



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DPTO. DE MEDICINA VETERINARIA**

Trabajo de Graduación

**Determinación de la Prevalencia de Mastitis Subclínica en
ganado Reyna, Rancho Los Peiranos, Nandaime, Granada.**

AUTOR

Alexandra Massiel Rivera Suárez

TUTOR

Dra. Mireya Lamping MSc.

Asesor

Ing. Pasteur Parrales G.

**Managua, Nicaragua
Abril, 2014**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DPTO. DE MEDICINA VETERINARIA**

Trabajo de Graduación

**Determinación de la Prevalencia de Mastitis Subclínica en
ganado Reyna, Rancho Los Peiranos, Nandaime, Granada.**

**Sometida a la consideración del Consejo de Investigación y
Desarrollo (CID), de la Facultad de Ciencia Animal (FACA) de
la Universidad Nacional Agraria (UNA), para optar al título
profesional de:**

MEDICO VETERINARIO

En el grado de Licenciatura

SUSTENTANTE

Alexandra Massiel Rivera Suárez

TUTOR

Dra. Mireya Lamping MSc.

Asesor

Ing. Pasteur Parrales G.

**Managua, Nicaragua
Abril, 2014**

Esta tesis fue aceptada en su presente forma por el Consejo de Investigación y Desarrollo (CID) de la Facultad de Ciencia Animal (FACA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) y aprobada por el Honorable Tribunal Examinador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título profesional de :

MEDICO VETERINARIO

En el grado de licenciatura

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Ing. Carlos Ruíz Fonseca

Dr. Mauricio Silva Torres

Ing. Sergio Alvarez Bonilla

TUTOR:

Dra. Mireya Lamping Larios MSc.

ASESOR:

Ing. Pasteur Parrales García

Alexandra Massiel Rivera Suárez
Sustentante

INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE GRÁFICOS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE ANEXOS.....	vi
INDICE DE FOTOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCION.....	9
II. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo General.....	12
2.2. Objetivos Específicos.....	12
III. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	13
3.1. Prevalencia de Mastitis.....	13
3.2. Mastitis.....	14
3.2.1. Principales patógenos que influyen sobre la mastitis.....	15
a) <i>Staphylococcus aureus</i>	15
b) <i>Streptococcus agalactiae</i>	15
c) <i>Streptococcus dysgalactiae</i>	16
d) <i>Streptococcus uberis</i>	16
e) <i>Coliformes</i>	16
i. <i>Escherichia coli</i>	16
f) <i>Pseudomonas</i>	17
g) <i>Corynebacterium</i>	17
h) <i>Bacillus cereus</i>	17
3.2.2. Factores que predisponen a la mastitis.....	17
a) Factores Nutricionales.....	17
b) Factores Raciales.....	18
c) Stress.....	18
d) Época del año.....	18
e) Suelo y humedad.....	18
3.2.3. Otros Factores Asociados a Mastitis Subclínica.....	18
a) Edad.....	18
b) Número de parto.....	19
c) Etapa de lactancia.....	19
3.3. Tipos de mastitis.....	19
3.3.1. Mastitis sub-clínica.....	19
a) Mastitis sub-clínica y su relación con la salud humana	20
3.3.2. Mastitis clínica.....	21
3.4. Respuesta celular de la glándula mamaria.....	22
3.4.1. Células Somáticas.....	22
3.4.2. Condiciones Inmunológicas de la Glándula Mamaria.....	23
a) Mecanismos no Inmunológicos.....	24

b) Mecanismos Inmunológicos.....	25
3.5. Tratamiento en el Control de la Mastitis Subclínica.....	25
3.6. Niveles de Infestación.....	26
3.6.1. Pruebas de Campo.....	26
a) Palpación de la Ubre.....	26
b) California Mastitis Test (CMT).....	27
3.6.2. Prueba en tanque.....	28
3.6.3. Prueba de laboratorio.....	28
3.7. Manejo Higiénico-Sanitario del Proceso de ordeño.....	28
3.7.1. Pre-ordeño.....	29
3.7.2. Ordeño.....	29
3.7.3. Post-ordeño.....	30
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
4.1. Características de la Unidad de Producción.....	31
4.1.1. Ubicación y lugar de estudio.....	31
4.1.2. Condiciones ecológicas.....	31
4.1.3. Descripción de la finca.....	32
4.1.4. Manejo y Alimentación de los animales.....	32
4.1.5. Suelos vertisoles presentes en la finca.....	33
4.2. Diseño Experimental.....	33
4.2.1. Tamaño de la muestra.....	34
4.2.2. Fase de campo.....	34
4.2.2.1. Procedimiento para la toma de muestras y diagnóstico de la mastitis.....	36
4.2.2.2. Pesaje de Leche.....	39
4.2.2.3. Manejo higiénico-sanitario del ordeño.....	39
4.3. Análisis Estadístico.....	40
4.3.1. Prevalencia de Mastitis.....	40
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	42
5.1. Prevalencia de mastitis subclínica.....	42
5.2. Prevalencia de mastitis subclínica por niveles de infestación.....	43
5.3. Rendimiento productivo en vacas con diferentes niveles de infestación por mastitis subclínica.....	45
5.4. Cuartos mamarios afectados por mastitis subclínica.....	46
5.5. Prevalencia Comparativa de mastitis subclínica.....	47
5.6. Reincidencia de mastitis subclínica.....	49
5.7. Prevalencia de mastitis subclínica según el número de partos.....	50
5.8. Prevalencia de mastitis subclínica según la edad.....	51
5.9. Prevalencia de mastitis subclínica según la etapa de lactancia.....	52
5.10. Pérdidas económicas por mastitis subclínica en Los Peiranos.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES.....	57
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	58
IX. ANEXOS.....	67

DEDICATORIA

Primeramente, le dedico este trabajo a Dios por haberme dado el entendimiento y la sabiduría durante todo el tiempo que estuve realizando mi tesis de investigación. Le doy las gracias por guiarme y así poder obtener mi título y terminar mi carrera.

En segundo lugar, se lo dedico a mi familia, a mi papá Marco Antonio Rivera Meza, a mi mamá María Elena Suárez Aburto y por último, a mis hermanos, María Elena Rivera Suárez y Marquito Antonio Rivera Suárez. Pues todos ellos me han dado sus consejos, además del apoyo moral y económico, lo cual fue significativo para mí.

AGRADECIMIENTOS

Le doy un especial agradecimiento a la Dra. Mireya Lamping por ser mi tutora en este trabajo y haber aprendido mucho de ella. También, le agradezco al Ing. Pasteur PARRALES por ser mi asesor. Pues, ellos me enseñaron muchas cosas que me servirán en el futuro de mi carrera.

Así mismo, les agradezco a los propietarios del Rancho “Los Peiranos”, a doña Letzbia Martínez y a Don Pedro Martínez por haberme permitido realizar mi pasantía en su finca y brindarme la oportunidad de realizar mi tesis de graduación.

Por último, les agradezco a los revisores de mi tesis, al Dr. Domingo Ruíz, Dr. José Vivas Garay y Dr. Max Armando Solís por haber brindado sus valiosas sugerencias para la culminación de este trabajo. También, les quiero agradecer a todos mis maestros que me ayudaron en mi preparación.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estimaciones de pérdidas por mastitis bovina (miles \$) en Nicaragua.....	14
Cuadro 2. Algunos efectos de la mastitis subclínica sobre la composición química de la leche y su alteración nutricional y del valor industrial (NTON, 1999).....	20
Cuadro 3. Tipos de células en la leche.....	22
Cuadro 4. Cambios en la Composición de la leche asociados a altos CCS.....	23
Cuadro 5. Interpretación de los resultados de la prueba CMT.....	28
Cuadro 6. Categorías del ganado según inventario (Rancho Los Peiranos).....	32
Cuadro 7. Descripción de materiales.....	34
Cuadro 8. Anomalías del ordeño higiénico-sanitario y salud en “Los Peiranos”.....	41
Cuadro 9. Algunas pérdidas económicas (por mes) debido a mastitis subclínica en el Rancho Los Peiranos.....	53
Cuadro 10. Relación entre los niveles de infestación por mastitis subclínica, tratamiento y costos en Los Peiranos.....	72

INDICE DE GRAFICO

Gráfico 1. Prevalencia de mastitis subclínica, Rancho Los Peiranos.....	42
Gráfico 2. Nivel de infestación de vacas afectadas por mastitis subclínica, Rancho Los Peiranos.....	43
Gráfico 3. Rendimiento Productivo en vacas con diferentes niveles de infestación por mastitis subclínica.....	45
Gráfico 4. Prevalencia de cuartos mamarios mayormente afectados.....	46
Gráfico 5. Prevalencia Comparativa de mastitis subclínica en Muestreos Generales y Muestreos Específicos.....	48
Gráfico 6. Determinación de vacas reincidentes con mastitis subclínica.....	49
Gráfico 7. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica según el número de partos.....	50
Gráfico 8. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica según la edad.....	51
Gráfico 9. Determinación de mastitis subclínica según la etapa de lactancia.....	52

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Tres de la principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño.....	28
Figura N° 2. Limpieza de tanques.....	30
Figura N° 3. Flujograma de toma de muestra para el diagnóstico de mastitis subclínica en la finca “Los Peiranos”.....	35
Figura N° 4. Técnica de ordeño manual con acompañamiento del ternero.....	54

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato N° 1: Diagnóstico de mastitis.....	68
Anexo 2. Formato N° 2: Levantado de la información del diagnóstico de mastitis.....	69
Anexo 3. Ficha de Registro Reproductivo del Rancho Los Peiranos.....	70 y 71
Anexo 4. Organigrama de ordeño de leche saludable.....	73

INDICE DE FOTOS

Foto 1. Finca Los Peiranos.....	31
Foto 2. Sala de ordeño de la unidad de producción en Los Peiranos.....	74
Foto 3. Hembra de Raza Reyna presente en Los Peiranos, de nombre Eliza (62G), con 75% Reyna	75
Foto 4. Toro de raza Reyna pura de “Los Peiranos”, de nombre “Señorito”.....	75
Foto 5. Leche mastítica de tipo clínica.....	76
Foto 6. Leche mastítica de tipo subclínica.....	76

Rivera S.A. 2014. Determinación de la Prevalencia de Mastitis Subclínica en ganado Reyna, Rancho Los Peiranos, Nandaime, Granada. Facultad de Ciencia Animal (FACA). Universidad Nacional Agraria (UNA). Tesis para optar al Título de Médico Veterinario. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.

Determinación de la Prevalencia de Mastitis Subclínica en ganado Reyna, Rancho Los Peiranos, Nandaime, Granada.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la unidad de producción “Los Peiranos”, ubicado en el Km 66.5 carretera Nandaime-Rivas (Granada). El principal objetivo fue determinar la prevalencia de mastitis subclínica bajo condiciones de ordeño tradicional, en el ganado criollo Reyna en época de invierno. Para este propósito, se evaluó un total de 65 vacas en ordeño durante un período de 3 meses, de septiembre a noviembre del dos mil once. Para conocer la prevalencia de mastitis subclínica, se realizaron dos pruebas de diagnóstico individual por cada hembra que resultara afectada, utilizando para esto la prueba de California Mastitis Test (CMT). Los resultados del estudio demostraron que existe una prevalencia en el hato que oscila del 13-35% para los diferentes muestreos. También, los mayores valores de la prevalencia por niveles de infestación fueron de 19 y 15% para los niveles leve y severo, respectivamente, siendo el leve el más predominante. A medida que aumentaban estos valores, hubo una pérdida de la calidad, así como, de la cantidad de leche (42 kg). Con respecto a los cuartos mamarios, los más afectados fueron los cuartos traseros derechos (TD) y delanteros izquierdos (DI), con valores de 19 y 17%, respectivamente. En relación al número de parto, edad y etapa de lactancia, se encontró que la afectación por mastitis subclínica se daba mayormente en hembras con alto número de partos (>4), de más edad (>7 años), así como, aquellas que se encontraban en etapas temprana y media de lactancia. Existe un alto porcentaje de reincidencia de mastitis subclínica de hasta 25%, lo que significa que la enfermedad se ha vuelto endémica. Finalmente, el presente estudio demostró que es necesario realizar al menos dos pruebas consecutivas (muestreos generales y específicos) para realizar un buen diagnóstico de mastitis subclínica y desarrollar medidas de control una vez que se encuentran identificados los factores medioambientales, del manejo higiénico-sanitario y aquellos asociados al animal.

Palabras claves: Prevalencia, Mastitis Subclínica, Niveles de infestación, CMT.

ABSTRACT

The current study was carried out in Rancho “Los Peiranos” which is located in Km 66.5, Nandaime-Rivas (Granada) highway. The objective of this research is to determine the prevalence of subclinical mastitis with traditional milking in Reyna creole cattle during winter season. For this purpose, a total of 65 dairy cows were evaluated over a period of three months, from September to November of 2011. To determine the prevalence of subclinical mastitis, the California Mastitis Test (CMT) was performed for two independent diagnoses per each cow affected by this disease. The results show that subclinical mastitis prevalence in the herd varies from 13-35% for different samples. Additionally, the highest prevalence of positive CMT reactions were 19 and 15% for CMT 1 (weak) and CMT 3 (strong), respectively. So, CMT 1 (weak) was the most prevalent grade during all samples. As these values increased, there was a decrease of quantity (42kg) and quality of milk production. With respect to the udder quarters, the rear right (19%) and front left (15%) quarters were the most affected. In relation to parity, age and stage of lactation, it was found that the greater the prevalence of subclinical mastitis was mostly cows with high parity (> 4), older (> 7 years), as well as those in early and mid-stages of lactation. There is a high recurrence rate (25%) of subclinical mastitis in the dairy herd, which means that the disease has become endemic. Finally, this study showed that it is required at least two consecutive tests (general and specific samples) for a good diagnosis of subclinical mastitis and develop control measures once the environmental factors, the hygiene-sanitary management are identified and also those associated with the animal.

Key words: Prevalence, subclinical mastitis, CMT grades, CMT.

I. INTRODUCCION

La mastitis es considerada una enfermedad compleja o multifactorial, resumidos en el animal, el medio ambiente y el hombre **(Cano, 2002)**, que en la actualidad, continua siendo un enigma para la industria lechera **(Yamagata et al., 1987; Prem González, 1997)**.

Se estima que un tercio de todas las vacas lecheras de todo el mundo están afectadas por cualquier forma de mastitis en uno o más cuartos **(Philpot et al, 1980; Armenteros et al, 2002)**.

Esta enfermedad puede presentarse en forma clínica, sub-clínica o crónica **(Wellenberg et al., 2002)** y según lo planteado por **Cotrino (2003)**, se estima que el 10% de los casos de mastitis, corresponden a la forma clínica y casi el 90% a la sub-clínica. Así, las grandes pérdidas en producción láctea es ocasionada, fundamentalmente, en su forma subclínica **(OEA, 2003)**. Según **Wellenberg et al. (2002)**, actualmente las pérdidas ocasionadas por ambos tipos de mastitis clínica y subclínica pueden ascender a 20% de la producción potencial.

La condición multietiológica y la ubicuidad de algunos microorganismos causantes de infección intramamaria en el ambiente, hacen imposible la erradicación de la enfermedad **(Calvinho, L. F., 1997)**. Sin embargo, se puede reducir el número de nuevas infecciones y disminuir la duración de las infecciones **(Chaves, C. Javier, 2008)**.

Es por ello que la mastitis provoca la inflamación de la glándula mamaria, ocasionando así estrés y lesiones físicas, sin embargo, la infección por bacterias invasoras u otros microorganismos (hongos y virus) son las principales causas. Se han descrito más de 140 microorganismos causales de la mastitis siendo la mayoría de los casos imposible su erradicación **(Philpot, 1999 citado por Pineda y Mendieta, 2007)**. Muchas de las infecciones son persistentes y no son detectables a la palpación o examen de la leche extraída, denominándose esta situación como mastitis subclínica **(Galicía de León, 2004)**.

Lo que constituye un riesgo potencial tanto para la salud humana como la salud animal, ya que pueden producir cambios químicos, físicos, fisiológicos y patológicos (tejidos) en conjunto, así como, organolépticos (gusto, olor, color y consistencia) de la leche **(Sarán, 1987)**.

Así, la leche contaminada pone en peligro la salud de quienes la consumen, en el caso del hombre cobra gran importancia la diseminación de bacterias causantes de enfermedades tales como: tuberculosis, brucelosis, faringitis estreptocócica, entre otras **(Blood y Radostits, 1992)**. En cambio, la salud animal se ve afectada no solo presentando una considerable disminución de la producción de leche, sino también en la pérdida glandular y hasta la muerte de la vaca.

A pesar del avance científico alcanzado en la salud animal, la mastitis está presente en todos los hatos lecheros, por lo que es altamente prevaleciente y es considerada la enfermedad más importante de la lechería a escala mundial; pues ocasiona pérdidas económicas muy fuertes a todos los productores de leche en el mundo debido a la disminución en el rendimiento de

leche y un aumento en el número de tratamientos clínicos y desecho temprano de vacas, por lo que se ha reconocido, durante algún tiempo, como la enfermedad más costosa de los hatos lecheros (**Correa et al., 2002; Ceron-Muñoz et al., 2002; Wellenberg et al., 2002**).

Los costos en Estados Unidos rondan los 180 dólares por vaca al año. En tanto en Latinoamérica, este costo sobrepasa los 100 dólares. A lo que se agregan pérdidas adicionales como una menor producción de leche. Una vaca que en promedio produce 3.5 litros diarios en naciones como Nicaragua, enferma sólo llega a dos litros por día (**Diario LA PRENSA, 2003**)

Por otro lado, la causa más común para un sacrificio temprano de las vacas lecheras son los problemas de salud de la glándula mamaria, además de problemas de fertilidad. El 26.5% de las vacas lecheras sacrificadas en el continente americano es debido a trastornos ocasionados por la mastitis. En el caso de Hesse en Alemania, los problemas de mastitis son la segunda causa más común de eliminación (19.4%) de las vacas lecheras (**Wolter, 1996**).

La prevalencia mundial de la infección de los microorganismos patógenos de la mastitis es aproximadamente del 50% en vacas lecheras, y el nivel de infección de los cuartos, del 25% (**Radostits et al., 2001**).

En el Reino Unido, la incidencia de mastitis clínica es aproximadamente de 40% en las vacas por año o 1,000,000 de casos anualmente (**Hillerton y Kliem, 2002**). **Heringstad et al., (2000)** informaron que en 1993, el porcentaje de casos de mastitis clínica en las vacas al año fue de 56, 32, 30 y 21% en Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suiza, respectivamente.

