas fue mayor en las ganaderas con ordeño manual, en comparación con las ganaderías con ordeño mecánico.

La calidad de la leche tiene una relación directa con altos conteos de células somáticas (CCS), los cuales están relacionados con la mastitis subclínica, y la mastitis está íntimamente relacionada con las prácticas de ordeño. Si bien los valores límites del Recuento de Células Somáticas varían en distintos países, se considera que por encima de las 500,000 células/ml se trata de leche proveniente de un sistema productivo con alta prevalencia de infecciones intramamarias y es, por lo tanto, considerado como un hato problema (Gonzales C, 2015).

## 5. Conclusiones

Se observó que los parámetros nutricionales (grasa, proteína, lactosa, ESM) de las muestras tomadas de vacas individuales no se vieron influenciadas por el grado de capacitación en ordeño higiénico de cada una de las ganaderías, estos cumplen la norma salvadoreña leche cruda NSO 67.01.01:06, no se encontró significancia estadística.

Los parámetros físicos (acidez y pH) de las muestras tomadas de vacas individuales presentaron diferencia significativa, se vieron afectadas de manera positiva logrando disminuir un  $0.13^{\circ}\text{D}$  en promedio en los valores de acidez entre los grupos C0 y C2, y un incremento de 0.01 unidades de pH en promedio, entre los mismos grupos, presentado datos con menor dispersión a medida incremento el número de capacitación.

El recuento de mesófilos en las muestras de leche tomadas de vacas individuales se vio altamente afectados con las capacitaciones, llegando a reducir en promedio en un 42.55% grupo C0 y el grupo C2. A medida incremento el número de capacitaciones este presento diferencia significativa.

En cuanto al conteo de células somáticas se observó a medida se incrementa el número de capacitaciones sobre el ordeño higiénico el conteo de células somáticas se reduzca hasta en 7% células/ml entre los grupos C1 y C2 en las muestras de vacas individuales de cada una de las ganaderías.

Los resultados de los parámetros nutricionales (grasa, proteína, lactosa, ESM) de las muestras tomadas de los termos de cada una de las ganaderías presento una tendencia a la baja, no se observó efecto de las capacitaciones en ordeño.

La acidez de las muestras tomadas de los termo refrigerados se redujo en promedio 3% entre los grupos C0 y C1, evidenciado un efecto positivo de las capacitaciones sobre ordeño higiénico presentando diferencia significativa.

El valor de pH incremento en 0.04 unidades de pH entre los grupos C0 y C1 respectivamente mostrando significancia, este incremento coloco todas las muestras por encima de la normativa.

El conteo de microbiológico mesófilos de las muestras tomadas de los termos refrigerados mostro diferencia significativa; se disminuyó en promedio un 55% entre los grupos C0 y C2, presentado un efecto positivo de las capacitaciones de ordeño higiénico.

El recuento de células somáticas de las muestras de termos refrigerados se redujo en promedio un 20% entre los grupos C0 y C1, presentando un efecto positivo de las capacitaciones sobre el ordeño higiénico.

## **6.Recomendaciones.**

Establecer un programa de capacitaciones continuas para los miembros de la sociedad cooperativa ganadera de la zona norte, en donde se concienticé sobre la importancia del ordeño higiénico y el adecuado manejo de la leche.

Promover un sistema de pago por calidad, a través de incentivos que busque brindar al productor las herramientas para generar un producto de calidad.

Incorporar más aspectos técnicos al acuerdo de suministro de leche cruda de vaca grado "A", basado en los reglamentos y normativas vigentes, para proporcionar productos con mayor calidad, tales como criterios microbiológicos, y conteo de células somáticas.

Establecer en cada una de las ganaderías un sistema de registro, en donde se involucren aspectos productivos, reproductivos y de salud de los animales, que permita crear planes de contingencia ante la proliferación de enfermedades.

La Norma Salvadoreña para leche cruda NSO 67.01.01:06 de leche cruda debe ser actualizada incorporar parámetros nutricionales, tales como los sólidos no grasos.

## 7. Bibliografía.

- Alais, C. 1984. Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechera, MX. Continental. 583 p.
- AOAC (Association of official analytical chemists). 2000. Official methods of analysis collection of milk laboratory sample. p. 4.
- Agenjo. 1956. Enciclopedia de la leche, Madrid, España 949 P.
- Barbano, y Santos, 2006. Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. Journal of Dairy Science. 89(E. Suppl.): E15–E19 in Barrera Cañulef, J. 2012. Determinación de Vida Útil de la Leche Cruda Envasada Después Pasteurizada (LTLT) vs. Leches Pasteurizadas y Envasadas por Procedimientos Tradicionales, Valdivia, Chile
- BCR (Banco Centran de Reserva),2016. La Transformación Productiva en el Sector Agropecuario: Una herramienta para el crecimiento económico en el área rural de El Salvador. 54 p.
- Calderón A; Rodríguez V; Arrieta G; Martínez N; y Vergara O. 2012. Calidad fisicoquímica y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en montería (Córdoba), Colombia, 9 p.
- Calderón, A; Rodríguez, V; Vélez, S. 2007. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería. Tesis. Córdoba, CO. p. 10-11
- Calderón A y Rodríguez V. 2008. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia), Colombia, 8 p.
- Casado, P. y García, J. 2000, la calidad higiénica la leche, España, 28 P.
- Códex Alimentarius. 2009. Código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos. 2 ed. Roma, IT. FAO/OMS. p. 187-190.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 2006. Norma Salvadoreña Obligatoria 67.01.01.06 “Leche Cruda de vaca”. CONACYT. San Salvador, SV. p. 3.
- Durs Phil y Erskine Ron,2015. La mastitis es un gran problema, Hoard’s Dairyman, Edición: noviembre 2015 P660
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2011, Manual I, Buenas prácticas de ordeño, Consultado 30 de enero 2017



- FAOSTAT. 2012. FAO statistical database., (digital) consultado 18 de mar. de 17, disponible en: <http://faostat.fao.org/>.
- García F, Calderón A y Martínez G, 2005. Indicadores De Calidad De Leches Rudas En Diferentes Regiones De Colombia, (en línea) consultado: 15 de enero, disponible en: <http://www.redalyc.org/html/693/69311106/>
- Gómez Nohora, 2008. Estandarización Y Validación De La Técnica De Recuento De Células Somáticas Del Equipo DCC DeLaval Frente A La Técnica De Microscopia Directa En Al Organización La Alquería, Bogotá, Colombia, P113
- Gonzales C, 2015. Buenas Prácticas de Ordeño. CARITAS, Perú P34
- GOES (Gobierno de El Salvador) 2013. Programa de Agricultura Familiar P4.
- Hazard, T. S. 1997. Variación de la composición de la leche. Serie Carillanca. N° 62. Curso taller Calidad de leche e interpretación de resultados de Laboratorio. CHL. p. 69.
- Horizon, 2000. Tomado del Manual de usuario del aparato Ekomilk, Bulgaria
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) / MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador) / CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova") 2011. Caracterización de la cadena productiva de lácteos en El Salvador. San Salvador, SV. p.22.
- López A, 2016 La leche, composición y características, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Sevilla España. 34 P.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador).2003. Diagnóstico De Los Recursos Zoogenéticos En El Salvador. San Salvador. p.75
- Magariños H, 2000. Producción higiénica de la leche cruda, Valdivia, Chile p.104
- Mateus Valles G. 1983. Mastitis en bovinos. San José, CR. Edit. CATIE.P 12-15
- Magariños H, 2000. Producción higiénica de la leche cruda, Valdivia, Chile p.104
- Ministerio de Economía El Salvador, 2010. Desarrollo de la cadena de valor para los productos lácteos, San Salvador p.29
- Moreno V, Rodríguez M, Méndez M, Osuna A, y Vargas M. 2007. Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). Colombia. P.23

- Negri Livia, 2005. Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2º ed. INTA. P7
- Preciada S, s. f., Asesoría para el mejoramiento de la calidad de la leche en el Centro de acopio del municipio de TABIO, Colombia P84.
- Ponce L, s. f. Fundamentos físicos del ordeño mecánico, (en línea) consultado: 15 de enero, disponible en: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/420>
- Potter, 1995, Ciencia de los alimentos, Zaragoza, España, ACRIBIA 651 P.
- RTCR, (Reglamento Técnico de Costa Rica) 2006: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada, p 20.
- REVET (Revista electrónica de Veterinaria), 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina, (en línea) consultado: 22 de feb, disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907.html>
- Rodríguez G. 2007. Caracterización De La Calidad Higiénica Y Sanitaria De La Leche Cruda En Algunos Sistemas Productivos De La Región De Alto Del Chicamocha (Departamento De Boyacá) Colombia P126
- SAGARPA (Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación), 2009, Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Leche Bovina, México, P112.
- SCGZNSV (Sociedad Cooperativa Ganadera de la Zona Norte de El Salvador), 2010, ACUERDO DE SUMINISTRO DE LECHE CRUDA DE VACA GRADO "A". Chalatenango, El Salvador P3.
- Signorini M, Sequeira G, Bonazza J, Dalla R, Marti L, Frizzo L y Rosmini M. 2008, Utilización De Microorganismos Marcadores Para La Evaluación De Las Condiciones Higiénico-Sanitarias En La Producción Primaria De Leche. Argentina P11
- Torres, B. 2008. Análisis de factores que afectan el rendimiento productivo y Reproductivo de hembras lecheras bovinas de La Zona norte de El Salvador. Heredia, Costa Rica, p.120
- UNICEF (United Nations Children's Fund), 2015, "La inversión en la primera infancia en América Latina." Buenos Aire, Argentina p.11
- Weisseyre, R. 1972, Lactología Técnica, Recogida, tratamiento, y transformación de la leche en países templados y calientes, Zaragoza, España, ACRIBIA p. 631

## 8. Anexo.

Cuadro A- 1 Análisis estadístico del resultado de grasa en % tomada de vacas

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Grasa	C0	78	3.96	1.7	4.3	53.18	<0.0001
Grasa	C1	78	2.12	1.7	1.4		
Grasa	C2	78	2.15	1.28	1.96		

Cuadro A- 2 Análisis estadístico del resultado de proteína en % tomada de vacas

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Proteína	C0	78	3.98	1.05	3.54	22.89	<0.0001
Proteína	C1	78	3.35	0.54	3.26		
Proteína	C2	78	3.19	0.29	3.2		

Cuadro A- 3 Análisis estadístico del resultado de lactosa en % tomada de vacas

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Lactosa	C0	78	5.94	1.61	5.39	21.47	<0.0001
Lactosa	C1	78	4.89	0.65	4.81		
Lactosa	C2	78	4.72	0.42	4.71		

Cuadro A- 4 Análisis estadístico del resultado de solidos no grasos en % tomada de vacas

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
ESM	C0	78	10.58	2.84	9.2	15.54	0.0004
ESM	C1	78	8.93	1.08	8.77		
ESM	C2	78	8.57	0.85	8.61		

Cuadro A- 5 Análisis estadístico del resultado de acidez en °D tomada de vacas

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Acidez	C0	78	14.41	0.83	14	2.85	0.1467
Acidez	C1	78	14.33	0.64	14		
Acidez	C2	78	14.21	0.93	14		

Cuadro A- 6 Análisis estadístico del resultado de pH tomada de vacas

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
pH	C0	78	6.84	0.08	6.89	2.94	0.1339
pH	C1	78	6.85	0.06	6.89		
pH	C2	78	6.86	0.09	6.89		

Cuadro A- 7 Análisis estadístico del resultado de densidad en gr/ml tomada de vacas

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Densidad	C0	78	1.021	0.014	1.022	8.15	0.017
Densidad	C1	78	1.028	0.008	1.029		
Densidad	C2	78	1.026	0.006	1.028		