En Venezuela, los índices de prevalencia de mastitis subclínica se han estimado en un 30.18% (**Ferraro et. al., 1999**). Las causas son principalmente atribuidas a factores ambientales y de manejo.

En Colombia, los resultados a la Prueba de Mastitis California CMT para todos los cuartos arrojaron una prevalencia de mastitis subclínica de 19.9% (a una cruz, hasta tres cruces), la cual es la más alta encontrada (**Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 2011**)

En la región del Valle de México, existen reportes de una prevalencia de mastitis del 69%, mientras que en el estado de San Luis Potosí de este mismo país, la prevalencia de mastitis subclínica es de 72.78%, según **Olivera et al. (2004)**.

En cambio, en Nicaragua no hay referencias acerca de la prevalencia de mastitis a nivel nacional, solamente una serie de investigaciones que demuestran una prevalencia de los hatos, cuyos datos oscilan desde 17.46% (**Tomado de Ortega y Vanegas, 2006**) hasta un 76.8% (**Tomado de Armenteros et al., 2004**).

En países tropicales se ha descrito un incremento en la incidencia de la enfermedad **(Oliver et al. 2005)**, lo cual lleva al productor a hacer uso de diferentes antibióticos, práctica que en los últimos tiempos se ha tratado de disminuir o evitar, dadas las consecuencias que puede tener en el animal y en el consumidor.

La prevención de las enfermedades constituye el tratamiento más eficaz y económico a nivel mundial. La práctica de estabular el ganado permite controlar el ambiente donde se desarrolla este, teniendo un efecto de disminución sobre la mastitis de origen ambiental. Esta práctica no es común en países tropicales como Costa Rica, donde se ha encontrado que aún en hatos bien manipulados, que mantienen sus niveles de células somáticas bajas, es difícil controlar la mastitis de origen ambiental **(Bradley, 2002)**.

En Nicaragua país, la actividad pecuaria contribuye con el 10.0 % del Producto Interno Bruto (PIB). Entre el año 2007 al 2009, las exportaciones de productos de origen ganadero superan los 350 millones de dólares anuales, entre carne, derivados lácteos y subproductos, lo que viene a significar una contribución de más del 35% de las exportaciones totales, convirtiéndose de esta manera en la principal actividad exportadora del país; Por lo cual, asume más del 46% del empleo rural y en los últimos cinco años se destaca como uno de las cadenas de producción y comercialización más promisorias y dinámicas de la economía del país **(MAGFOR, 2011)**.

Por lo tanto, es importante mencionar que se deben buscar diferentes alternativas para tratar, controlar y prevenir la mastitis mediante un buen programa de sanidad animal y manejo higiénico sanitario del ordeño y la leche. El enfoque primario del veterinario debe ser la prevención, donde las tendencias modernas de las terapias contra la mastitis deben conllevar a una visión integral, donde no solo se le dé importancia a la terapia antibiótica, sino también, a las medidas higiénico-sanitarias del ordeño y factores predisponentes de esta enfermedad.

El presente estudio brinda aportes acerca de la evolución e involución de la mastitis, cuyos enfoques no se han investigado ampliamente pero que ayudan a comprender esta enfermedad tan compleja. También, demuestra que una sola prueba usando la técnica de California para Mastitis (CMT) no es suficiente para elaborar un diagnóstico. Además, se deben tomar en cuenta otros factores como los cambios en el clima, el manejo de los animales a la hora del ordeño e historial clínico de vacas lecheras, así como, características propias del animal (Por ejemplo, número de parto, edad, etc.).

De esta manera, la prueba CMT junto con los factores causales, ayudarán a entender mejor esta enfermedad y por ende elaborar un mejor diagnóstico, lo que es fundamental para aplicar el tratamiento de elección.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general:

Determinar los factores que influyen en la prevalencia de Mastitis del ganado Reyna en el Rancho Los Peiranos.

2.2. Objetivos Específicos:

1. Determinar la prevalencia de mastitis en el hato lechero del Rancho Los Peiranos.
2. Identificar los grados de infestación presentados por mastitis en el hato lechero.
3. Caracterizar los factores del manejo higiénico-sanitario en el proceso de ordeño y su relación con la prevalencia de mastitis en el Rancho Los Peiranos.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. Prevalencia de Mastitis

La leche es el producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos, obtenida por ordeño diario, higiénico e ininterrumpido **(NTON, 1999)**. La leche de vaca es llamada leche integra, lo que quiere decir que es un producto final que no está alterado ni adulterado, ni contiene residuos de calostro; Esto, para que cumpla con los parámetros establecidos por una leche de calidad **(Vargas, 2006)**.

Este producto es el más completo y equilibrado de los alimentos, además de ser exclusivo del hombre en los primeros meses de vida, ya que en ella se encuentran representantes de todos los nutrientes como proteínas, lípidos, glúcidos, sales minerales, vitaminas y agua **(IICA, 2004)**.

La mayoría de los países consideran la producción y abasto de leche como una prioridad nacional, por lo cual, establecen políticas de alto proteccionismo para el sector. La producción de leche de calidad higiénica, como todo sistema productivo, resulta sumamente complejo, más aún que otros ya que el producto a manejar es extremadamente delicado, afectándose mucho por la manipulación **(SIAP, 2002)**.

Nicaragua ha sido exportador neto de productos lácteos desde 1998 hasta la fecha, siendo este rubro el tercer más importante de las exportaciones del país. Los países de Centro América, importan cerca de los US\$ 300.0 millones y exportan alrededor de US\$ 100.0 millones, el 99 % de los cuales son de Nicaragua **(MAGFOR, 2011)**.

Sin embargo, para obtener un producto exportable, de calidad e inocuo existen parámetros que determinan la calidad de la leche, los cuales se rigen de acuerdo a las especificaciones establecidas **(Pertz, 2002)**. En Nicaragua, las industrias lecheras y los hatos se rigen por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense **(NTON, 2011)**.

De esta manera, se encuentran tres aspectos bien definidos que rigen la calidad de la leche: composición físico-química, cualidades organolépticas y microbiológicas de la leche. Tales componentes se ven afectados como consecuencia de la mastitis y según **Schällibaum (2001) citado por Quintana (2006)**, hay dos razones principales:

- El daño de las células secretoras de la glándula, lo que reduce la síntesis de los componentes como lactosa, grasa y caseína.
- Los cambios de la permeabilidad de las membranas (barrera sangre-leche), que permiten el paso de componentes de la sangre a la leche, como es el caso de las células somáticas.

Otros factores que influyen en el grado de pureza son: la salud de la vaca, la limpieza a la hora de ordeño y en el manejo del producto. Esto, en lo que a leche cruda se refiere. También, otros factores influyentes son la especie, raza, tiempo de lactancia y alimentación de la vaca (Pertz, 2002).

Por otro lado, la mastitis ha registrado pérdidas, tomando en cuenta los modelos productivos nicaragüenses, donde la enfermedad no causa el impacto económico deseado. Es común en todos los rebaños, en dependencia de las condiciones de manejo que se realicen en las fincas, donde el estado subclínico es el que ocasiona bajos rendimientos (Cordón, A. 2012).

Cuadro 1. Estimaciones de pérdidas por mastitis bovina (miles \$) en Nicaragua

Especie	Reducción de leche 30%	Leche descartada posta tratamiento 3%	Muerte y descarte prematureo 5%	Gastos médicos y drogas \$ 5 animal	Gastos totales
Bovina	443.4	44.3	133.7	38.2	659.6

Fuente: Sanidad e Inocuidad Pecuaria en Centroamérica y República Dominicana: Una agenda prioritaria de políticas e inversiones, Nicaragua, 2012.

A pesar que la mastitis es un problema que afecta la producción y calidad de la leche, en nuestro país se ha investigado muy poco, por lo que los niveles de prevalencia a nivel nacional no se conocen a profundidad si tomamos en cuenta que la mayoría de los países tienen estimaciones de la mastitis a nivel nacional (Armenteros *et. al*, 2004). Por ejemplo, a nivel de América latina, tenemos que México presenta una prevalencia de 69 y 72%, en Costa Rica y Honduras que son nuestras referencias más cercanas, se encuentran prevalencias de 28 y 34%, respectivamente.

3.2. Mastitis

Mastitis (del griego mastos = glándula mamaria y del sufijo itis = inflamación). Se define como la inflamación de la glándula mamaria que generalmente se presenta como una respuesta a la invasión por microorganismos y se caracteriza por daños en el epitelio glandular, seguido por una inflamación clínica o subclínica, pudiendo presentarse con cambios patológicos localizados o generalizados, dependiendo de la magnitud del daño (Ávila y Gutiérrez, 2004).

Algunas vacas son más susceptibles que otras para contraer la infección, a diferentes edades y estados de lactación. Es por esto que las vacas juegan un papel muy activo en el desarrollo de la mastitis (Philpot y Nickenson, 2000).

El ambiente en el que se encuentra el ganado influye en el número como en el tipo de microorganismos a los que la vaca es expuesta y en la resistencia que esta pueda tener contra ellos (Quintana, 2006).

Entre las causas principales que influyen en la mastitis se encuentran aquellas que dependen de la infección, o sea, el agente etiológico que ocasiona la enfermedad. Por otra parte, se encuentran factores que no dependen de la infección, en otras palabras, factores externos que predisponen la mastitis, por ejemplo, la edad, época del año, etc.

3.2.1. Principales patógenos que influyen sobre la mastitis

Según Pinzón (1989), la mastitis es ocasionada por organismos microscópicos que penetran la ubre a través del canal del pezón. La penetración puede ocurrir por multiplicación, movimiento mecánico, propulsión durante el ordeño o por una combinación de factores.

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

Según Kirk (1984), los gérmenes más importantes de la inflamación de la ubre son los estreptococos, los estafilococos, los coliformes, *Corynebacterium pyogenes*, las pseudomonas y levaduras. Los gérmenes menos frecuentes son los micoplasmas, clostridios, klebsiellas, aerobacter, bacilo céreo, nocardias, hongos, etc.

a) *Staphylococcus aureus*

Aunque varios patógenos bacterianos pueden causar la mastitis, el *Staphylococcus aureus* es el primer agente etiológico en la mayor parte del mundo (**Tollersrud et al., 2000**).

Está permanentemente en el medio ambiente de la vaca y su depósito principal en las vacas adultas lo constituyen las ubres y pezones afectados. Este organismo no progresa en la piel de los pezones sanos, pero rápidamente forma colonias en los canales de los pezones, especialmente si existe lesión cerca de las puntas de los mismos, lo cual facilita su penetración al interior de la ubre y la invasión de los tejidos de la misma, ocasionando la formación de un tejido cicatrizal. Este tejido impide que los medicamentos penetren en los lugares infectados, haciendo que el tratamiento en la lactancia sea a menudo ineficaz. (**Pinzón 1989**), llegando a ocasionar la muerte celular; sin embargo, no puede sobrevivir grandes periodos en el medio ambiente (**Hogan et al. 1999**).

b) *Streptococcus agalactiae*

Este microorganismo es considerado un parásito intramamario obligado de los bovinos (**Keefe et al., 1997; Martínez et al., 2000; Estuningsih et al., 2002; Dinsmore, 2002**), el cual puede sobrevivir por largos periodos de tiempo dentro de la glándula mamaria (**Martínez et al., 2000**), pero muy poco fuera de ella (**Mellenger y Kirk, 2012**). **Pinzón (1989)** argumenta que es el único organismo susceptible de ser erradicado de todo un rebaño lechero y puede vivir hasta 3 semanas en el medio.

Las fuentes de infección para *Streptococcus agalactiae* son las vaquillas y vacas infectadas. El 50 u 80% de un hato puede estar infectado por *Streptococcus agalactiae*, aunque la mayoría son casos leves y por lo general no causan mastitis agudas ni provocan la muerte del animal. Sin embargo, algunos de los cuartos infectados cesaran de producir leche (**Mellenger y Kirk, 2012**). La infección de los animales sanos con este tipo de estreptococos suele producirse tras la compra de animales enfermos (**Kleinschroth et al., 1991**).

c) *Streptococcus dysgalactiae*

La fuente principal son las ubres infectadas, amígdalas y lesiones en la piel (**Pinzón 1989**). Puede ser contagiado de una vaca a otra durante el ordeño y las vacas pueden también llegar a ser infectadas por el medio ambiente (**Hogan et al., 1999**).

Este patógeno es muy capaz de sobrevivir en la boca, vagina y piel de los animales saludables que pastan. Debido a su situación medioambiental, los métodos de higiene normales y la terapia del antibiótico son menos eficaces previniendo las infecciones por *Streptococcus dysgalactiae* que las infecciones por otro patógeno contagioso (**Vasi et al., 2000; Song et al., 2001**).

d) *Streptococcus uberis*

Streptococcus uberis tiene gran capacidad para adherirse a las células epiteliales de la glándula mamaria, evitando que los microorganismos salgan de ella.

Se puede aislar de numerosos sitios tanto del propio cuerpo de la vaca (Principalmente piel y ubre de los pezones) como de su entorno, por ejemplo: paja, estiércol, suelo, pasto, etc... Por lo tanto, *Streptococcus uberis* tiene la habilidad de sobrevivir y multiplicarse tanto dentro como fuera de la ubre (**Timón y Jiménez, 2006**).

El *Streptococcus uberis* y *Streptococcus dysgalactiae* son responsables también por la mayoría de las mastitis que se presentan ya sea al comienzo o al final del período de secado. Además de estas dos especies de bacterias, existen muchos otros estreptococos ambientales (*Streptococcus bovis*, *Streptococcus fecalis*) que pueden causar mastitis (**Adams y Moss, 2005**).

e) *Coliformes*

Las bacterias coliformes son habitantes normales del suelo e intestino de las vacas. Se acumulan y multiplican en la materia fecal y en la cama. Los coliformes pueden causar mastitis solamente si las partículas contaminadas del medio ambiente entran en contacto con la ubre. Estos microorganismos no se adhieren a los conductos y alvéolos de la ubre pero se multiplican rápidamente en la leche.

La temperatura corporal de la vaca puede elevarse a 40°C y el cuarto infectado se inflamará y se volverá sensible al tacto. Los mecanismos de defensa de la vaca pueden eliminar las bacterias de la ubre, pero las toxinas permanecen y la vaca puede llegar a morir (**ARA, 2006 citado por Acuña y Rivadeneira, 2008**).

i. *Escherichia coli*

Forma parte de la microbiota intestinal normal de seres humanos, animales y se aísla del medio ambiente. Algunas cepas de *Escherichia coli* son patógenas para el hombre y los animales. **Manual de Procedimientos de Bacteriología Médica, MINSA (2008)**.

f) *Pseudomonas*

La pseudomona es un bacilo delgado Gram negativo que también es fitopatógeno. Se caracteriza por emanar de fuentes de aguas contaminadas o de la tierra (**Kirk y Bartlett, 1984**).

Pseudomona aeruginosa no crece en medios aerobios y tiene la capacidad de coagular la leche por las enzimas que produce, hidrolizando lentamente la caseína. Este microorganismo tiene propiedad bacteriolítica por sus enzimas (piosinasa, alfa-hidroxifenazina y una sustancia oleosa) y una proteína termoestable (**Ávila y Gutiérrez, 2004**).

Ha sido aislada tanto de los animales infectados como del agua utilizada para lavar el equipo de ordeño, considerándose ésta la fuente de contaminación. La mastitis producida por *P. aeruginosa*, puede en ocasiones ser confundida con mastitis gangrenosa por *Staphylococcus aureus* por los síntomas (**Las Heras et al., 2001**).

g) *Corynebacterium*

Corynebacterium bovis frecuentemente se aísla de la leche de glándulas mamarias de vacas infectadas por mastitis (**Hommez et al., 1999; Watts et al., 2000**).

El microorganismo puede ser transmitido por material o equipo contaminado de una glándula mamaria enferma a otra durante la práctica de ordeño, por moscas portadoras del microorganismo que coloniza a la glándula mamaria a nivel del conducto del pezón o por traumatismos en la misma (**Ávila y Gutiérrez, 2004**).

h) *Bacillus cereus*

Bacillus cereus es considerado responsable de la presentación de cuadros clínicos de mastitis hemorrágicas y ocasionalmente gangrenosas. Es un microorganismo aeróbico, formador de esporas, alargado con terminales redondeadas o cuadradas, que se aprecia formando cadenas (**Ávila y Gutiérrez, 2004**).

3.2.2. Factores predisponentes de la mastitis

En la aparición de la mastitis, se encuentran una serie de factores que predisponen a la enfermedad, entre los más importantes tenemos los relacionados al stress, la nutrición, raza y condiciones ambientales (época del año, suelo, humedad), así como, aquellos asociados a las vacas, como son, la edad, número de parto y etapa de lactancia.

a) *Factores Nutricionales*

La alimentación actual de la vaca lechera está destinada a mantener un alto nivel de producción; esto constituye un factor de tensión fisiológico que puede provocar mastitis clínica en vacas con antecedentes de infecciones o mastitis subclínica (**Ávila y Gutiérrez, 2004**).

b) Factores Raciales

Múltiples factores pueden contribuir a dar resistencia o susceptibilidad a los animales, uno de ellos es la raza u origen al cual pertenece el animal **(Ulloa, G y J. de Alba, 1957)**.

c) Stress

Cualquier situación estresante para el ganado, como sería un día de vacunaciones, tuberculización, calor excesivo, etc., reducirá la producción láctea y concentrará las células, elevando por consiguiente el total de ccs por ml de leche ([www.ordemex.com.mx /mastitis.html](http://www.ordemex.com.mx/mastitis.html)). Además, se ha demostrado que cuando las vacas se encuentran bajo tensión, los leucocitos en la ubre son menos efectivos en combatir los organismos causantes de mastitis **(Philpot y Nickerson, 1992)**.

d) Época del año

Las condiciones climáticas regionalizadas tienen una influencia en el medio ambiente y por supuesto que ello repercute en los ccs debido al estado en que se encuentran los corrales en los diferentes hatos. La temporada de lluvias afecta directamente a estas condiciones ambientales y elevara por consiguiente, debido a un aumento en los microorganismos, los ccs a nivel individual y de hato. Un buen trabajo por parte del ganadero se verá reflejado en los ccs a nivel hato. De lo cual, deducimos, que un ccs de tanque es un indicador del trabajo realizado por el responsable del hato.

Además, este efecto está estrechamente relacionado con la concentración de partos en primavera de modo que gran parte de las vacas se encuentran en etapas avanzadas de lactancia en invierno, el cual se caracteriza por un encarecimiento de las condiciones higiénicas ambientales y por estabulación, lo que se traduce en un aumento en la exposición **(Zurita, 1982; Gálvez, 1998; Azócar, 2001)**.

e) Suelo y humedad

La prevalencia de mastitis subclínica bovina es altamente significativa con la humedad relativa mínima (-0.582), esto indica que a medida que la humedad relativa mínima aumenta, disminuye la prevalencia de mastitis subclínica. **(REDVET, 2002)**.