Cuadro A- 8 Análisis estadístico del resultado de mesófilos en UFC/ml tomada de vacas

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Mesófilos	C0	78	5711.83	8559.45	2818.18	12.77	0.0017
Mesófilos	C1	78	5292.54	3854.31	3772.73		
Mesófilos	C2	78	3199.3	741.35	3181.82		

Cuadro A- 9 Análisis estadístico del resultado de reductasa en horas tomada de vacas

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Clase	C0	78	5.95	0.32	6	0.08	0.3647
Clase	C1	78	5.97	0.23	6		
Clase	C2	78	6	0	6		

Cuadro A- 10 Análisis estadístico del conteo de células somáticas en células/ml tomada de vacas

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
CCS	C0	78	1072660.26	1832148.54	223500	6.61	0.0367
CCS	C1	78	1176576.92	1840949.69	281250		
CCS	C2	78	1152583.33	1622518.93	556500		

Cuadro A- 11 Análisis estadístico del resultado de grasa en % tomada de termos

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Grasa	C0	7	4.25	0.35	4.07	6.27	0.0433
Grasa	C1	7	3.81	0.89	3.58		
Grasa	C2	7	3.63	0.28	3.67		

Cuadro A- 12 Análisis estadístico del resultado de proteína en % tomada de termos

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Proteína	C0	7	3.44	0.41	3.62	2.88	0.2368
Proteína	C1	7	3.04	0.31	3.21		
Proteína	C2	7	3.04	0.21	3.1		

Cuadro A- 13 Análisis estadístico del resultado de lactosa en % tomada de termos

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Lactosa	C0	7	5.11	0.68	5.44	2.04	0.3605
Lactosa	C1	7	4.44	0.48	4.6		
Lactosa	C2	7	4.47	0.31	4.57		

Cuadro A- 14 Análisis estadístico del resultado de solidos no grasos en % tomada de termos

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
ESM	C0	7	9.21	1.2	9.79	2.06	0.3578
ESM	C1	7	8.13	0.89	8.46		
ESM	C2	7	8.18	0.58	8.24		

Cuadro A- 15 Análisis estadístico del resultado de acidez en °D tomada de termos

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Acidez	C0	7	14.29	0.76	14	1.91	0.2512
Acidez	C1	7	14.29	0.49	14		
Acidez	C2	7	13.86	0.38	14		

Cuadro A- 16 Análisis estadístico del resultado de pH tomada de termos

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
pH	C0	7	6.86	0.08	6.89	1.91	0.2512
pH	C1	7	6.86	0.05	6.89		
pH	C2	7	6.9	0.04	6.89		

Cuadro A- 17 Análisis estadístico del resultado de densidad en gr/ml tomada de termos

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Densidad	C0	7	1.02	0.008	1.024	0.45	0.7974
Densidad	C1	7	1.022	0.004	1.021		
Densidad	C2	7	1.023	0.005	1.024		

Cuadro A- 18 Análisis estadístico del resultado de mesófilos en UFC/ml tomada de termos

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Mesófilos	C0	7	17126.62	15301.62	16636.36	0.62	0.7319
Mesófilos	C1	7	10448.05	8228.67	9181.82		
Mesófilos	C2	7	7649.35	3044.74	7954.55		

Cuadro A- 19 Análisis estadístico del resultado de reductasa en horas tomada de termos

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Clase	C0	7	5.43	0.98	6	1.09	0.1218
Clase	C1	7	6	0	6		
Clase	C2	7	6	0	6		

Cuadro A- 20 Análisis estadístico del conteo de células somáticas en células/ml tomada de termos

Variable	Grupos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
CCS	C0	7	2993500	2417267.79	3090000	0.6	0.7403
CCS	C1	7	2386357.14	2492921.77	764500		
CCS	C2	7	2429571.43	2425610.22	873000		

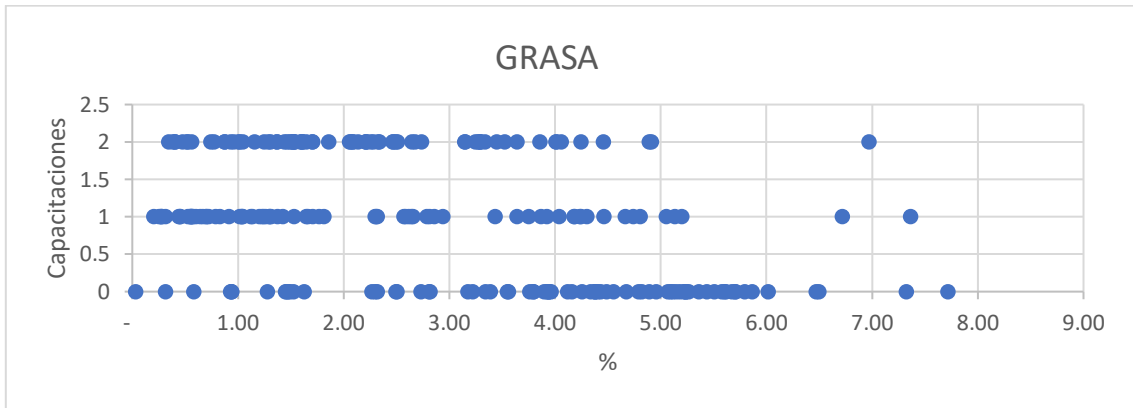


Figura A- 1 Dispersión de los resultados de grasa en porcentaje (%) tomada de vacas