3.2.3. Otros Factores Asociados a Mastitis Subclínica

a) Edad

A mayor edad existe mayor predisposición, debido a una menor tendencia de curación en las alteraciones de pezones donde el canal del pezón se va alterando con la edad, facilitando la entrada a microorganismos **(Báez, 2002)**.

b) Número de parto

Se ha descrito que a mayor número ordinal de partos existe un aumento en los casos de mastitis, debido a una mayor exposición a infecciones intramamarias y traumas, lo que deriva en un aumento del riesgo para el desarrollo de la enfermedad (**Laevens y col, 1997; Azócar, 2001**).

c) Etapa de lactancia

Existe un incremento de RCS en las primeras y últimas semanas de lactancia, en lo cual distintos autores postulan que sería provocado por una mayor o menor dilución, asociada a las variaciones que experimenta la producción durante la lactancia (**Azócar, 2001**). También, el aumento en las infecciones intramamarias juega un papel importante en esta curva, ya que animales bacteriológicamente negativos no presentarían un aumento notorio de células somáticas (**Laevens y col, 1997**).

3.3. Tipos de mastitis

En términos generales, según su forma de presentación, la mastitis se divide en clínica y sub-clínica.

3.3.1. Mastitis Subclínica

La mastitis sub-clínica es sutil y más difícil de corregir, donde la vaca parece saludable, la ubre no muestra ningún signo de inflamación y la leche parece normal. A pesar de ello, los microorganismos y las células somáticas que combaten las infecciones se encuentran elevadas en gran número en la leche (**Acevedo, J.; Hernández, C., 2008; Ávila y Gutiérrez, 2004; de Mol, 2000; Hultgren, 2002**).

Solamente se puede confirmar la condición del ubre mediante pruebas específicas para determinar la presencia de patógenos, productos metabólicos de desecho, toxinas y la concentración de células somáticas (**Duane, 1999**).

Esta enfermedad es la causante de las mayores pérdidas económicas dentro de un hato dado que tiene una alta incidencia en los rebaños lecheros de todo el mundo, estimándose que por cada vaca con mastitis clínica existen aproximadamente de 20 a 40 vacas con mastitis sub-clínica (**Ramírez, 2000**).

La mastitis subclínica es considerada la más importante por diversas razones, como menciona **Pinzón (1989)**: Es de 15 a 40 veces más común que la mastitis clínica, generalmente precede a la forma clínica, por lo tanto, si queremos controlar la forma clínica, debemos empezar por controlar la subclínica, es de larga duración, es difícil de detectar, disminuye la producción de leche, influye negativamente en la calidad de la leche y provoca infección en otros animales del rebaño.

Cuadro 2
Algunos efectos de la mastitis subclínica sobre la composición química de la leche y su alteración nutricional y del valor industrial (NTON, 1999).

Parámetro Químico Lácteo	Contenido Normal	Efecto de la Mastitis Subclínica.
Lactosa	4.6 %	Incrementa en 8 a 22 %
Proteína Total	3.3 %	Disminuye en 5 a 10 %
Caseína	2.8 %	Disminuye en 6 a 18 %
Sólidos totales	12.5 %	Disminuye en 7 a 10 %
Grasa Láctea	3.5 %	Disminuye en 5 a 12 %

La mastitis subclínica provoca un aumento en el contenido de enzimas como la lipasa, iones (sodio, cloro) y la disminución del calcio, fósforo y potasio; así como, una disminución en la producción de cuajo y el rendimiento de grasa.

a) Mastitis sub-clínica y su relación con la salud humana

La leche constituye un alimento de importancia universal, su riqueza en proteína y alto valor biológico, su aporte de energía, la contribución de minerales osteotróficos hacen que esta forme parte de la dieta del hombre. Es el alimento natural que mayor número de sustancias nutritivas aporta a la dieta, otros son más ricos que ella en algún nutriente en particular, pero ninguno lo supera como alimento equilibrado en componentes necesarios para el ser vivo **(Eastringe, 2001)**.

Al poseer un alto contenido de agua y nutrientes, así como, un pH cercano a la neutralidad, la leche constituye un excelente medio de cultivo en para el desarrollo de diferentes microorganismos. Por lo tanto, desde el punto de vista social constituye un riesgo potencial ya que la población pudiera estar expuesta al consumo de leche contaminada, cargada de agentes patógenos o sus toxinas si las normas higiénicas no se cumplieren **(Noguera, 2001)**.

Un aspecto de importancia creciente en los países de lechería desarrollada, es la posibilidad de problemas de salud humana debido a intoxicaciones alimentarias producidas por presencia de bacterias patógenas o sus toxinas. Entre las bacterias que pueden tener como origen los establecimientos lecheros, y que pueden ser causantes de mastitis, destacan algunas cepas de *Escherichia coli*, productoras de verotoxina (en especial la cepa 0157:H7), así como, cepas de *Staphylococcus aureus*, productoras de las toxinas TSST.

Es por eso, que las nuevas normas de una cantidad de países no solamente restringe la comercialización de la leche cruda (o de productos procesados) de acuerdo al número de bacterias totales sino que especifica un máximo para alguna de ellas, como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, por ejemplo.

El *Stafilococcus aureus* ha sido considerado un factor de riesgo para la salud humana por la posible transmisión al hombre de cepas resistentes a través de productos lácteos no parteurizados **(Gentilini et al., 2002)**.

Si bien es cierto que las mastitis subclínicas no suelen incrementar en gran medida la cantidad de UFC/ml de la leche de tanque (generalmente no más de 20.000 a 50.000 en rodeos de alta prevalencia), pueden sí aportar alguna de esas bacterias potencialmente dañinas a la salud humana.

3.3.2. Mastitis Clínica

La mastitis clínica es una anomalía fácilmente observada por los granjeros en cualquiera de los dos casos: la leche y/o la ubre **(de Mol, 2000)**.

En los casos de mastitis clínica, el cuarto infectado en general se inflama y en algunas vacas se encuentra adolorido al tocarlo, la leche se encuentra visiblemente alterada por la presencia de coágulos, descamaciones, o suero descolorido y algunas veces sangre. En casos más severos (mastitis aguda), la vaca muestra signos generalizados: fiebre, pulso acelerado, pérdida de apetito, reducción aguda de la producción de leche. **(Acevedo, J.; Hernández, C., 2008)**.

La clasificación de la mastitis clínica es:

Mastitis Moderadamente Aguda (MMA)

La infección tiene más de 24 horas, la vaca presenta sus constantes fisiológicas y ubre totalmente normales, pero en la leche se observa natillas o tolondrones que pueden ser detectados al realizar la prueba del tazón oscuro obligatoria antes de ordeñar a cada vaca. Se reduce en un 30 % la producción **(Cano 2006)**.

Mastitis Severamente Aguda (MSA)

La infección tiene más de 72 horas. Las constantes fisiológicas están normales; la leche sale con mayor cantidad de tolondrones, se puede apreciar cierta inflamación en la glándula, la misma está dura y caliente. Se pierde el 40% de producción **(Cano 2006)**.

Según Avila y Gutiérrez (2004), en esta forma de mastitis podrán presentarse signos sistémicos como septicemia, toxemia, fiebre, anorexia, depresión, movimientos ruminales disminuidos, entre otros signos.

Mastitis Crónica (MC)

La infección tiene más de 5 días, toda la leche sale con tolondrones, la ubre está severamente inflamada, endurecida y caliente, la vaca tiene fiebre, taquicardia, atonía **(Cano 2006)**.

Mastitis con glándula improductiva o glándula ciega (MI)

La infección tiene en ocasiones semanas, la glándula se ve pequeña, está flácida y fría, no se obtiene leche sino exudados, las constantes fisiológicas están normales debido a que la fibrina aisló esta glándula provocando una hipoxia y necrosis del parénquima con abscesos y exudados; inclusive el parénquima se puede desprender **(Cano 2006)**.

3.4. Respuesta celular de la glándula mamaria

3.4.1. Células somáticas

El Recuento de Células somáticas se refiere al número de células que se encuentran presentes en la leche. La principal fuente de variación es la respuesta celular originada por la presencia o no de infecciones bacterianas en la glándula mamaria; otras fuentes de variación se deben al parto, fase de lactancia, estrés de origen metabólico y fisiológico, diferencias entre los cuartos y vacas, además de, errores en la técnica de medición (**Greem et. al., 2006**). Sin lugar a dudas, el principal factor que determina la elevación del recuento celular (RSC) es la mastitis (**McDougall et al., 2009**).

Las células somáticas son células corporales que están conformadas por leucocitos y células epiteliales, las cuales migran desde la sangre a los tejidos y conductos de la glándula mamaria; estas actúan en respuesta defensiva contra una lesión inflamatoria generalmente de tipo infecciosos de la glándula mamaria y son un indicador directo de mastitis. Se encuentran constituidos en mayor proporción por leucocitos (macrófagos, linfocitos y neutrófilos) y en menor grado por células de descamación provenientes del epitelio del tejido glandular (**Zemanate y Grass, 2005**).

Cuadro 3
Tipos de células en la leche.

Tipo	% leche normal	% leche afectada
Macrófagos	45-90	10-35
Neutrófilos	3-25	50-90
Linfocitos	7-35	1-20
Células epiteliales	0-2	0-2

Fuente: Monardes y Barria, 1995

Los leucocitos ingresan a la leche a través de la sangre y del tejido glandular como respuesta a la inflamación de la glándula mamaria que puede ser ocasionada por una infección o una lesión traumática (**Hernandez y Bedolla, 2008**).

Según **Bedolla y Castañeda (2004)**; **Wolter et al. (2004)** citados por **Hernández y Bedolla (2008)**, el estado de salud y funcionalidad de la glándula mamaria se puede conocer a través del contenido de células somáticas en la leche.

Cuadro 4.
CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE ASOCIADOS A ALTOS CCS

COMPONENTE DE LA LECHE	CCS (X 1000/ML)	RAZÓN DEL CAMBIO			
		<100	<250	500-1000	>1000
Reducción (g/100ml):					
Lactosa		4.90	4.74	4.60	4.21
Síntesis Reducida:					
Caseína (total)		2.81	2.79	2.65	2.25
Grasa		3.74	3.69	3.51	3.13
Aumento (g/100ml):					
Proteína del Suero (total)		0.81	0.82	1.10	1.31
Seroalbumina		0.02	0.15	0.23	0.35
Proviene de la Sangre					
Inmunoglobinas		0.12	0.14	0.26	0.51
Cloro		0.091	0.096	0.121	0.147
Sodio		0.057	0.062	0.091	0.105
Potasio		0.173	0.180	0.135	0.157
pH		6.6	6.6	6.8	6.9

Fuente: Quintana (2006)

Se necesita que el nivel de células somáticas esté por arriba de los 2 millones por mililitro para que el sabor rancio de la leche y de algunos quesos pueda darse en estas condiciones. Con respecto a la lactosa, esta afecta principalmente las propiedades de acidificación de la leche. Esta es importante para el proceso de manufactura de quesos, donde se requiere una fermentación ácida para detener el desarrollo de microorganismos no deseados e incluso patógenos de interés en salud pública (**Quintana, 2006**).

Las células somáticas poseen un alto poder fagocitario y capacidad de destruir buena parte de los organismos invasores. La muerte de las células epiteliales glandulares como consecuencia de la acción de las bacterias, ocasiona el desprendimiento del tejido mamario y de gran parte de las bacterias que se encuentran adheridas convirtiéndose en un sistema de defensa adicional para glándula mamaria (**Zemanate y Grass, 2005**).

En una glándula mamaria sana la presencia de células somáticas es muy baja y corresponde a células epiteliales y células inmunes, las cuales tienen concentraciones de menos de 10^5 células somáticas por mililitro (**Hamann, 2002; Jensen, Blanc y Patton, 1995**, citados por **Lindmark-Mansson et al., 2006**).

3.4.2. Condiciones inmunológicas de la glándula mamaria

El sistema inmunológico tiene la capacidad de reconocer y diferenciar entre agentes extraños y moléculas propias producidas por el organismo (**Meglia y Mata, 2001**). La glándula mamaria lleva a cabo funciones inmunológicas que le sirven como defensa; por ejemplo, en el periodo preparto la producción de anticuerpos que se secretan en el calostro le confieren protección al neonato contra agentes patógenos (**Oviedo-Boyso et al., 2007**).

El tejido de la glándula mamaria está protegido por dos mecanismos de defensa: la inmunidad innata y la adquirida; ambos sistemas interactúan para brindar protección contra los microorganismos patógenos de la mastitis. La respuesta del sistema inmune natural o innato estimula la respuesta inmune adquirida y está influenciado por su naturaleza **(Oviedo-Boyso et al., 2007)**.

La inmunidad natural, innata o propia del organismo prevalece durante la fase inicial de la infección y es mediada por macrófagos, neutrófilos, las células propias del tejido afectado y por las citoquinas. Tiene la facultad de reconocer y dar respuesta al ataque de diferentes tipos de patógenos, aunque estos se encuentren invadiendo la glándula mamaria por primera vez. Así mismo, la respuesta innata es de vital importancia en el control de la proliferación del microorganismo patógeno y en la eliminación de gérmenes que atacan la glándula mamaria y se relaciona con la respuesta inmune adquirida para formar el mecanismo particular de memoria.

La respuesta inmune adquirida tiene la función de reconocer y eliminar los patógenos, donde su acción incrementa la actividad antimicrobiana. La eficiencia de la capacidad de la respuesta es el factor determinante del grado de susceptibilidad o de la resistencia de la enfermedad por parte de la glándula mamaria **(Oviedo-Boyso et al., 2007)**.

a) Mecanismos no inmunológicos

La glándula mamaria contiene agentes bacteriostáticos inespecíficos que actúan independientemente o en compañía de inmunoglobinas. Uno de estos factores es la proteína lactoferrina producida en las células epiteliales y los fagocitos de la glándula mamaria; su concentración es baja, aumenta durante la involución de la glándula mamaria o cuando se presenta una inflamación. Su función más importante es salvaguardar la glándula mamaria de infecciones por coliformes, sobre todo, en su fase de incubación, debido a la aceleración de la fagocitosis y la activación del sistema complemento **(Oviedo-Boyso et al., 2007)**.

La primera barrera de defensa contra los microorganismos patógenos causantes de la inflamación de la glándula mamaria está constituida por el canal del pezón y la piel. Cuando la glándula mamaria está sana, la oportunidad de sobrevivencia de los agentes patógenos es limitada. La capa córnea de la piel puede sufrir cambios en el contenido de ácido láctico, ácidos grasos libres y aminoácidos, la cual deja la piel susceptible al ataque de microorganismos patógenos, causantes de infecciones en bovinos. Es por el canal del pezón por donde ingresan la mayor parte de los patógenos a la glándula mamaria, lo que indica que cualquier daño en esta estructura dara como resultado un incremento en la incidencia de mastitis **(Meglia y Mata, 2001)**.

La resistencia que posee la glándula mamaria se debe en gran parte a que el canal del pezón está rodeado con queratina, proporcionando una barrera física adicional, previniendo la migración bacteriana hacia la cisterna de la glándula mamaria. Los ácidos grasos esterificados y no esterificados (mirístico, palmitoleico y linoleico) actúan como bacteriostáticos y se encuentran unidos a la queratina. Incluso algunas proteínas catiónicas asociadas a la queratina pueden adherirse a microorganismos patógenos causantes de mastitis, desarrollando susceptibilidad a cambios osmolares (**Oviedo-Boyso et al., 2007**).

b) Mecanismos Inmunológicos

Los mecanismos inmunológicos solubles se clasifican en complemento (proteínas activadas que poseen diversas funciones inmunológicas) y las inmunoglobulinas (**Meglia y Mata, 2001**).

En la glándula mamaria se encuentran 4 clases de inmunoglobulinas (IgA, IgE, IgG, Ig1, Ig2 e IgM) las cuales son producidas por esta o se derivan del torrente sanguíneo (**Laegreid et al., 2002; Clawson et al., 2004., citados por Liu et al., 2009**). Las concentraciones de inmunoglobulinas (IgA, IgM, IgG) son variables y se incrementan durante los procesos infecciosos (mastitis) debido a la producción de neutrófilos polimorfonucleares. En caso de que haya una invasión fuerte de bacterias se verá aumentado el número de granulocitos de los vasos sanguíneos, así como también el número de células somáticas en la leche (**Wolter et al., 2002**).

El complemento está formado por una serie de proteínas que, al ser activadas, ejercen diversas funciones inmunológicas, tales como opsonización de microorganismos, quimiotaxis de neutrófilos y lisis de bacterias. Recientemente, se ha señalado que el complemento puede actuar modulando la respuesta inmune. Sin embargo, tiene una función muy limitada en la protección de la glándula mamaria ya que se encuentra más concentrado en el suero de la leche y viene en la sangre como respuesta a una inflamación. Su concentración en la glándula mamaria depende del período de lactancia y del nivel de infección; se encuentra en el calostro, leche con mastitis y al final de la lactancia normal su concentración es elevada (**Meglia y Mata, 2001**).

3.5. Tratamiento en el Control de la Mastitis Subclínica

Las medidas de tratamiento y control para combatir la mastitis se deben realizar rigurosamente ya que las vacas enfermas de mastitis subclínica constituyen una fuente de infección para los animales sanos del hato (**Bedolla y Castañeda, 2004; Valera et al., 2005**).

La mastitis subclínica es la forma más peligrosa de mastitis ya que esta no presenta sintomatología definida que permita su diagnóstico oportuno, lo que trae como consecuencia el diagnóstico tardío de la enfermedad, haciendo difícil que los animales respondan positivamente al tratamiento (**Bedolla y Castañeda, 2004**).

También, las fallas a nivel del plan de prevención, control y tratamiento de la mastitis, además de la falta de alternativas de tipo terapéutico se ven reflejadas en grandes pérdidas económicas, cuyo resultado es la baja producción de leche, mala calidad de la misma y la reducción de la rentabilidad de la explotación (**Valera et al., 2005**).

Si bien existe una gran variedad de medidas de control de la enfermedad, la terapia con antibióticos (gentamicina, oxacilina, ampicilina) desempeña un papel determinante en la eliminación de la mastitis bovina (**Neave y col., 1969; Zecconi y col., 2003**).