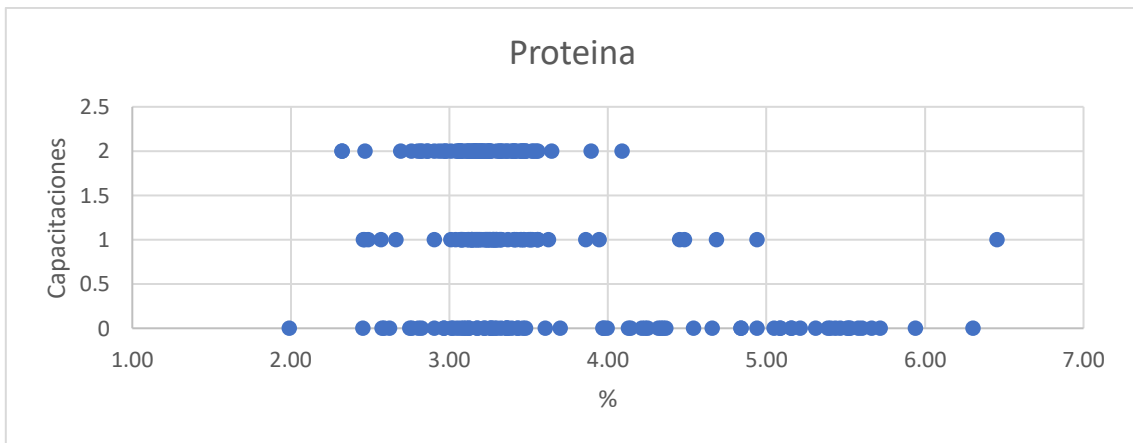


Figura A- 2 Dispersión de los resultados de proteína en porcentaje (%) tomada de vacas.

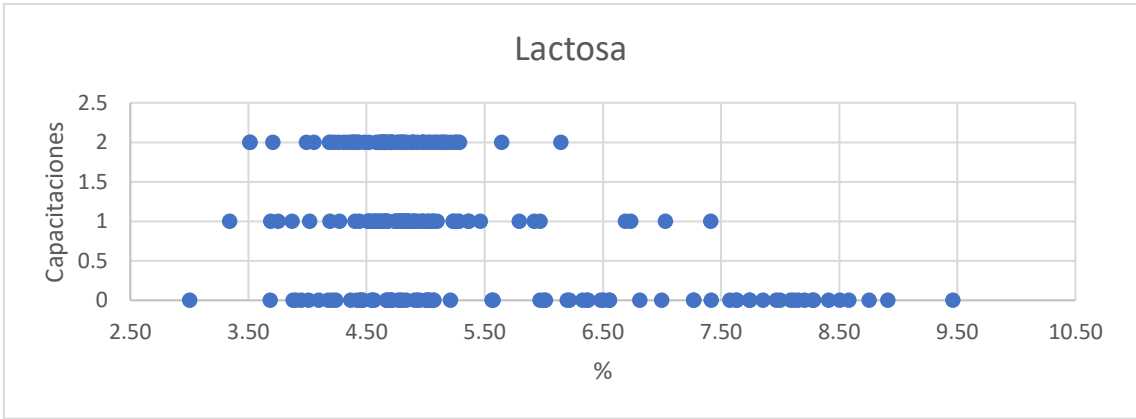


Figura A- 3 Dispersión de los resultados de lactosa en porcentaje (%) tomada de vacas.

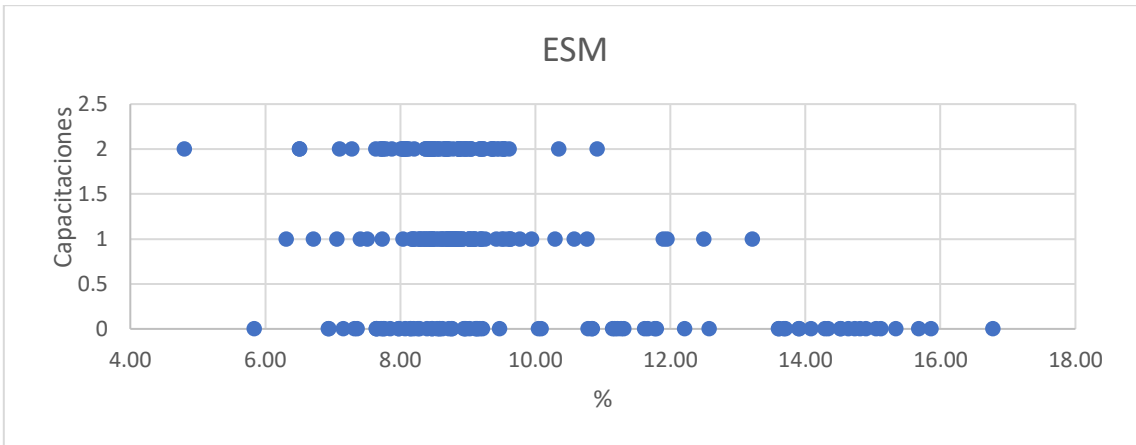


Figura A- 4 Dispersión de los resultados de solidos no grasa en porcentaje (%) tomada de vacas.

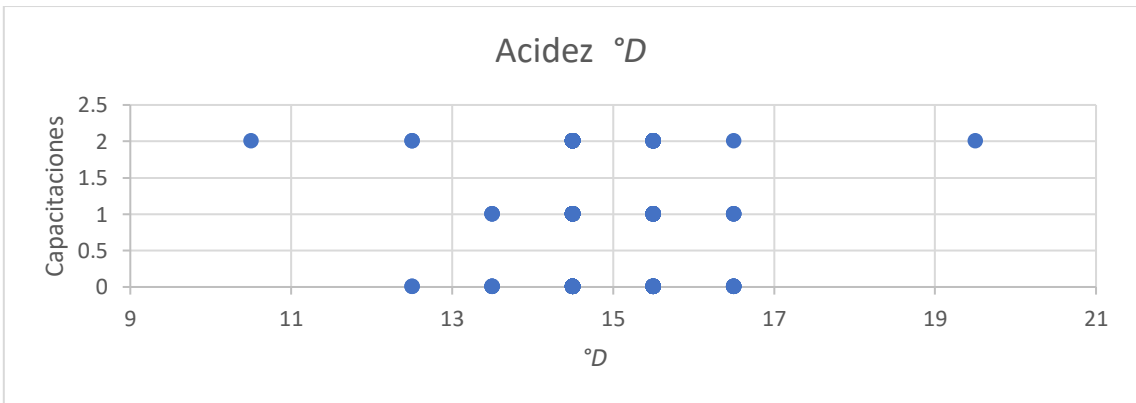


Figura A- 5 Dispersión de los resultados de acidez en °D tomada de vacas.

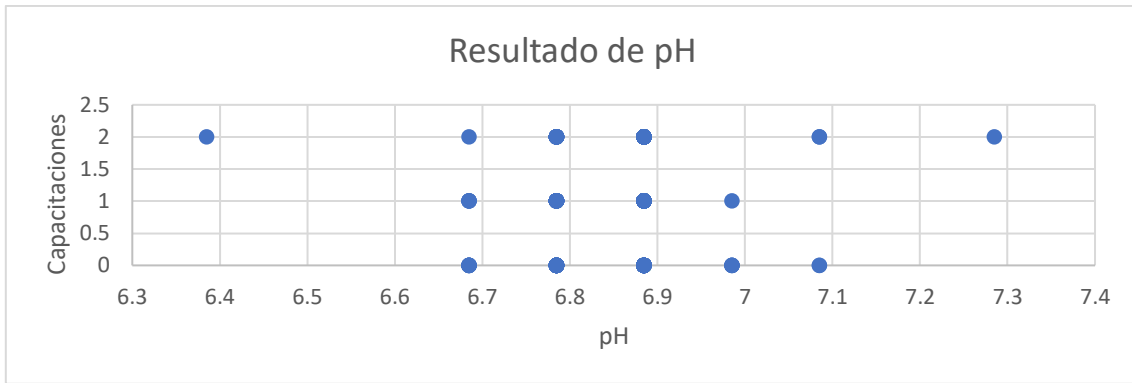


Figura A- 6 Dispersión de los resultados de pH tomada de vacas.

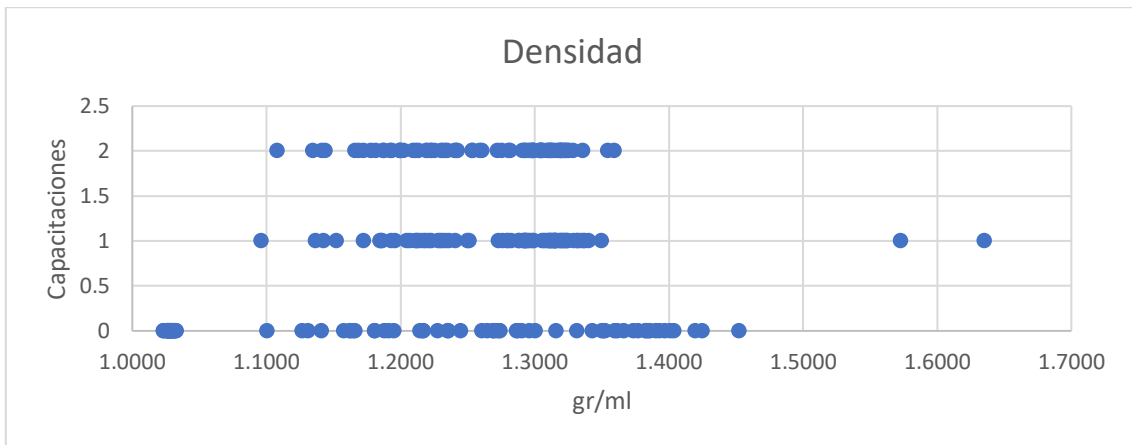


Figura A- 7 Dispersión de los resultados de densidad expresado en gr/ml tomada de vacas.

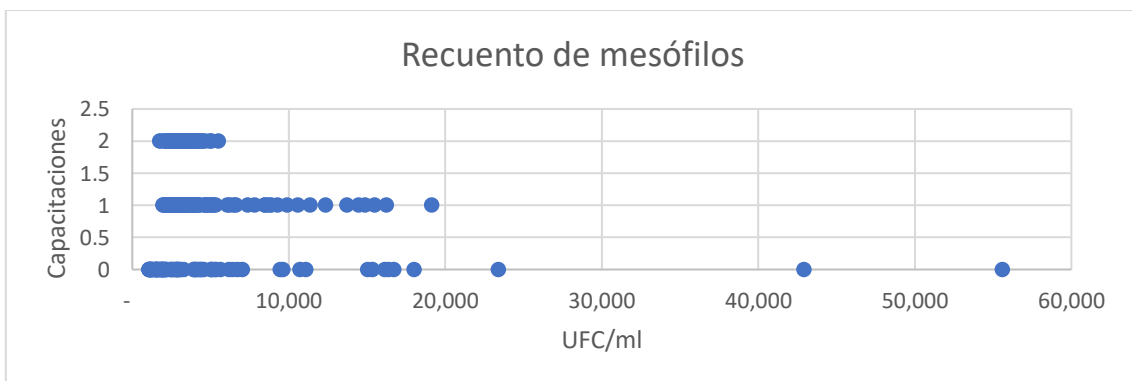


Figura A- 8 Dispersión de los resultados de recuento de mesófilos expresado en UFC/ml tomada de vacas.