El tratamiento antibiótico de las vacas con mastitis subclínicas da lugar a menos posibilidades de desarrollar mastitis clínicas en estadios más tardíos de la lactación. Además, el tratamiento temprano produce una menor diseminación de las bacterias causantes de mastitis en las explotaciones. La presión de infección es más reducida si el tratamiento se combina con otras medidas como la desinfección de las ubres (<http://www.agromeat.com>). Con la aplicación de antibióticos, se observa una reducción evidente de las células somáticas y del número de cuartos infectados (**Mc Dermott et al., 1983; Holmes y More, 1983**).

3.6. Niveles de Infestación

Para el diagnóstico de mastitis en un hato lechero es de vital importancia el monitoreo permanente, el cual cuenta con varios tipos de prueba, entre las principales están: pruebas de campo, en tanque y de laboratorio, siendo las dos primeras las más utilizadas en nuestro país.

A continuación, se describe la prueba de campo que se utilizó en este estudio para determinar los respectivos niveles o grados de infestación de la mastitis subclínica.

3.6.1. Pruebas de campo

Entre estas tenemos, prueba de Mastitis California (CMT), prueba de palpación, prueba de Wisconsin, prueba con papel indicador, prueba de fondo negro. Sin embargo, para efectos de este estudio se describirá la palpación de la ubre y la prueba de California (CMT).

a) Palpación de la ubre

La inspección de la ubre puede revelar engrosamientos o estrechamientos de algunos de los cuartos, alteraciones de la piel y pezón, así como, lesiones traumáticas. Con la palpación de la ubre y del pezón, se aprecian endurecimientos y zonas dolorosas. En la zona de transición de la cisterna mamaria al canal del pezón pueden observarse estrechamientos (aumento del grosor del epitelio) que originan trastornos en la emisión de leche (**Kleinschroth et al., 1991**).

Si hay una inflamación aguda, el cuarto correspondiente aparece aumentado de tamaño, es doloroso y muestra enrojecimiento con elevación de la temperatura; lo cual se debe comprobar midiendo la temperatura, considerándola elevada a partir de 39°C (**Kleinschroth et al., 1991**).

b) California Mastitis Test (CMT)

Uno de los mejores caminos para detectar el índice de mastitis es el CMT - California Mastitis Test (**Marshall y Edmondson, 2005**).

La prueba de CMT es una prueba de campo de fácil manejo y buena sensibilidad que se fundamenta en la capacidad que tiene el reactivo Lauril Sulfato de Sodio para reaccionar con el DNA celular produciendo viscosidad directamente proporcional al número de células somáticas presentes en la muestra de leche (**Marshall y Edmondson, 2005**).

El CMT mide en forma indirecta el número de células somáticas / ml. Normalmente la leche de una glándula mamaria sana tiene menos de 100.000 cel/ml, donde el 80% de las células son macrófagos y el 20% o menos corresponden a neutrófilos (**Mellenberger, 2000**). Se considera que al medir la cantidad de células de un cuarto o la mezcla de los cuatro cuartos de una vaca, la cantidad menor o igual a 100,000 CCS/ml indica un buen estado de salud (**Quintana, 2006**).

Una vez que la vaca está lista para ser ordeñada con pezones limpios y secos, se escurren los 3 ó 4 primeros chorros de leche de cada pezón en los compartimentos de la bandeja apropiada. Luego, se inclina la bandeja en un ángulo de 60° para igualar la cantidad de leche en cada uno (deben quedar entre 2 y 4ml de leche). Posteriormente, se agrega una cantidad igual de reactivo y se inicia un proceso suave de agitación por rotación durante 15 a 20 segundos. Se procede a leer e interpretar la prueba de inmediato.

Existen algunas normas de clasificación relacionadas con el registro de la mastitis subclínica y según **Mellenberger (2000)**, la interpretación de la prueba de CMT es analizada de la siguiente forma de acuerdo al grado de mastitis que presenta:

Negativo: No hay precipitado, por lo tanto, no hay infección.

Trazas: Ligera precipitación que desaparece al agitar, en este caso es necesario comparar una mama con la otra; si presentan algo de precipitación, no se considera infección. En cambio, si solamente una mama presenta infección se considera infectada.

Tipo 1 o leve: Existe una ligera agitación con algunos filamentos grumosos que al mover la paleta por unos 20 segundos los grumos tienden a desaparecer. No existe la formación de gel.

Tipo 2 o moderado: Formación de gel con apariencia de una clara de huevo.

Tipo 3 o severo: Formación de gel rápido que no pierde la forma a pesar de la agitación.

Los tipos 1, 2 y 3 son grados crecientes de mastitis subclínica. También, se pueden tomar en cuenta los grados 4 y 5 dentro de la clasificación de la prueba de California Test para facilitar el registro. Así el grado 4 se refiere a mastitis clínica y el 5 es de mastitis crónica, en cuyo caso el animal ha perdido el cuarto (**Cordero y Salas, s.f.**). Por lo tanto, al realizar el diagnóstico de mastitis, a medida que se incrementa el valor asignado al resultado de la prueba CMT, aumenta la probabilidad de infección (**Ferraro, Scaramelli y Troya, 1999**).

Cuadro 5. Interpretación de los resultados de la prueba de CMT

Grado de CMT	Rango de Células Somáticas	Interpretación
N (Negativo)	0 – 200,000	Cuarto Sano
T (Trazas)	200,000 – 400,000	Mastitis Subclínica
1	400,000 – 1,200,000	Mastitis Subclínica
2	1,200,000 – 5,000,000	Infección Seria
3	Más de 5,000,000	Infección Seria

Fuente: Mellenberger (2000)

3.6.2. Pruebas en Tanque

Se refiere al recuento de Células Somáticas del tanque (RCS-T).

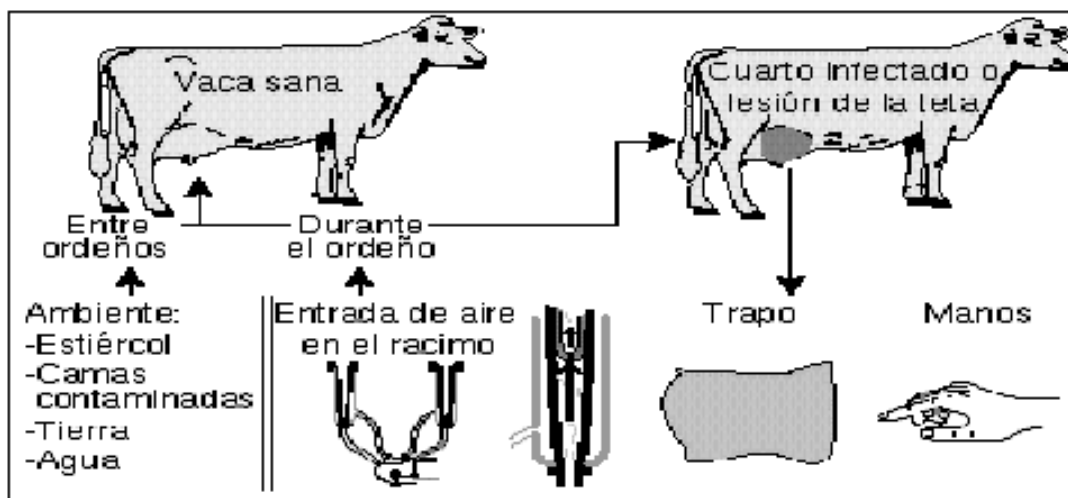
3.6.3. Pruebas de Laboratorio

Entre estas tenemos, recuento de células somáticas (RCS), cultivos microbiológicos, caracterización del microorganismo, pruebas de sensibilidad antimicrobiana.

3.7. Manejo Higiénico-Sanitario del Proceso de Ordeño

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

Figura 1. Tres de las principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño



Fuente: Díaz 2006

Las buenas prácticas de producción de leche cruda se enfocan en la obtención de leche sana, del ordeño de vacas sanas, que cumpla con las expectativas de los consumidores, alimentadas adecuadamente, bajo condiciones aceptables de bienestar y en equilibrio con el medio ambiente. Estas se dividen en tres aspectos principales: manejo del pre-ordeño, ordeño y post-ordeño **(Bedolla, 2012)**.

3.7.1. Pre-ordeño

En esta etapa se da el arreo de las vacas, por lo cual se debe brindar un ambiente tranquilo y confortable, mantener una buena actitud por parte del personal que arrea a las vacas y no se debe maltratar a los animales. Es necesario evitar la presencia de personas extrañas en el manejo de las vacas. Se debe considerar que son animales de hábito, por lo que un cambio en los procedimientos rutinarios, puede causar estrés. Se aplican todas las normas necesarias para la higiene del ordeñador, de las instalaciones y los pezones (despunte) **(Bedolla, 2012)**.

Cuando se presenta mastitis en un hato lechero, se recomienda un orden fijo en el ordeño, el cual está determinado por la salud de las ubres **(Cedeño, Vázquez y Wolter, 2013)**, donde se deben ordeñar:

1. Vacas sanas al inicio
2. Vacas sospechosas
3. Vacas con problemas de mastitis

Por otra parte, el personal que labora en la zona de ordeño, constituye uno de los elementos más importantes en el modelo de producción, sin embargo, es poca la atención que la administración de los establos pone en la selección y supervisión de este personal **(Ávila y Gutiérrez, 2004)**.

Las personas que participan en el ordeño son el ordeñador y el enrejador donde cada uno debe tener claro sus funciones. El enrejador debe hacer pasar el ternero al corral, dejar que se pegue a la vaca y enrejarla, pero no debe nunca ordeñar **(Dávila y Ramírez, 2005)**.

3.7.2. Ordeño

Durante el proceso de ordeño, se recomienda el uso de soluciones desinfectantes para limpiar los pezones, pero sumergir los trapos y esponjas en la solución desinfectante no garantiza la muerte de las bacterias presentes en los mismos. Por ello, ya que no se debe usar el mismo trapo o esponja para lavar o secar a todas o varias vacas dicha práctica favorecerá la diseminación de las bacterias de una vaca a otra. Lo correcto es usar un trapo o toalla de papel desechable para secar cada vaca.

3.7.3. Post-ordeño

a) Sellado de pezones

Luego del ordeño, el canal del pezón permanece dilatado por una o dos horas e inclusive, el canal del pezón dañado puede permanecer parcialmente o permanentemente abierto. Los organismos del ambiente (materia fecal, cama, etc.) o aquellos que se encuentran en lesiones de la piel, en la punta del pezón, pueden invadir fácilmente y abrir total o parcialmente el canal (**Acevedo, J.; Hernández, C., 2008**).

Las investigaciones indican que el grado de nuevas infecciones puede disminuir en más del 50% cuando un desinfectante adecuado se utiliza para sumergir o rociar los pezones completamente. El sellado de pezones post-ordeño es más efectivo contra *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*, las dos bacterias productoras de mastitis más contagiosas. De esta manera, el sellado de pezones no afecta las infecciones existentes (**Wattiaux, 2011**).

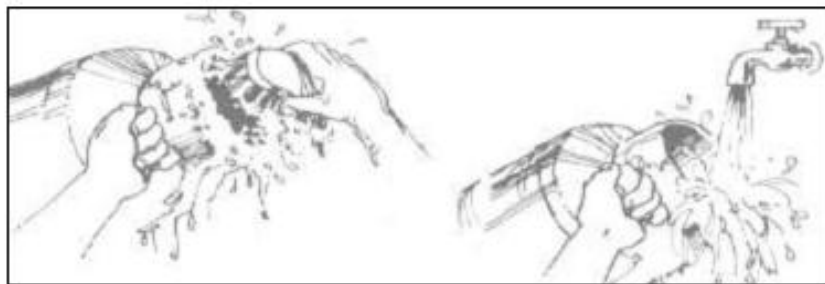
El control de mastitis ambiental se obtiene disminuyendo la exposición de la punta del pezón a patógenos potenciales o por el aumento de la resistencia de las vacas a los patógenos causantes de mastitis (**Una Práctica Mirada a las mastitis ambientales, Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian. Volume 9, No. 10. 1987. p. F342**).

La eliminación de vacas es necesaria para el control de la mastitis por micoplasma y juega un papel muy importante para reducir el número de vacas infectadas con *Staphylococcus aureus* en un rebaño. Al descartar vacas con mastitis crónica y que no responden al tratamiento, se elimina una fuente de contaminación de bacterias contagiosas (vacas infectadas), reduciendo el riesgo de infección para otras vacas. (**Escobal, et. al, s.f.**)

b) Higiene del equipo de ordeño

La correcta higiene del equipo de ordeño (máquina, tanque y utensilios) es fundamental para asegurar la calidad de la leche. El aumento de la carga bacteriana se debe en un 95% a la higiene de los equipos.

Figura 2. Limpieza de tanques



Fuente: Díaz 2006.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Características de la Unidad de Producción

4.1.1. Ubicación y Lugar de Estudio

El estudio se realizó en la finca Los Peiranos, la cual está geográficamente localizada en el Km 66.5 carretera Nandaime-Rivas (Granada), con latitud 12°92', longitud 60°97' y altitud de 76 msnm. Su propietaria es Doña Letzbia Martínez vda. de Peirano.



Foto 1. Finca Los Peiranos

4.1.2. Condiciones Ecológicas

Corresponden a una zona del trópico seco, con una precipitación promedio anual de 1527 mm y un suelo de topografía plana, de tipo vertisol. Los suelos vertisoles son aptos para el cultivo de arroz y musáceas (plátano y banano), sin embargo, algunos especialistas no lo recomiendan para producción ganadera.

4.1.3. Descripción de la Finca

El Rancho Los Peiranos tiene un área aproximada de 220 manzanas, la cual está dividida en varios potreros y áreas de siembra de varios pastos nativos. Es una finca de doble propósito, lo cual indica que se dedica a la producción de carne y leche. El tipo de ganado predominante es el cruce de Reina con otros genotipos indefinidos, el cual está dividido en las siguientes categorías:

Cuadro 6
Categorías del ganado según inventario (Rancho Los Peiranos)

	Categoría	Cantidad
Ganado de Producción	Vacas en producción (recién paridas y lactantes)	64
	Vacas gestantes secas y vaquillas próximas al parto	18
	Terneras lactantes (en pie)	37
	Terneros lactantes (en pie)	27
	Toros para monta	1
	Bueyes para trabajo	2
Ganado Vacuno	Terneros destetados (1 año)	32
	Terneras destetadas (1 año)	20
	Vaquillas de Vientre (150-200 kg)	13
	Vaquillas (>200 kg)	10
	Toro para monta	1
	Bueyes para trabajo	2
	TOTAL	227

4.1.4. Manejo y Alimentación de los animales

El ordeño manual (4:00 a 6:30 AM) se realiza con apoyo del ternero y constituye una de las actividades de manejo durante el día. Posterior al ordeño, los terneros son apartados de la madres y se alimentan con pasto mediante el sistema de pastoreo extensivo y pollinaza en la tarde (4:00 PM), después de venir de los potreros. El tipo de servicio es por monta natural, llevando un control en la consanguinidad del hato.

El plan sanitario consiste en baños para el control de ectoparásitos, desparasitaciones y vitaminación (AD₃E & Coloidales). Los terneros recién nacidos reciben calostro por una semana y se identifican con tatuajes.

El alimento proporcionado a las vacas lecheras lo constituye el pastoreo rotacional, así como, pollinaza y melaza como suministros externos.

4.1.5. Suelos Vertisoles presentes en la finca

Los suelos vertisoles se caracterizan por ser suelos de difícil manejo, debido a que cuando se humedecen, estos se expanden y en períodos secos, se endurecen y agrietan. Esto provoca restricciones al uso agrícola debido a la contracción y la expansión. Tienen un elevado riesgo de inundación en invierno, no obstante, están cubiertos con pasturas, constituyendo buenas áreas pastoriles ya que tienen de mediano a alto contenido de nutrientes pero el manejo de las mismas es complicado (http://html.rincondelvago.com/suelos_1.html; MAG, 2013).

Tomando en cuenta las características de suelo, es así que en Los Peiranos, la situación es la siguiente: este tipo de suelo ha demostrado ser no apto para producción ganadera ya que impide la movilización tranquila del animal, dificulta la siembra y corte de forrajes para alimentación del ganado. En invierno se torna muy lodoso, lo que facilita que el vientre y las ubres de las vacas rocen el suelo, provocando lesiones y enrojecimiento.

4.2. Diseño Experimental

Para este trabajo de investigación que tiene por título “**Determinación de la Prevalencia de Mastitis Subclínica en ganado Reyna, Rancho Los Peiranos, Nandaime, Granada**”, tiene por objetivo determinar los factores que influyen en la prevalencia de mastitis en la unidad de producción Rancho “Los Peiranos”, el cual está ubicado en el Km 66.5 carretera Nandaime-Rivas (Granada).

Se determinó realizar una valoración diagnóstica acerca de la situación de las hembras con mastitis, donde se seleccionaron hembras de raza Reyna cruzado, de varios partos (hasta 10) y en distintos niveles de producción (generalmente 4-8kg/día ó 3.88-7.77 lts/día). De igual manera, se tomaron en consideración los factores medioambientales, del manejo higiénico-sanitario, así como aquellos asociados a las hembras en producción, entre los cuales se tienen, la edad, número de parto, etapa de lactancia, producción de leche y presencia o ausencia de ternero. Por lo cual, se establecieron formatos para la recolección de datos que se aplicaron durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre (**Anexo 1 y 2**).

Para la colecta de los datos, se diseñaron los siguientes formatos:

1. Formato 1: Guía de recolección de datos poblacionales y muestrales para la prevalencia de la mastitis (**Anexo 1**).
2. Formato 2: Guía de recolección de datos específicos relacionados al diagnóstico de mastitis (**Anexo 2**).

Esta guía tiene por objetivo brindar los detalles acerca del diagnóstico de la mastitis de cada una de las vacas, además de obtener sus datos individuales como meses de lactancia y tratamiento a aplicar. Se utilizó tanto para recolectar información de las vacas afectadas, así como de las sanas.