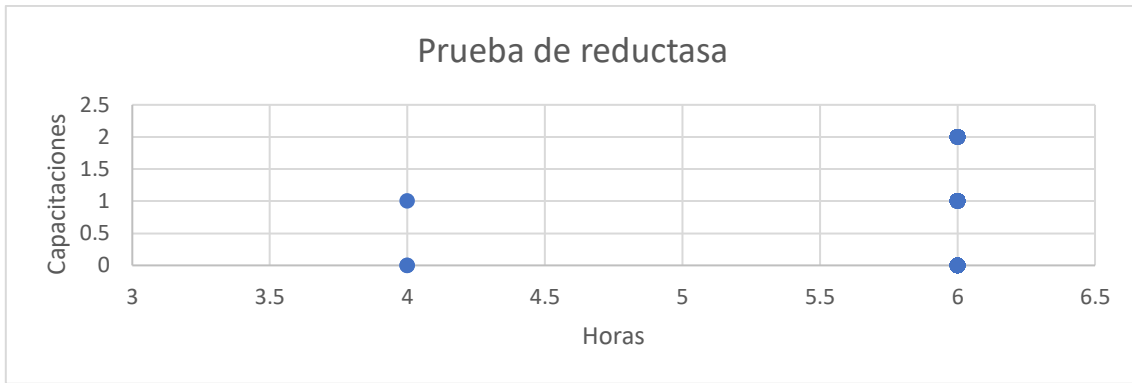


Figura A- 9 Dispersión de los resultados de la prueba de reductasa expresada en horas tomada de vacas

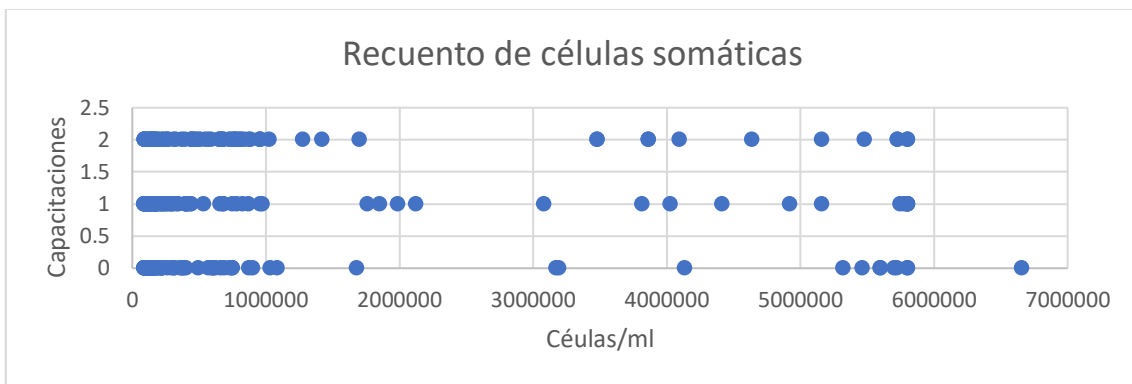


Figura A- 10 Dispersión de los resultados recuento de células somáticas expresadas células/ml tomada de vacas.

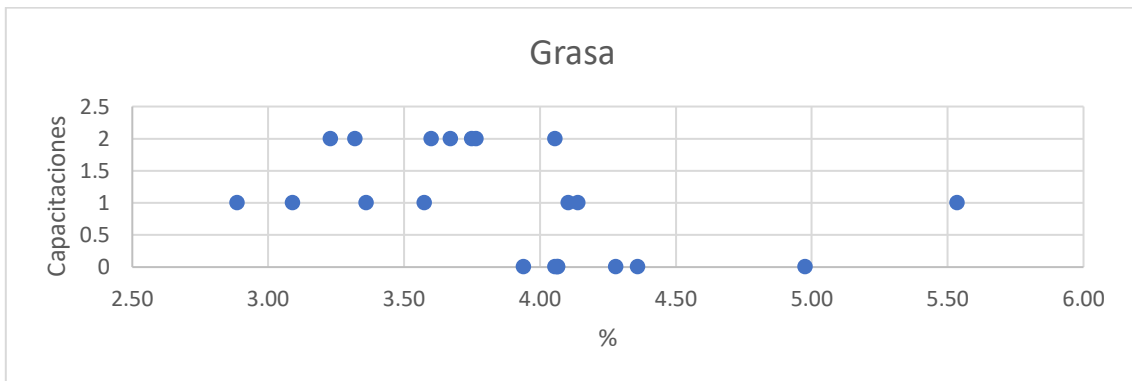


Figura A- 11 Dispersión de los resultados de grasa en (%) tomada de termos.

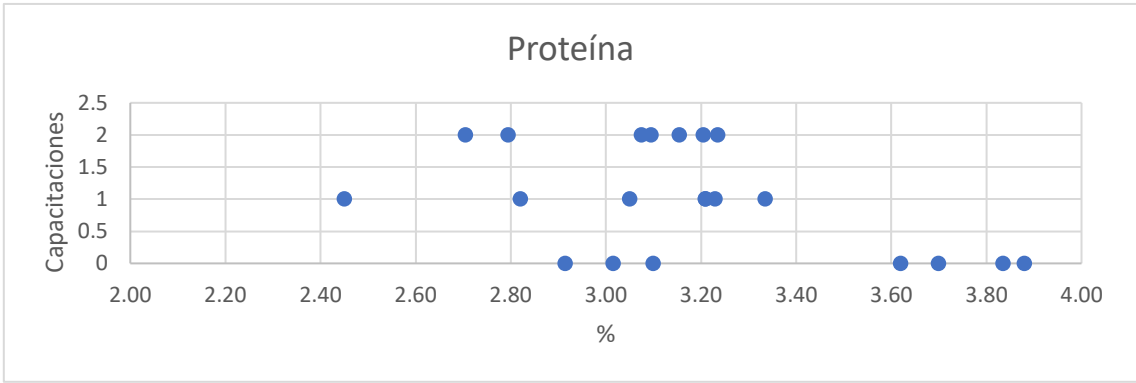


Figura A- 12 Dispersión de los resultados de proteína en (%) tomada de termos.