Para la determinación de la prevalencia de mastitis subclínica y aplicación de tratamiento durante los muestreos, se utilizó la técnica de CMT y se contó con los siguientes materiales (Ver Cuadro 7):

No.	Materiales	Presentación
2	Paleta para CMT	Comercial
4	Agua pura	1 Litro
1	Reactivo California Mastitis Test (CMT)	476ml
4	Antibióticos:	
4.1	Triffect Forte (Penicilina)	Frasco 12 millones U.I.
4.2	Pentagal (Penicilina)	Frasco 6 millones U.I.
4.3	Gentavet (Gentamicina)	Frasco 40ml
4.4	Masticen (Cloxacilina)	Jeringa 10ml
4.5	Masticilin (Neomicina)	Jeringa 10ml

Cuadro 7. Descripción de materiales

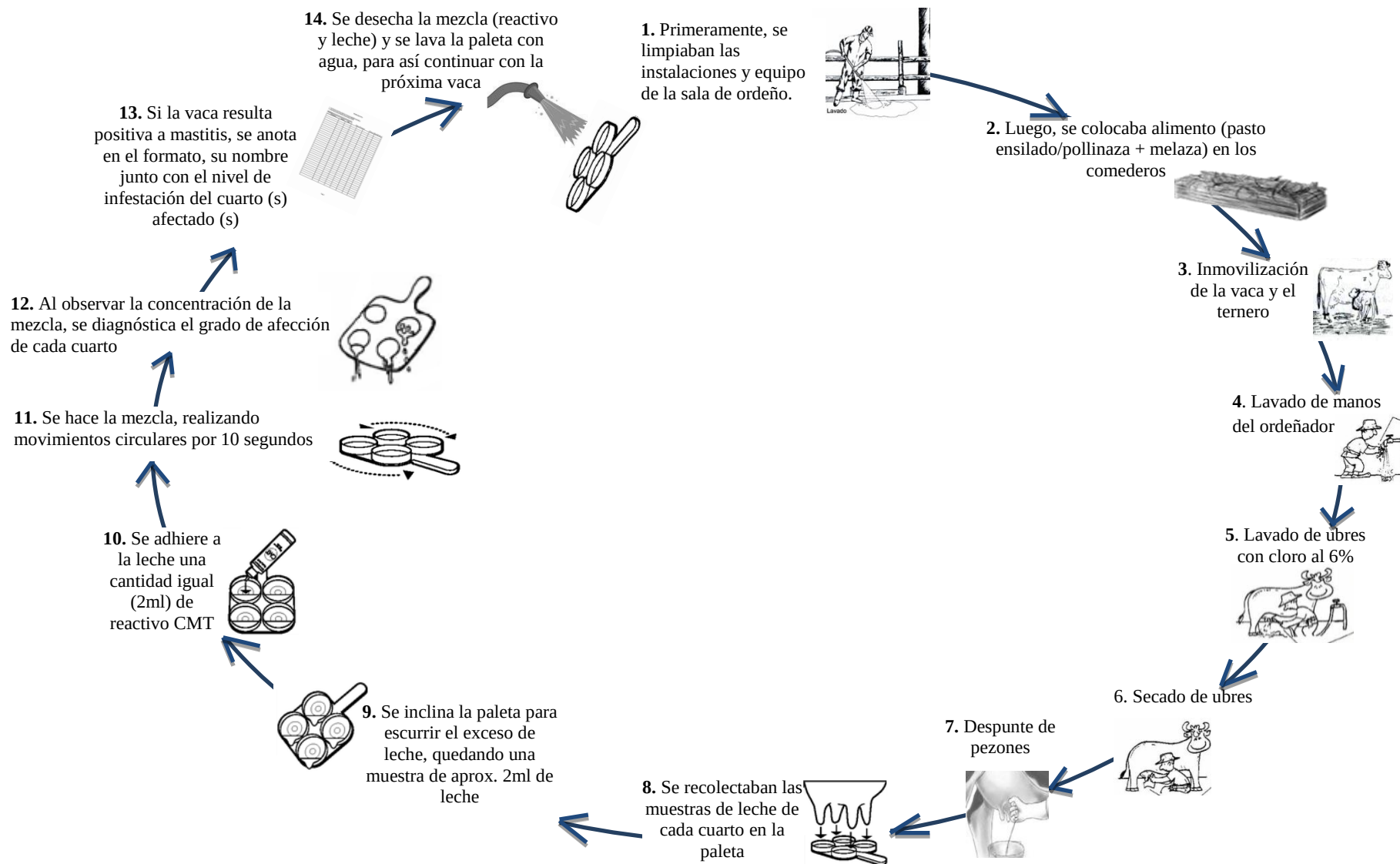
4.2.1. Tamaño de la muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra, se contó con una población de 65 vacas lactantes y 18 vacas afectadas. Se consideraron como variables: 1) El haber tenido al menos un parto y 2) que estuviese en período de lactación. Así, con estos parámetros, se seleccionaron todas aquellas que se encontraron afectadas con mastitis subclínica.

4.2.2. Fase de campo

Ya en la fase de campo donde se debía identificar las hembras con mastitis subclínica, se aplicó el California Mastitis Test (CMT), la cual constituía los Muestreos Generales y Específicos. Los Muestreos Generales (M. G.) fueron considerados aquellos que se hacían a todas las vacas en producción, determinándose así en este grupo las vacas sanas y enfermas, mientras que los Muestreos Específicos (M.E.), se realizaban solamente a las vacas diagnosticadas con mastitis en el M. G. Así, los datos de estos muestreos fueron recolectados en formato diseñado para ello. **En la Figura 3 se muestra la técnica de CMT para la toma de muestra y diagnóstico de la mastitis.**

Figura 3. Flujograma de toma de muestra para el diagnóstico de mastitis subclínica en la finca “Los Peiranos”



4.2.2.1. Procedimiento para la toma de muestras y diagnóstico de la mastitis

La técnica CMT que se realizaba una vez al mes constaba de dos pruebas consecutivas, siendo la primera para el Muestreo General (M.G.) la que se realizaba en el Día 1 y la segunda para el Muestreo Específico (M.E.) realizada en el Día 2. Las pruebas realizadas se ejecutaban de la misma manera para el diagnóstico de mastitis, no obstante, se llevaban a cabo otras actividades que eran las que marcaban la diferencia entre los días, entre estas tenemos: la obtención de datos asociados a las vacas que salían afectadas, revisión de su historial clínico haciendo uso de los registros que se llevaban en la finca y selección de vacas para los M.E. en el Día 1, además de, hacer el diagnóstico definitivo y designación del tratamiento. Estas actividades interfirieron tanto en el diagnóstico como aplicación de tratamiento y seguimiento de la mastitis.

1. Pasos para la toma de muestras y diagnóstico de mastitis en los Día 1 y 2

Día 1:

En la mañana de este primer día se realizó la primera prueba de mastitis, en horario de 4 a 6 de la mañana. Esta se aplicó a toda la población de vacas recién paridas y lactantes, donde toda aquella que resultaba positiva en uno o varios cuartos, se le repetía la prueba.

Al finalizar la prueba de este primer día, se determinó lo siguiente: meses de lactancia al revisar la fecha del último parto, revisión del historial clínico de las vacas afectadas para ver su reincidencia, la presencia o ausencia de ternero y finalmente se analizó cualquier dato que pudiera interferir con el diagnóstico, entre los cuales tenemos, anormalidades en la leche, sensación de dolor y cualquier situación de estrés. Al mismo tiempo, se tomaron en consideración los siguientes factores para la realización del M.E. en el Día 2:

1. No se tomaron en cuenta vacas que tuvieron menos de 1 semana de parida (7 días).
2. No se tomaron en cuenta vacas de más de 10 meses de parida.

Procedimiento para toma de muestra y levantado de la información

1. Una vez que la vaca estuvo lista para ser ordeñada con los pezones limpios y secos, se realizaba el despunte, el cual consistía en extraer los primeros chorros de leche de cada pezón.
2. Luego, se recogía las muestras de leche de cada cuarto, la cual debía ser de 2 ml aproximadamente. La paleta tenía cuatro depósitos, donde cada uno tenía grabado las letra A, B, C o D. Estas correspondían a la ubicación de cada uno de los cuartos mamarios, así:

A: Representaba la muestra de leche perteneciente al cuarto delantero derecho (DD)
B: Representaba la muestra de leche perteneciente al cuarto trasero derecho (TD)
C: Representaba la muestra de leche perteneciente al cuarto delantero izquierdo (DI)
D: Representaba la muestra de leche perteneciente al cuarto trasero izquierdo (TI)

3. En general, la muestra de leche era de más de 2ml, por lo que posteriormente se escurría la cantidad de leche restante, al inclinar la paleta suavemente, para dejarla caer en un recipiente. Así, se obtenía la cantidad de leche necesaria en cada uno de los depósitos de la paleta.
4. Se vertió el reactivo CMT a cada una de las muestras. Al igual que la leche, la cantidad de reactivo debía ser de 2ml aproximadamente. Posteriormente, se hizo la mezcla realizando movimientos circulares de manera suave por no más de 10 segundos, observándose la formación de gel o grumos.
5. Se diagnosticó el grado de afección de cada uno de los cuartos, los cuales estaban normalmente estandarizados de la siguiente manera:

5.1. Negativa: la mezcla tenía una consistencia fluida, sin ningún tipo de viscosidad o sedimento. Así, una vaca con un cuarto sano, estaba codificado, por ejemplo, por C⁻, lo que significaba que el cuarto C era negativo.

5.2. Mastitis leve: la mezcla se mostraba viscosa o de consistencia ligera. Por ejemplo, C^o significaba que el cuarto C se diagnosticaba con mastitis leve.

5.3. Mastitis moderada: la mezcla se volvía espesa y tendía a formar una sustancia gelatinosa. Por ejemplo, C^p significaba que el cuarto C se diagnosticó con mastitis moderada.

5.4. Mastitis severa: la sustancia formaba un pico gelatinoso o bien espeso en el centro, el cual no perdía la forma, incluso después del cese de los remolinos. Por ejemplo, C⁺ significa que el cuarto C se diagnosticó con mastitis severa.

La mastitis leve, moderada y severa son indicadores de mastitis sub-clínica.

5.5. Mastitis clínica: la vaca mostraba un signo clínico como anormalidades en la leche (por ejemplo, grumos amarillos), inflamación o sensación de dolor. Estaba codificada por C^c y se anotaba en observaciones el signo clínico encontrado.

6. Se escribió en el formato correspondiente el nombre de la vaca junto con el cuarto(s) afectado(s) y el nivel de afectación de estos. Adicionalmente, se registró en Observaciones (Obs) cualquier característica individual de la vaca o particularidad encontrada que influyó con el diagnóstico. Entre estas teníamos: amaneció lloviendo, leche amarilla con grumos, cuarto obstruido, si la vaca era recién parida (<7 días) y por último, si no tenía ternero.
7. Cuando finalizó el ordeño y se habían obtenido los diagnósticos correspondientes de las vacas en producción, se revisaron las fechas de parto de cada uno de las hembras (sanas y enfermas), con propósitos comparativos.

Era indispensable conocer los meses de lactancia de las vacas afectadas, lo que posteriormente influenció en determinar el diagnóstico definitivo y tratamiento. Este dato se agregó al formato y para esto se codificó a los meses como *m* y a la semana como *sem*, así, si una vaca tenía 3 meses y 1 semana de parida, se escribía *3m* (91 días) *1sem* (7días).

También, se revisó el historial clínico de las vacas diagnosticadas, a las cuales se les dio seguimiento. A las hembras que salieron positivas el Día 1, se les repitió la prueba CMT el Día 2, tomando en cuenta los criterios previamente mencionados.

Con estas dos últimas actividades terminó el procedimiento del diagnóstico y levantado de la información en el Día 1 (**Anexo 2, Formato 2 para levantado de la información en el Día 1**).

DIA 2

Se realizó la segunda prueba (M.E.) solo con las vacas que cumplieron con los criterios de selección y que habían resultado positivas o con algún grado de afección de mastitis en el Día 1.

Pasos para el muestreo y levantado de información el Día 2:

1. Se realizó el mismo procedimiento antes mencionado, para la toma de muestras y diagnóstico de la mastitis. No se volvió a revisar la fecha de parto.
2. Al igual que en el Día 1, se anotaron los datos del segundo diagnóstico realizado en el Día 2. Esta información se agregó al formato.
3. Al finalizar el segundo muestreo, se compararon los dos muestreos y se tomaron decisiones acerca del diagnóstico definitivo y tratamiento a utilizar según el caso. La elección del tratamiento se basó en los meses de lactancia, nivel de infestación, tratamientos previos, historial clínico y costos.

De esta manera, a vacas que no eran reincidentes, de pocos meses de lactancia y niveles de infestación leve o moderado, se curaban eficientemente con Gentamicina (Gentavet), Cloxacilina (Masticen) y Neomicina (Masticilin), según el caso. En cambio, vacas reincidentes, altas productoras en su mayoría, con muchos cuartos afectados y altos niveles de infestación (severo), se les trataba con Penicilina (Pentagal o Triffect Forte), ya que este medicamento ha resultado efectivo en estos casos, pero implican mayores costos (**Cuadro 9 en Anexos**).

4. Luego, se dio tratamiento a las vacas infestadas y una semana después de aplicado el tratamiento, se realizó una evaluación de este haciendo uso del CMT y se determinó si la vaca se curó, disminuyó su nivel de infestación ó reincidió, dándole así un seguimiento a la enfermedad.

Todo este procedimiento, desde los muestreos hasta la evaluación de tratamiento y seguimiento de la enfermedad, tomó alrededor de un mes. Después, se volvió a comenzar con la dinámica de los muestreos y así se continuó sucesivamente. **Se utilizó el mismo formato del Día 1 para la obtención de datos en el Día 2 (Anexo 2, Formato 2).**

4.2.2.2. Pesaje de leche

Para llevar un control más específico de la cantidad de leche que produce cada vaca, se realiza el pesaje de leche mensualmente. Cada vaca se ordeña completamente y la leche se colecta en un recipiente vacío. Luego, se pesa la cantidad producida en libras utilizando una pesa comercial.

Posteriormente, se apunta el nombre de la vaca, las libras producidas y el nombre del ordeñador. La leche ya pesada es colocada en pichingas, dejando vacío el recipiente para comenzar nuevamente con la próxima vaca.

Al finalizar todo el pesaje, las libras se convierten a kilogramos y estos a su vez, se pasan a litros si se desea. Todo este procedimiento se realiza con cada vaca lactante, donde la cantidad de leche producida de cada una se guarda en la ficha de registro reproductivo de cada animal **(Ver ficha de registro reproductivo de las vacas en Anexos).**

4.2.2.3. Manejo higiénico-sanitario del ordeño

Las condiciones higiénicas-sanitarias se evaluaron de acuerdo a las Buenas Prácticas de Ordeño. Posteriormente, se describe la técnica de ordeño ideal **(Figura 4)**, la cual muestra todas las actividades que se deben realizar antes, durante y después del ordeño según organizaciones como la OMS, FAO, NMC, Las Buenas Prácticas de Ordeño, Serie Cuaderno de Campo (Ordeño Limpio).

Por otra parte, en el **Cuadro 8**, se muestran las anomalías acerca del manejo del ordeño de la unidad de producción “Los Peiranos”, donde se pueden detectar las posibles fuentes de transmisión y los factores que interfieren en la presentación de la mastitis.

Diversos estudios demuestran que las infecciones se transmiten desde vacas infectadas hacia vacas no infectadas durante el ordeño a través del equipo, de las manos del ordeñador si están contaminadas, y de los elementos empleados para la limpieza de los pezones, como son trapos o esponjas que se usen para más de un animal **(Mellenberger y Kirk, 2012)**

También, existen diversos tipos de microorganismos, como el *Corynebacterium bovis*, que puede ser transmitido por material o equipo contaminado de una glándula mamaria enferma a otra durante la práctica de ordeño **(Ávila y Gutiérrez, 2004).**

4.3. Análisis Estadístico

En el análisis estadístico se determinaron las distribuciones de frecuencia, de media aritmética con media de tendencia, las que posteriormente se graficaron en promedio y distribución del tiempo. Para esto se utilizaron los programas computacionales de Microsoft Excel 2010 y Microsoft Access 2010, lo que logró consensuar la base de datos y así, elaborar los diferentes gráficos.

4.3.1. Prevalencia de mastitis

El término de prevalencia se refiere a la cantidad de la enfermedad presente en una población conocida durante un periodo de tiempo determinado, sin distinguir los casos nuevos de los antiguos (**Trhusfield, 1990**). El porcentaje de prevalencia se calculó dividiendo el número de vacas en ordeño sobre el número de vacas muestreadas (afectadas) multiplicando por cien, para lo cual, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%prevalencia = \frac{nvacasordeño}{nvacasmuestreadas} \times 100$$

La prevalencia fue determinada mensualmente durante todo el estudio, tomando en cuenta los controles mensuales de la enfermedad y la información contenida en los registros. Estos datos permitieron analizar descriptivamente la distribución de casos de mastitis subclínica según la edad, número de parto y etapa de lactancia.

Cuadro 8. Anomalías del ordeño higiénico-sanitario y salud en “Los Peiranos”

Actividades Pre-ordeño	Actividades del Ordeño	Actividades Post-ordeño
1. Se encuentran animales (perros y gallinas) presentes durante el ordeño.  2. El orden de entrada a la sala de ordeño es inadecuada, tanto las vacas enfermas como sanas entran por igual.  3. No se observa el estado de la ubre y pezones, a menos que la vaca presente signos clínicos como dolor.  4. La inmovilización (amarre y enrejado) es realizada por el ordeñador, lo que es inadecuado.  5. Los ordeñadores usan la misma toalla para secar entre vaca y vaca. 6. Después del secado, los ordeñadores colocan la toalla en las rodillas o la guindan en la manga. 7. No se desechan los primeros chorros de leche al momento del despunte. 	1. Se realiza el ordeño cruzado, el cual no es recomendado. 	1. No se realiza sellado de pezones  2. Luego del ordeño, se colecta la leche en recipientes de acero inoxidable como en baldes de plástico. Además, se mezcla la leche de vacas sanas con la de las enfermas. 