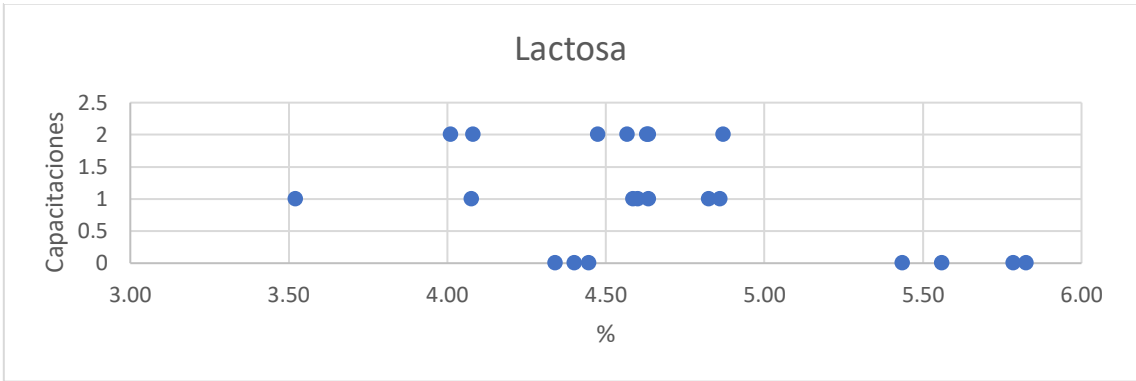


Figura A- 13 Dispersión de los resultados de lactosa en (%) tomada de termos.

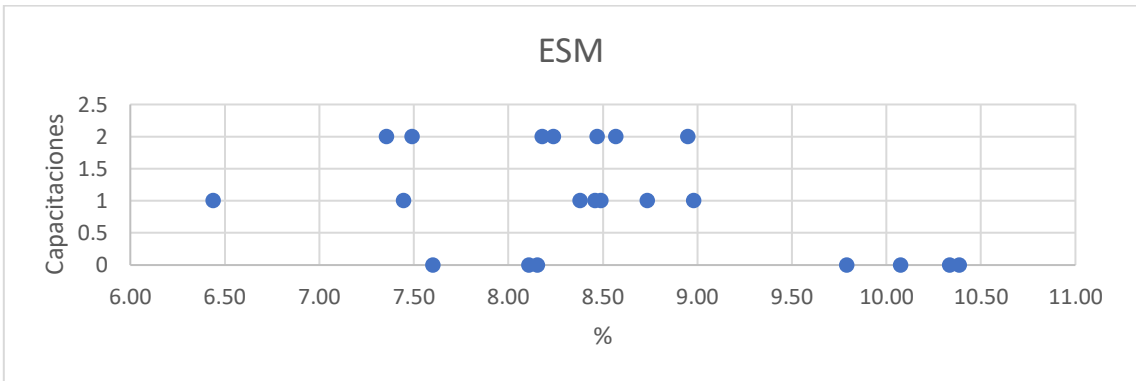


Figura A- 14 Dispersión de los resultados de solidos no grasos en (%) tomada de termos.

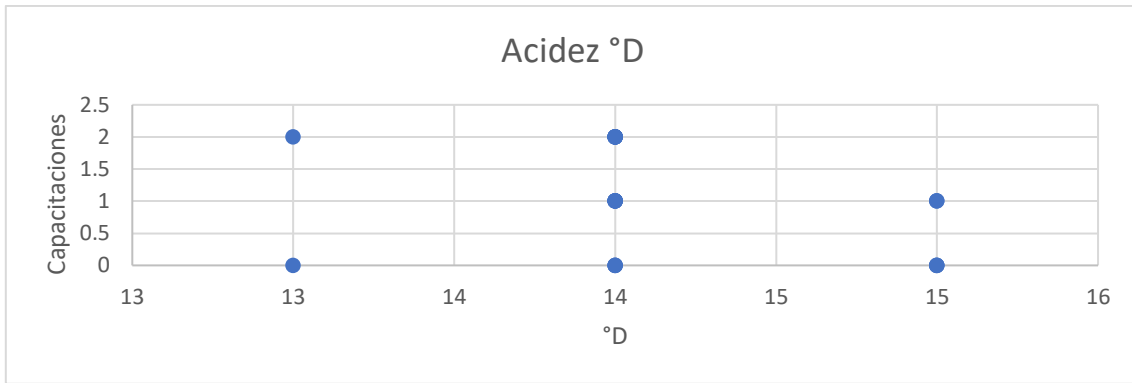


Figura A- 15 Dispersión de los resultados de acidez en °D tomada de termos.

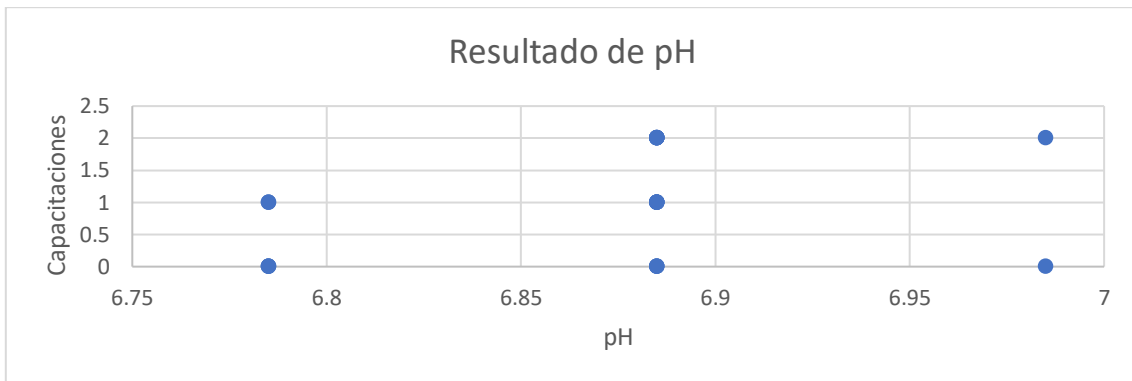


Figura A- 16 Dispersión de los resultados de pH tomada de termos.