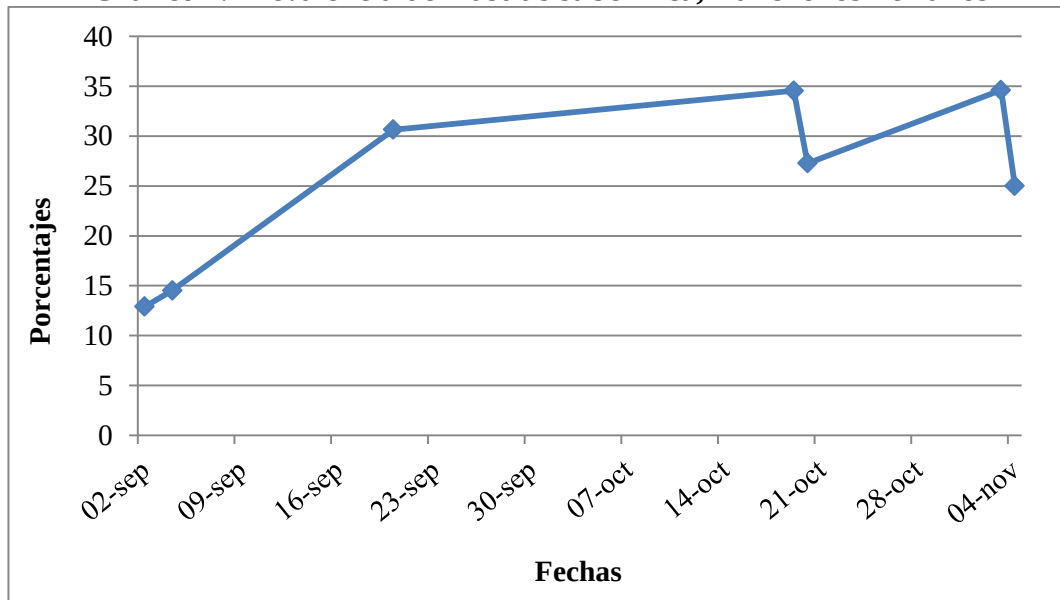
V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Prevalencia de mastitis subclínica

En general, la situación de la mastitis en Nicaragua se desconoce y ha sido poco evaluada. Sin embargo, algunos estudios realizados demuestran que los porcentajes de mastitis subclínica son altos y que existen graves deficiencias en la rutina, manejo del ordeño y aplicación de las medidas de control de la enfermedad (**Armenteros et. al, 2004; FUNICA, 2008**). La prevalencia de mastitis subclínica puede ser variable en los establos, lo que se puede atribuir al manejo sanitario durante el ordeño y a la higiene de las instalaciones (**Sharif y Ahmed, 2007**).

Existen varios patógenos bacterianos causantes de mastitis, como el *Staphylococcus aureus*, que son muy prevalecientes y una vez establecido en la glándula mamaria es muy difícil de erradicar (**Sordelli et al., 2000, México**). Por lo tanto, es indispensable la utilización de terapia antibiótica en la mastitis subclínica, lo cual disminuye la severidad de la enfermedad en los cuartos tratados y afectados, luego del diagnóstico de mastitis y su posterior evaluación con el CMT (**Ruíz J., 2011**).

Gráfico 1. Prevalencia de mastitis subclínica, Rancho los Peiranos



En el Gráfico 1 se proyecta la situación de la mastitis subclínica en los diferentes muestreos a lo largo de los meses. Al inicio, la mastitis se presenta con un porcentaje del 13% (más bajo) y corresponde al primer muestreo. Este dato inicial, corresponde a lo encontrado por **Armenteros et. al (2004)** en Chontales, quién determino una prevalencia del 14.69% (baja).

Sin embargo, este valor (13%) aumenta significativamente para el segundo muestreo, presentando así una prevalencia del 31%, posterior a este resultado, no se aplicó tratamiento a las vacas en los dos primeros muestreos, lo que conllevó a una prevalencia del 35%,

alcanzando su máxima expresión en octubre. Luego de este resultado, se comenzó con una terapia antibiótica. Este máximo valor encontrado concuerda a los reportados por **Ávila et al., 2001 (México)** y **Rodríguez, Y.L., 2000 (Honduras)**, que refieren una prevalencia de mastitis sub-clínica del 34%, lo que expone la necesidad de que cada unidad de producción debe desarrollar programas de control profiláctico sistemático para erradicar la mastitis subclínica.

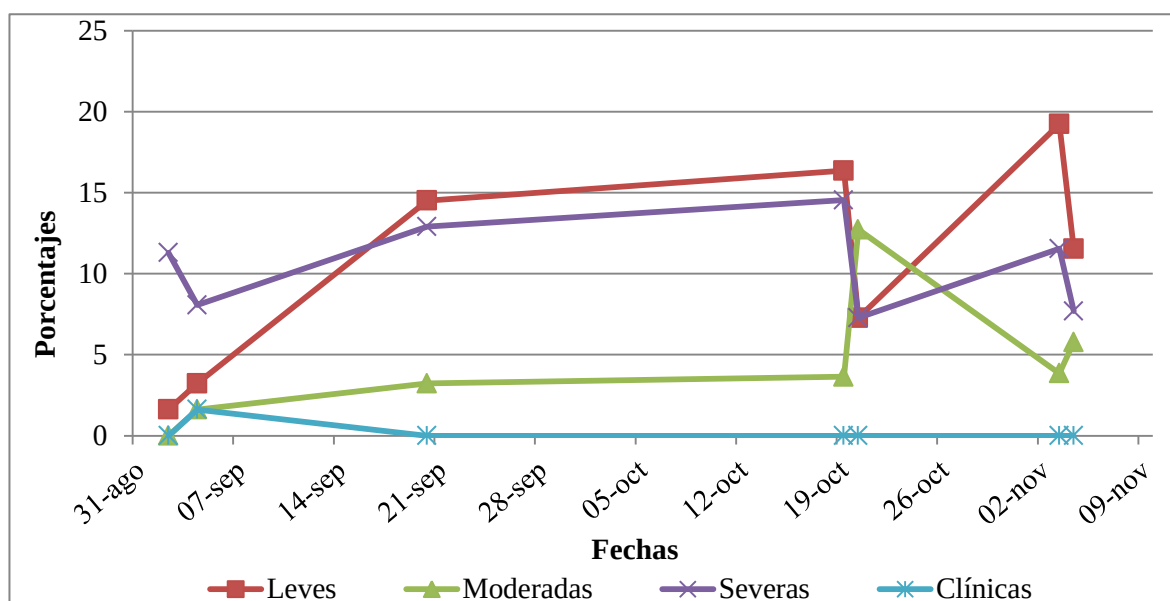
Al final del período, se puede observar que la mastitis tiene una tendencia a disminuir para finales de noviembre, encontrándose una prevalencia del 25% como consecuencia del efecto de los tratamientos aplicados. Este último dato concuerda con lo expuesto por **Andresen, 2001 (Colombia)** quién encontró una prevalencia de mastitis subclínica entre 25-35%.

5.2. Prevalencia de mastitis subclínica por niveles de infestación

En la mastitis subclínica, una gran proporción de las glándulas afectadas no se identifican fácilmente por palpación manual de la ubre ni por el examen visual y por ende depende de pruebas como el CMT (California Mastitis Test), que permiten identificar el grado de infección subclínica (**Blood y Radostits, 1996**). Estos grados o niveles, según la reacción observada en el CMT son: a) negativo; b) traza; c) grado 1 o leve; d) grado 2 o moderado; y e) grado 3 o severo (**Kivaria y col., 2007; Bedolla y col, 2007; Jaramillo, 2007**).

Cuando se aplica tratamiento a cuartos afectados y estos se evalúan una semana después con el CMT, los niveles evolucionan hacia la disminución del grado original o manteniendo el CMT registrado. De lo contrario, si no se aplica tratamiento, los niveles aumentan su intensidad (**Pedraza et. al, 1983**)

Gráfico 2. Nivel de infestación de vacas afectadas por mastitis subclínica, Rancho Los Peiranos



En el Gráfico 2., se puede apreciar los niveles de infestación de mastitis subclínica más prevalecientes a lo largo de los meses, los cuales están representados por fechas. Se observa que el nivel leve prevalece hasta octubre, alcanzando un 16%.

Siendo este nivel el más significativo, esto se asoció a las condiciones climáticas que se da en estos meses y también, que en Los Peiranos no hay un orden fijo de ordeño (Cuadro 8). **Cedeño et. al (2013)** recomienda que el ordeño debe seguir un orden: vacas sanas al inicio, sospechosas después y por último, vacas con problemas de mastitis, de lo contrario, la manipulación de las vacas enfermas primero influirá en la transmisión de la mastitis a las vacas sanas.

Posteriormente, el nivel leve lleva una tendencia a disminuir como resultado de los tratamientos. Este hallazgo concuerda con lo reportado por **Ruiz et al. (2011)**, quienes determinaron que al aplicar una terapia antibiótica a vacas con mastitis leve (tipo 1), mostraron una evolución favorable. La terapia antibiótica aplicada fue de tipo parenteral (Penicilina) como intramamario (Gentamicina/Cloxacilina/Neomicina) y su posterior evaluación se determinó, en muestreos posteriores, haciendo uso del CMT. Sin embargo, para el mes noviembre el porcentaje de infestación leve aumenta (19%).

Le continúa en orden de importancia el nivel severo, el cual presenta una tendencia a incrementar durante los meses de septiembre y octubre hasta alcanzar un valor del 15% (alto). Consecuentemente, toma una tendencia a disminuir producto del tratamiento aplicado, reduciendo su valor al 7% (bajo). Con respecto a este nivel, **Cepero et. al (2013)**, obtuvo un valor de 6.9% (bajo), en cambio, los datos determinados por **Solís (2007)** coinciden con el mayor porcentaje de infestación severo (15%), encontrando así un 14.2% (alto) de cuartos con un nivel intensamente positivo (+++).

En el Gráfico 2., se pudo valorar que los porcentajes del nivel leve y el nivel severo coincidieron en las mismas fechas, lo que reflejó que la ausencia de medidas para contrarrestar el nivel de infestación leve (2-19%), permitieron que los casos afectados llegasen a establecerse como un nivel severo. Lo que podría explicarse por el tipo de agente patógeno y que este causando la afección de mastitis subclínica, donde según **Mellenberger y Kirk (2012)** y **Hommez et. al (1999)** expresaron que el 50-80% de un hato puede estar infectado por *Streptococcus agalactiae*, o bien, *Corynebacterium bovis*, los cuales producen inflamación mamaria y ligero aumento de la cuenta de células somáticas.

Para valores encontrados en el nivel leve, los resultados obtenidos son similares a lo encontrado por **Cepero et. al y Solís (2007)**, determinando así valores de 11.8% y 25.6% de infestación leve respectivamente. **Azócar, E. (2001)** encontró resultados similares, teniendo así valores de 21,26%, 15,51% y 11,24% de cuartos con reacciones 1 (leve), 2 (moderado) y 3 (severo), respectivamente.

También, se observó que al final del período, el nivel leve aumento y los niveles severos y moderados disminuyen. Esto se debe a que los animales que presentaban estos dos últimos niveles de infestación disminuyeron a menores grados de severidad. Estos resultados son similares a los encontrados por **Ruiz et al. (2011)**, quienes determinaron que posterior a la terapia antibiótica, en animales que se encontraban con mastitis severa (tipo 3), evolucionaron

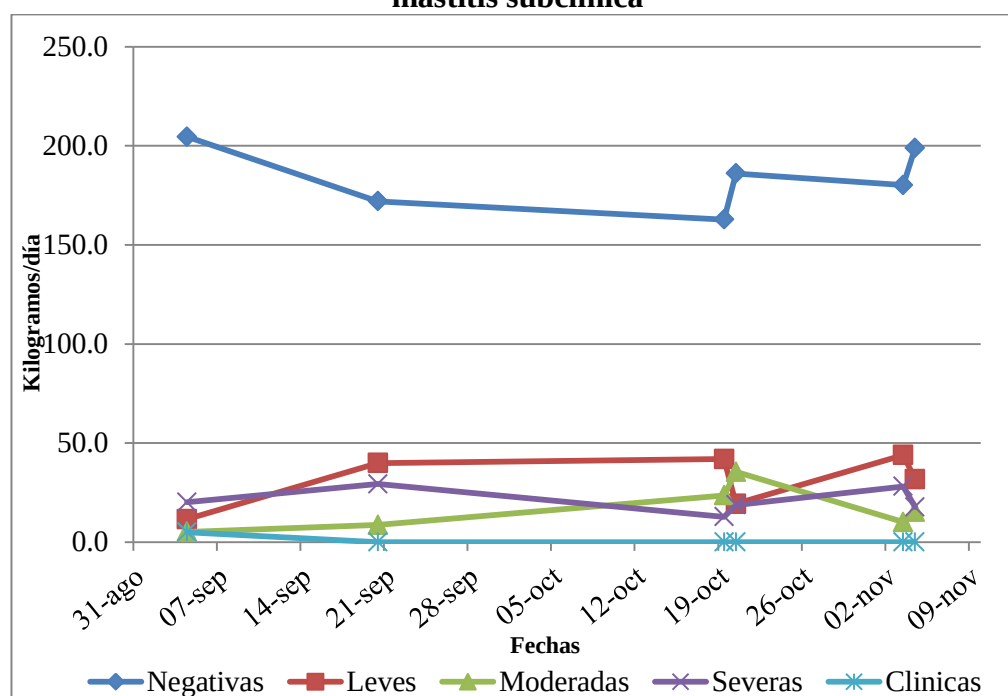
a una condición leve (tipo 1) y moderada (tipo 2). Mientras que aquellos que inicialmente presentaban mastitis moderada (tipo 2), evolucionaron a una condición normal y en menor grado, disminuyeron a mastitis leve (tipo 1).

En relación a la mastitis clínica, solo hubo un caso, lo que podemos afirmar que no es significativo, encontrado un promedio de 0% en su comportamiento. Este resultado concuerda por el encontrado por **Armenteros et. al (2004)** en Chontales, quién también encontró un 0% de mastitis clínica.

5.3. Rendimiento productivo en vacas con niveles de infestación en mastitis subclínica

Cuando los signos no son visibles, como lo es en la mastitis subclínica, la presencia de patógenos (por ejemplo, *Corynebacterium bovis*) y las modificaciones citológicas de la leche traen como resultado una reducción en la producción de leche (**Djabri et al., 2002; Watts y Rossbach, 2000**).

Gráfico 3. Rendimiento productivo en vacas con diferentes niveles de infestación por mastitis subclínica



En el Gráfico 3, se puede observar que la producción de leche de las vacas que resultaron negativas es mayor a las vacas que tienen mastitis subclínica. Inicialmente, los niveles de mastitis están bajos y se observa una mayor producción de leche de vacas sanas de hasta 205kg (199 litros) a principios de septiembre, sin embargo, la producción desciende posteriormente y los niveles de infestación aumentan, lo que significa que la leche pierde calidad. Esto indica que los parámetros que rigen su inocuidad están por debajo de las normas establecidas, lo que conlleva a pérdidas económicas.

Martínez y Oporta (2007) argumentan que en las unidades de producción donde el porcentaje de vacas con mastitis se eleva, tendrá una leche de baja calidad y por debajo de las normas establecidas.

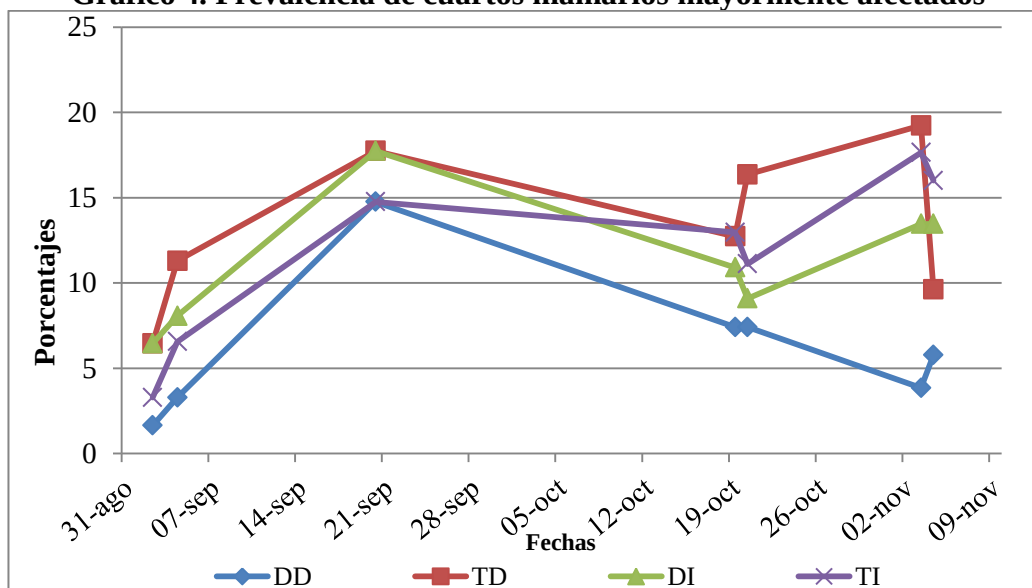
Se observa en el Gráfico 3, durante los meses de septiembre y octubre, que la producción de leche baja debido al aumento de los niveles de infestación (leve a severa). Así, las vacas sanas que se infectaron con mastitis subclínica, tienen una pérdida de 42kg (40.77 litros) durante este período. Posteriormente, debido al control y manejo de la enfermedad, la producción tuvo un aumento de hasta 36kg (35 litros) para el mes de noviembre, observándose una tendencia a la mejoría. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por **Rodríguez (2006)**, en su investigación, quién encontró una reducción en la producción de leche al haber reacciones positivas desde CMT-T (Leve) hasta CMT-3 (Severo).

Pinzón (1989) establece que la mastitis subclínica influye negativamente en la calidad de la leche y provoca infección en otros animales, lo que demuestra la importancia de combatirla en sus distintos niveles debidos a que conlleva las mayores pérdidas económicas y esta precede a la mastitis clínica (**Shim et al., 2004; Martínez y Oporta 2007; Ramírez, 2000**).

5.4. Cuartos mamarios afectados por mastitis subclínica

Tanto los cuartos mamarios anteriores como posteriores pueden verse afectado por la mastitis subclínica y esto dependerá de diversos factores presentes en el manejo del proceso de ordeño que difieren de un hato a otro. Fisiológicamente los cuartos posteriores producen mayor cantidad de leche, lo cual los hace más susceptibles a padecer la enfermedad (**Castillo, et. al, 2009**).

Gráfico 4. Prevalencia de cuartos mamarios mayormente afectados



En el Gráfico 4, se puede observar que los cuartos más afectados son el trasero derecho (TD) y el delantero izquierdo (DI), con un 19 y 17%, respectivamente, donde los porcentajes de prevalencia para los cuartos son superiores a lo largo del tiempo.

Estos resultados indican, en general, que los cuartos posteriores se encuentran más afectados que los anteriores. Por otro lado, el hecho de que los cuartos TD y DI se encuentren con altos niveles de afectación está relacionado al ordeño cruzado utilizando estos cuartos, donde se aplica la mayor fuerza al inicio del ordeño, siendo esta técnica aplicada por la mayoría de los trabajadores en Los Peiranos.

El ordeño cruzado no es aconsejable ya que los cuartos posteriores poseen mayor cantidad de leche que los anteriores, lo que contribuye a retener leche y consecuentemente desencadenar la mastitis (SENA, 1987). El cuarto menos afectado es el DD ya que este cuarto está más cercano del ordeñador y no necesita aplicar mayor presión para ordeñarlo.