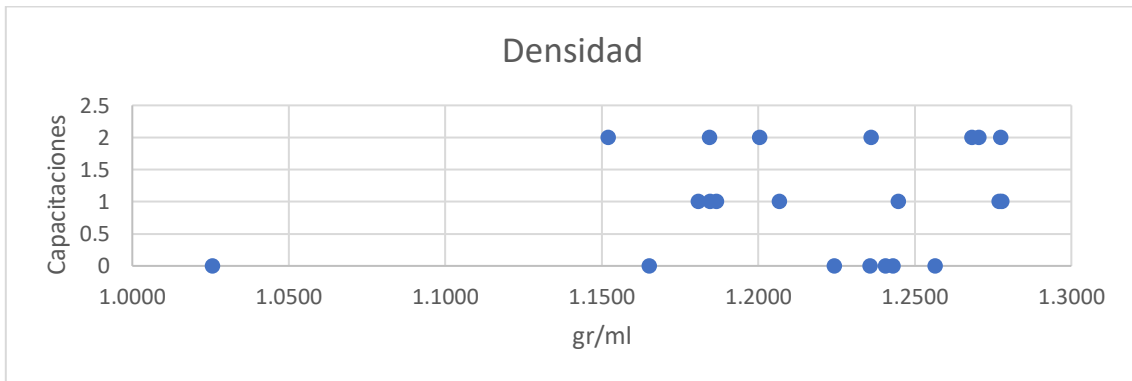


Figura A- 17 Dispersión de los resultados de densidad expresado en gr/ml tomada de termos.

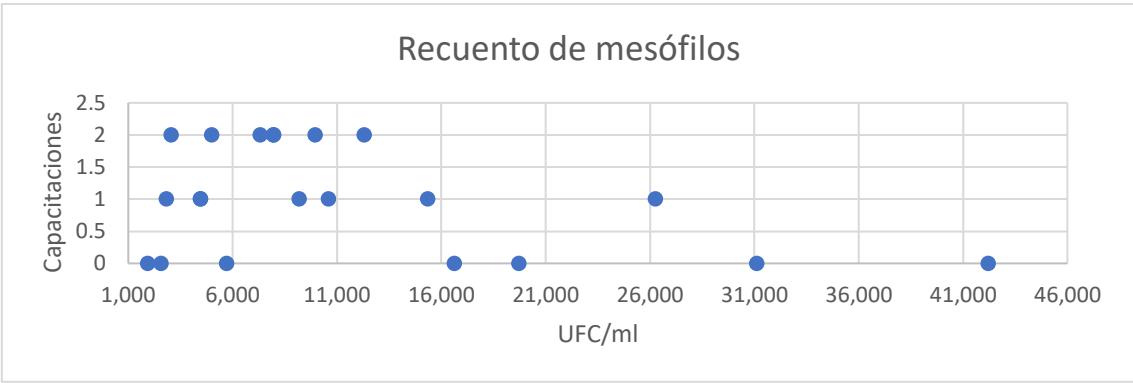


Figura A- 18 Dispersión de los resultados de recuento de mesófilos expresado en UFC/ml tomada de termos.

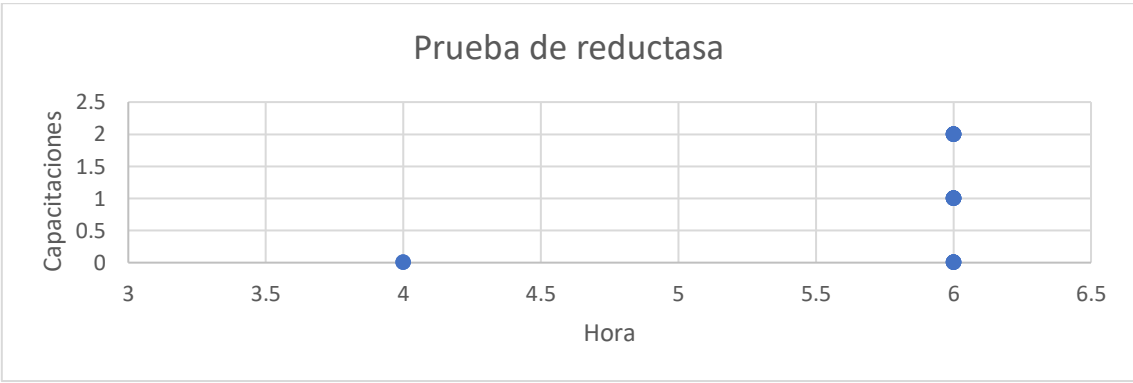


Figura A- 19 Dispersión de los resultados de prueba de reductasa en horas tomada de termos.

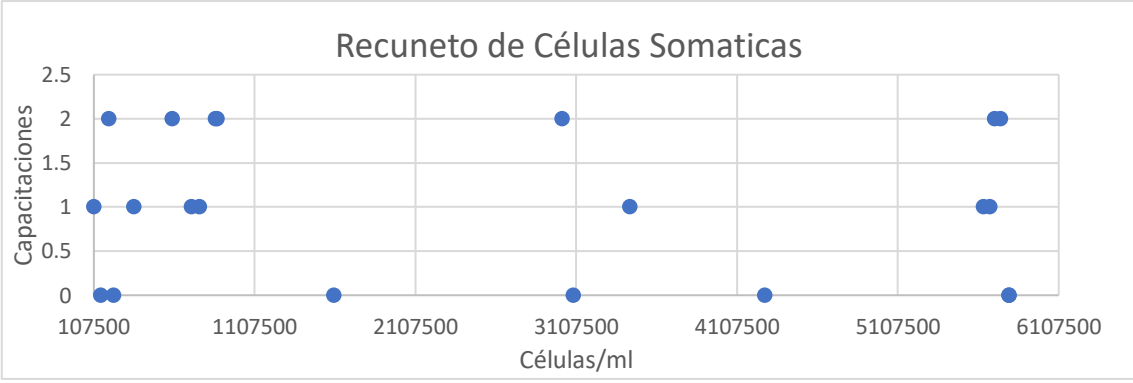


Figura A- 20 Dispersión de los resultados de recuento de células somáticas expresado en Células/ml tomada de termos.