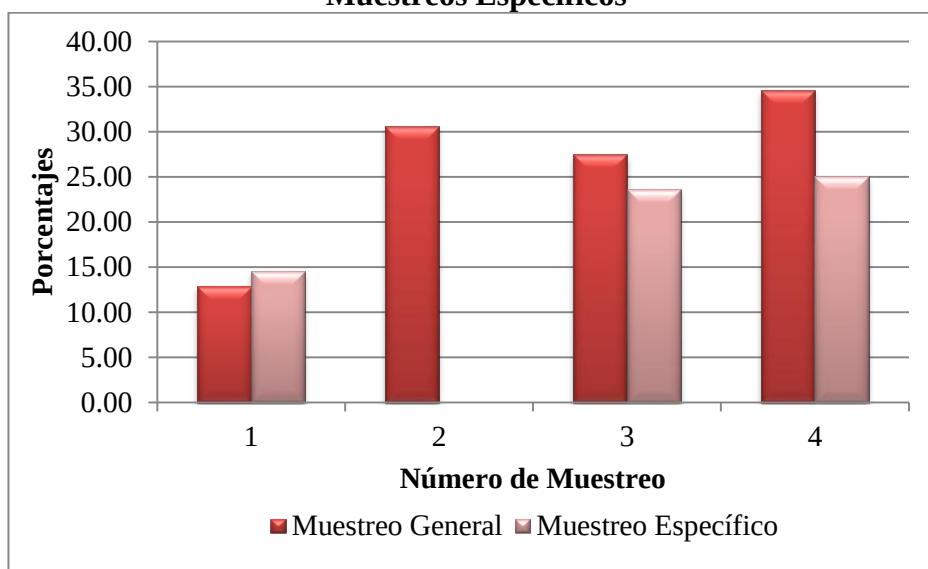
Muchas investigaciones indican que los cuartos anteriores son con frecuencia los más afectados, especialmente el DD. Sin embargo, varios autores han reportado resultados similares a los de este estudio. Los datos obtenidos coinciden con **Castillo et. al (2009)** quienes encontraron que los cuartos posteriores fueron los que presentaron mayores reacciones positivas a mastitis que los cuartos anteriores. También coinciden con **Rodríguez (2006)**, quien encontró que los cuartos derechos posteriores fueron los que con más frecuencia se vieron afectados, igualmente coinciden con **Cerón et. al (2007)**, quienes observaron que el cuarto más afectado fue el posterior derecho (20.78%) y el menos afectado el anterior izquierdo (14.9%).

5.5. Prevalencia comparativa de mastitis subclínica

En los Peiranos, se realizaban tanto muestreos generales como muestreos específicos, en días consecutivos entre muestreos, con el propósito de diagnosticar correctamente las vacas que presentaban mastitis subclínica y determinar aquellas que mostraban falsos positivos.

Al aplicar la prueba de California para mastitis (CMT), los resultados pueden ser interpretados de forma variable, entre los individuos que realicen la prueba, por lo que resulta necesario uniformizar el criterio de casos positivos y su categorización en grados, pueden presentarse falsos positivos en leche de animales recién paridos o en vacas próximas a secarse (**Medina y Montalvo, 2003**).

Gráfico 5. Prevalencia comparativa de mastitis subclínica en Muestreos Generales y Muestreos Específicos



En el Gráfico 5, se puede apreciar que al realizar la prueba CMT, hubo diferencias entre los muestreos generales (12-34%) y muestreos específicos (14-25%). Para los muestreos 1, 3 y 4, estas diferencias se debe a que existen factores intrínsecos (propios del animal) como extrínsecos (ambientales y de manejo) que interfirieron en el diagnóstico de mastitis subclínica.

Entre el primer y segundo muestreo que fueron realizados en el mes de septiembre, no se aplicó tratamiento, teniendo como consecuencia un aumento de la prevalencia de mastitis subclínica del 31%. Estos resultados son similares con los hallados por **Pedraza et. al (1983)** quién observo en un rebaño lechero, en Santiago de Chile, que al no aplicar antibiótico (Cloxacilina y Cloranfenicol), la tendencia es a mantener el grado de intensidad o la evolución de mastitis subclínica.

También, varios autores concuerdan que cualquier situación de estrés (climáticas, nutricionales, etc.), suelen agravar los casos subclínicos, así como los recuentos celulares en leche de tanque, posiblemente debido a cambios nutricionales y/o hormonales que influyen negativamente en los mecanismos de defensa (**Corbellini, 1998**).

En el muestreo 3, la diferencia entre los muestreos radico en que para el muestreo específico, no se tomó en cuenta vacas recién paridas (<12 días), teniendo una prevalencia de 24% en este muestreo. Estos datos concuerdan con lo presentado por **González (1990) citado por Galicia (2004)** quién expone que la mayoría de los casos dónde se ha realizado la prueba de California Mastitis Test en vacas en los primeros 15 días después del parto, nos dan resultados falsos positivos a la prueba y se aumenta el número de células somáticas, lo que se atribuye al estrés que sufre la vaca al momento del parto y la presencia de alto contenido de calostro en la leche.

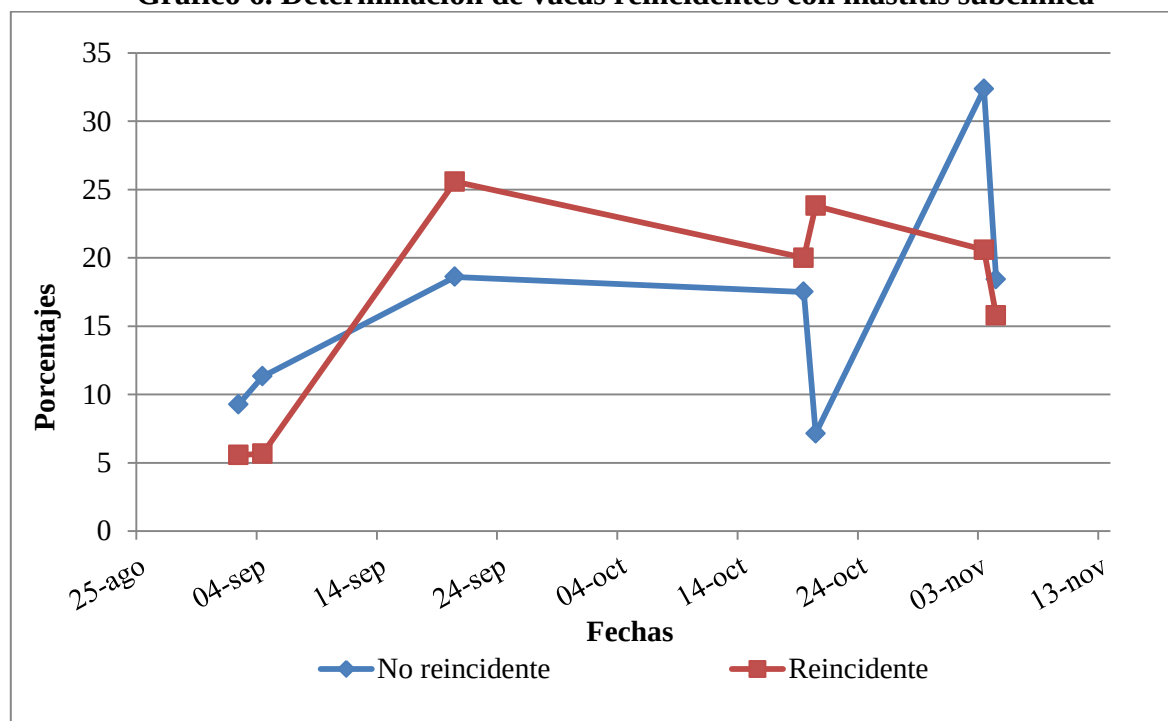
Para el 4^{to} muestreo, el muestreo general tuvo una prevalencia de 34%, mientras que el muestreo específico de 25%, existiendo una diferencia de 9%, el cual corresponde a hembras que tenían entre 10 y 12 meses de lactación, por lo que se encontraban próximas a secar. Estas vacas no se tomaron en cuenta para un posterior tratamiento debido a que las vacas bajan calostro al final de la lactación e indican falsos positivos al CMT. Sin embargo, esto no significa que no adquieran mastitis, sino que se debe llevar un control y seguimiento de la enfermedad a cada vaca afectada.

Estos datos coinciden con lo reportado por **Moraleda (2005)**, quién argumenta que la prueba CMT puede presentar falsos positivos en vacas con menos de ocho post-parto o con lactancias que superan los diez meses debido al aumento de células somáticas que fisiológicamente se dan en estos dos períodos de lactancia.

5.6. Reincidencia de mastitis subclínica

Conociendo que la mastitis subclínica debe tratarse, basta recordar lo expresado por **Sánchez (2010) citado por Ruegg (2012)**, cuando encontró que la reincidencia de mastitis es determinante clave para demostrar la eficacia de la terapia antibiótica, reducción de células somáticas, el regreso a la producción de leche normal de la vaca dentro del rebaño y el número de días en leche que se descarta en una vaca afectada por dicha enfermedad.

Gráfico 6. Determinación de vacas reincidentes con mastitis subclínica



En la Gráfica No. 6, se observa el comportamiento de reincidencia de mastitis subclínica a través del tiempo en los diferentes muestreos, encontrándose valores del 5 al 25% de reincidencia a lo largo del tiempo.

En general, las vacas reincidentes en Los Peiranos se caracterizan por ser buenas productoras de leche, tienen un largo historial clínico de mastitis, han obtenido múltiples tratamientos y hasta se demostró que pueden perder el cuarto afectado.

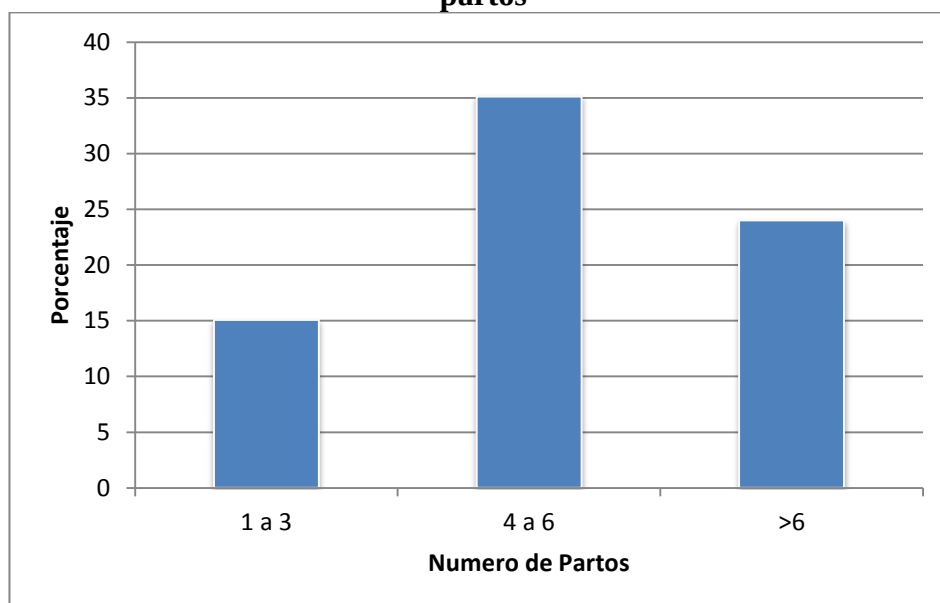
Para el mes de noviembre, el 7% de vacas reincidentes con mastitis subclínica, evolucionaron a mastitis clínica de tipo crónica con la pérdida del cuarto afectado (TI). Esto ocurre cuando existe colonización de microorganismos, como el *Staphylococcus aureus*, el cual forma una biopelícula que lo protege contra los leucocitos y antibióticos, llevando a una infección crónica (Cucarella *et al.*, 2002).

El valor obtenido en el presente estudio, es menor al encontrado por Hernández (2007), quien obtuvo un 28.5% de casos que evolucionaron de mastitis subclínica a mastitis clínica, con deficientes prácticas de manejo en a la hora de ordeño, que incluyen el uso frecuente de paños sucios, falta de uso de selladores, ordeño manual inadecuado y orden de entrada de vacas sanas y enfermas (Santiago y Ansalmeti, 2003; Arcos *et al.*, 2004).

5.7. Prevalencia de mastitis subclínica según el número de partos

La relación entre la incidencia de infecciones intramamarias causadas por patógenos del medio ambiente y el número de partos del ganado ha sido ampliamente estudiada (Smith *et al.*, 1985). Las vacas más viejas tienen un mayor riesgo de tener tanto mastitis subclínica como clínica y responden peor al tratamiento en comparación con el ganado joven. El efecto del n° de partos debe ser considerado por los veterinarios antes de iniciar el tratamiento de mastitis (Pyorla *et al.*, 1998; Deluyker *et al.*, 1999).

Gráfico 7. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica según el número de partos



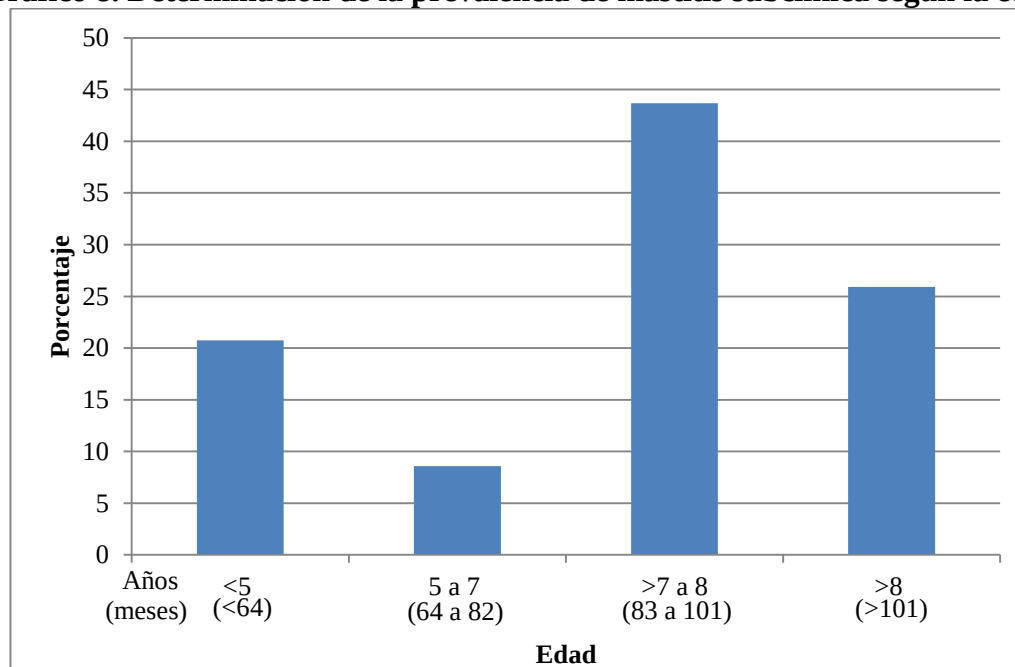
En el Gráfico 7, se puede observar que las vacas de 4 a 6 partos representan la mayor afección de mastitis subclínica con un 35%, mientras que los partos de 1 a 3 representan la menor afectación con un 15%. Estos resultados indican que los mayores porcentajes de infestación se encuentran en las hembras a partir del cuarto parto a más. Los valores encontrados concuerdan con lo expuesto por **Cortez, 2000**, en Bolivia, quién reportó vacas con uno a dos partos (8.16%), de dos a tres partos (10.75%), de cuatro partos (15.58%), y aquellas con más de cuatro partos (22.58%). Por lo que en otro estudio realizado también en Bolivia, **Bustamante (2006)**, reporta que hembras de cuatro partos a más presentan una incidencia acumulada (IA) de 29-43%.

Así, **Velásquez (1993)** argumenta que el número de parto influye en la presentación de mastitis sub-clínica, donde las vacas con más de tres partos presentan una mayor cantidad de casos (41%) en relación a las vacas de primer parto (33%) y a las vacas de segundo parto (25%). Confirmando dichos datos con lo expuesto por **Greena (2005)**, quién argumenta que con cada parto de la hembra, se produce un incremento progresivo de 100, 000 cel/ml, lo que la vuelve más susceptible y con probabilidad de presentar mayor incidencia de mastitis subclínica.

5.8. Prevalencia de mastitis subclínica según la edad

A medida que aumenta la edad, las vacas se hacen más susceptibles a adquirir mastitis subclínica debido a una mayor exposición entre la glándula y el medio ambiente, estando mucho más expuesta a los microorganismos causantes de mastitis (**Montero, 2002; Cotrino, 2003**). Es común que vacas adultas tengan conteos elevados de células somáticas debido a que estas tienen un largo historial de mastitis (**Philpot y Nickerson, 1992**).

Gráfico 8. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica según la edad

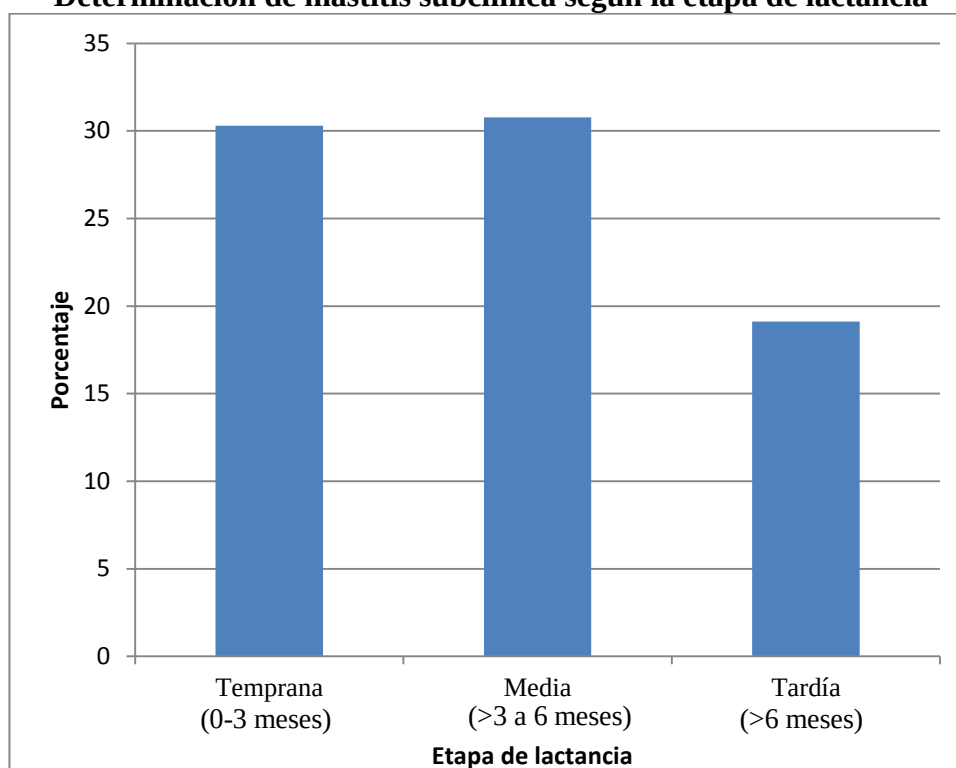


En el Gráfico 8, se puede observar que a mayor edad, hay un mayor riesgo de padecer la mastitis, encontrándose así un 43.67% en hembras entre 7-8 años. Seguidamente, las hembras de 8 años a más representan un 26%, lo cual indica que con el tiempo, estas pueden ser más resistentes a la enfermedad. Estos resultados son similares al estudio realizado por **Montero (2002)**, quién encontró el mayor porcentaje de prevalencia de mastitis en vacas de 6-8 años con un 64.28-%. Él argumenta que la variable edad se atribuye a que con cada lactancia, el canal del pezón tiende a ser más largo y suelto. Además, altas producciones de leche tienden a dilatar el canal del pezón, éstas son dos razones por las que los nuevos casos de mastitis son más comunes en vacas viejas.

5.9. Prevalencia de mastitis subclínica según la etapa de lactancia

Las bacterias medioambientales están presentes en el medio ambiente de la vaca y penetran en la ubre cuando se dan determinadas condiciones. Entre estas se encuentran los *Coliformes*, *Streptococcus dysgalactiae* y *Streptococcus uberis*, donde este último se relaciona con los casos de mastitis subclínica y clínica durante el periodo de lactación temprana y el periodo seco debido a su gran capacidad para adherirse a las células epiteliales de la glándula mamaria (Douglas *et al.*, 2000).

Gráfico N° 9
Determinación de mastitis subclínica según la etapa de lactancia



En el Gráfico 9, se puede apreciar que las vacas que se encontraron en la lactancia tardía fueron las que presentaron el menor porcentaje (19%) de mastitis subclínica. En cambio, las vacas que se encontraron entre la lactancia temprana y media, representaron la mayor prevalencia de mastitis subclínica, con valores de 30 y 31% respectivamente. Esto se debe a que en Los Peiranos existen condiciones medioambientales y de manejo que propician la infestación de mastitis subclínica en vacas que ingresan a la sala de ordeño, después del parto.

A pesar que la gran mayoría de las investigaciones reflejan que la lactancia tardía es donde se presenta el mayor nivel de afectación por mastitis; en el presente estudio, los resultados difieren, puesto que la mayor prevalencia de mastitis se encuentra en la etapa temprana y media. Esto indica que la susceptibilidad a la infección por mastitis aumenta cerca del parto de la vaca (**National Mastitis Council, 1996b**).

En México, **Escartín y Gutiérrez (1993)** encontraron resultados similares a este estudio en vaquillas primíparas, donde existe mastitis al inicio de la lactación lo cual lo atribuyeron al daño de tejido glandular mamario como consecuencia de infecciones ante-parto así como la presencia de patógenos capaces de infectar células epiteliales glandulares externas e internas.

5.10. Pérdidas económicas de mastitis subclínica en Los Peiranos

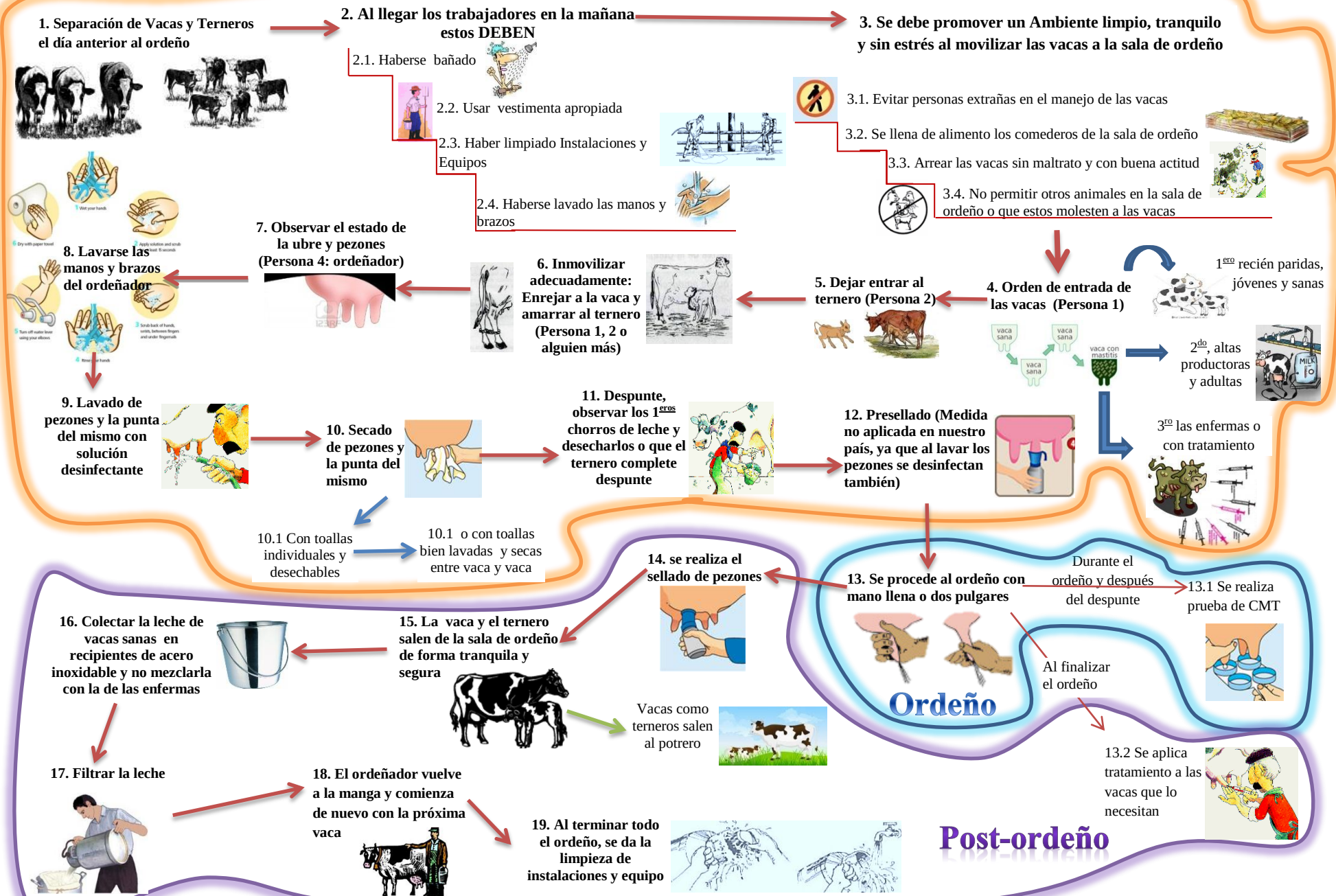
Es también meritorio mencionar que la mastitis subclínica ocasiona pérdidas económicas, a veces no muy notorias por el productor, por lo cual, se descuidan en el control y erradicación de esta enfermedad (**Cuadro 9**)

Cuadro 9. Algunas pérdidas económicas (por mes) debido a mastitis subclínica en el Rancho Los Peiranos

N/P/O	Pérdidas	Córdobas (C\$)	Dólares \$
1	Mano de obra médica	1, 500	57.5
2	Medicamento	517.5-1,480	20-57
3	Leche no producida	326	12.5
	Gastos totales por mes	2,343.6-3,306	90-127

Pre-ordeño

Figura 4. Técnica de ordeño manual con acompañamiento del ternero



VI. CONCLUSIONES

Con este trabajo se logró concluir que la prevalencia de mastitis subclínica fue de 13-35% en el Rancho Los Peiranos, en época de invierno.

La presentación de mastitis subclínica tiene que ver con la desatención de medidas preventivas y de control de la enfermedad.

Se constató que los cuartos mamarios mayormente afectados en hembras con mastitis subclínica fueron los cuartos traseros derechos y delanteros izquierdos debido a la técnica de ordeño cruzado que se practica en Los Peiranos.

Se concluye que el diagnóstico por CMT, donde se realizan muestreos generales (M.G.) y muestreos específicos (M.E.) fue de vital importancia para la detección temprana de mastitis subclínica en el Rancho Los Peiranos.

Se reconoció que tanto las vacas recién paridas, como aquellas próximas al entrar al período de secado, se presentaban como falsos positivos al aplicársele la prueba de CMT.

Al aplicar la técnica de CMT, la tasa de reincidencia de mastitis subclínica observada en el presente estudio fue de 25%, ocasionando que evolucionara a una mastitis clínica de tipo crónica.

La falta de aplicación temprana de una terapia antibiótica a vacas con mastitis subclínica tendía a subir su prevalencia y disminuía su porcentaje de hasta 25% cuando la misma era controlada.

Se constató que la prevalencia de mastitis subclínica en el Rancho Los Peiranos en relación al número de parto, se incrementó hasta un 35% en hembras de cuatro partos a más.

Con referencia a la edad, las hembras, presentaban ubres grandes y pendulosas, lo que reflejó que aquellas mayores de 7 años presentarían una prevalencia de mastitis subclínica de 44%.

Se logró reconocer que el mal manejo durante el ordeño en el Rancho Los Peiranos incrementa la probabilidad de infestación por mastitis subclínica en hembras con lactancia temprana y media alcanzando una prevalencia de hasta un 31%.

Durante el estudio, se determinó que el nivel de infestación más prevaleciente fue el leve con 2-19%.

El alto porcentaje de mastitis subclínica (35%) en el Rancho Los Peiranos ocasiona una disminución de producción de leche de hasta 42kg (40.77 litros) a nivel de hato, lo que conllevó a pérdidas económicas al productor.

Se concluye que el productor en el Rancho Los Peiranos dejó de percibir un aproximado de 3, 306 córdobas (127\$) al mes por vacas afectadas por mastitis subclínica.

Dado que la finca Los Peiranos presentan suelos vertisoles (En época de lluvia, lodosos y fangosos), esto facilita la diseminación de la enfermedad y la vuelve endémica.

En el Rancho Los Peiranos se incumplen algunas medidas relacionadas a las Buenas Prácticas de Ordeño.

VII. RECOMENDACIONES

Habiendo realizado este estudio en el Rancho Los Peiranos y presentado las conclusiones acerca del comportamiento de mastitis subclínica, se definieron las siguientes recomendaciones:

Dado que la mastitis subclínica es de carácter endémica en el rancho los Peiranos, debe contar con un plan profiláctico para manejo, control y erradicación de dicha enfermedad.

Se recomienda que cada productor tenga una vigilancia sobre la conducta, comportamiento e higiene del ordeñador.

Se considera que todo productor que tiene como propósito la producción láctea, mantenga una capacitación sistemática a su personal de ordeño sobre la mastitis subclínica.

Se debe realizar aplicación periódica (cada mes) de CMT en el hato lechero, para el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad para así controlar los distintos niveles de infestación por mastitis subclínica.

Aplicar una técnica de ordeño manual apropiado a mano llena o con dos dedos, o realizar otros estímulos que motiven a la eyección de la leche, para evitar la incidencia de la enfermedad.

Llevar un registro sanitario de control sistemático clínico y de diagnóstico de mastitis subclínica de cada hembra, su edad, número de parto, tiempo de lactancia y tratamiento aplicado.

Se sugiere que una vez detectada las hembras con mastitis subclínica, se les aplique tratamiento terapéutico de inmediato y evitar su evolución a mastitis clínica.

Se debe realizar un proceso de selección en las hembras del hato, para eliminar aquellas que presenten ubres grandes y pendulosas, así como, las de mayor edad.

Se recomienda que en el Rancho Los Peiranos, se deba atender de formas separadas las hembras sanas de las afectadas por mastitis subclínica para evitar su transmisión y reincidencia.

Se debe poner en práctica el sellado de pezones al final del ordeño, así como, el control de la higiene y eliminación de heces fecales en el entorno para disminuir la prevalencia de mastitis, dada las condiciones ambientales que presenta la finca.

Aplicar correctamente las Buenas Prácticas de Ordeño presentadas en la Figura 4.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Acuña, V. L., y Rivadeneira, A. P. (2008). Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha. Sangolquí, Pichincha, Quito. Tesis Ing. Agropecuario. Escuela politécnica del ejército. Departamento de ciencias de la vida Carrera de ciencias agropecuarias – I.A.S.A. I“Gral. Carlo Magno Andrade Paredes”.
- Adams, M., y Moss, M. 2005. Food Microbiology. University of Surrey, Guildford, UK. p. 187 – 253.
- Andresen, H.S. (2001): Lechería en la región andina: Algunos aspectos de producción, salud animal y salud pública. Consultado el 7 de Julio 2013. Disponible en: www.fepale.org/fepale/ponenc.2.doc.
- Arcos, A.R.; Bautista, H.T.; González, O.J.; Santiago, G.A.; Bedolla C.C. (2004). Frecuencia de mastitis subclínica en 6 hatos lecheros del municipio de Tarímbaro, Michoacán. En memorias de primera jornada científica estudiantil. Morelia, Michoacán. 28 abril de 2004. p.p. 27-30.
- Ávila, T.S.; Gutiérrez, C.A.J.; Sánchez, G.J.I.; Canizal, J.E.; Torres, U.S. (2001): Prevalencia de mastitis y glándulas improproductivas en hatos pequeños en la cuenca lechera de Xochimilco, D.F. *III Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la Leche*: 15-18.
- Ávila T., S.; Gutiérrez C., A. Mastitis. 2004. Universidad Nacional Autónoma. (en línea). México. Consultado el 3 de Abril 2011. Disponible en: <http://academicos.cualtos.udg.mx/DiplomadoCalidadLeche/doctos/24jul04/Mastitis%20en%20Ganado%20Bovino.doc>
- Armenteros, Mabelin; Peña, Janachy; Pulido, J.L. y Linares, Eliana (2002). Caracterización de la situación de mastitis bovina en rebaños de lechería especializada en Cuba. *Revista Salud Animal*. Volumen 24 No. 2, Página 99-105.
- Armenteros, M., Sequeira, M., Hartikainen, M., Campos, A., y PRODEGA (2004). Caracterización de la situación de la mastitis bovina en rebaños lecheros de los departamentos de Boaco-Chontales. Boaco y Chontales, Nicaragua.
- Azócar. J.E. 2001. Prevalencia, incidencia y etiología de mastitis en un centro de acopio lechero, comuna de María Pinto, Región Metropolitana. Memoria de Titulo, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile.

- Baéz G.J.J. (2002). Estudio epidemiológico de mastitis subclínica bovina en el sector II de Téjaro, Michoacán. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Morelia, Michoacán, México. p.p.13-16.
- Blood D, O Radostits. 1992. Medicina Veterinaria: libro de texto de las enfermedades del ganado vacuno, ovino, porcino, caprino y equino. Interamericana McGraw-Hill. Mastitis, México DF, Pp. 539-575.
- Blood, D. y Radostits O. 1996. Medicina veterinaria. Volumen I. México: McGraw-Hill Interamericana.120-0690.
- Bustamante, MR. 2006. Incidencia de la mastitis subclínica en la zona lechera de influencia de la Cooperativa Ichoa, Provincia de Carrasco Departamento de Cochabamba. Tesis de grado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- Calvinho, L.F. y Tarabla, H.D. 1997. Bases racionales para el tratamiento antibiótico de mastitis. En: Temas de Producción Lechera. Pub. Misc. N°84. EEA INTA Rafaela. Pp. 97-106.
- Cano, P. 2002. Nuevas alternativas en el diagnóstico clínico de campo y en el tratamiento de mastitis. Consultado el 28 de Mayo 2013. Disponible en: <http://www.biozoo.com.mx>
- Cano, C. 2006. Nuevas alternativas en el diagnóstico clínico de campo y en el tratamiento de mastitis. Boletín Técnico Virtual. (en línea). México. Consultado el 3 de Abril 2011. Disponible en: www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRgCliC004.htm.
- Cerón F, Tonhati H, Duarte J, Oliveira J, Muñoz-Berrocal M, and Jurado-Gómez, 2002. Factors affecting somatics cell counts and their relations with milk and milk constituent yield in buffaloes. Journal of Dairy Science. 85:2885-2889.
- Cerón, M. F. (2007). Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de leche y la prueba CMT en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia (Colombia). Antioquia, Colombia.
- Ceron-Muñoz, M., Tonhati, H., Duarte, J., Oliveira, J., Muñoz-Berrocal, M., Jurado-Gómez, H. 2002. Factors Affecting Somatic Cell Counts and Their Relations with Milk and Milk Constituent Yield in Buffaloes. J. Dairy Sci. 85: 2885-2889.
- Cepero, O. (2013). Detección de la mastitis subclínica mediante diferentes técnicas diagnóstica en unidades bovinas. Santa Clara, Cuba.
- Chaves, C. (2008). Calidad de la leche y Mastitis Bovina. Olivos, Buenos Aires, Argentina.

- Corbellini, C. N., 1998. Mecanismos de defensa de la glándula mamaria bovina, pp 49-66 en Memorias Primer Seminario Internacional CAPACITAGRO Gerenciamiento para la Obtención de Leche bajo los Principios de Calidad Total, Pergamino, Argentina, 14-18 Julio 1998.
- Cordón M, A. (2012). Sanidad e Inocuidad Pecuaria en Centroamérica y República Dominicana: Una agenda prioritaria de políticas e inversiones, Nicaragua. RUTA, OIRSA Y CAC.
- Correa, M. G. P. y Marin, J. M. 2002. O-serogroups, eae gene and EAF plasmid in *Escherichia coli* isolates from cases of bovine mastitis in Brazil. *Veterinary Microbiology*. 85: 125-132.
- Cortéz, R. N., 2000. Presentación de Mastitis Sub- Clínica en relacion al método de ordeño en la provincia Sara . Tesis de Grado U.A.G.R.M. Facultad de medicina y Zootecnia Santa Cruz, pp. 36 – 38.
- Cucarella, C., Tormo, M. A., Knecht, E., Amorena, B., Lasa, I., T. J. y Penadés, J. R. 2002. expression of the Biofilm-Associated Protein Interferes with Host Protein Receptors of *Staphylococcus aureus* and Alters the infective Process. *Infection and Immunity*. 70: 3180-3186.
- Deluyker HA, ST Chester, SN van Oye. 1999. A multilocation clinical trial in lactating dairy cows affected with clinical mastitis to compare the efficacy of treatment with intramammary infusions of a lincosin/neomycin combination with an ampicillin/cloxacillin combination. *J Vet Pharm Ther* 22:274-282.
- De Mol, R. M. 2000. Chapter 1 “A framework for automated dairy cow status monitoring”. Automated detection of oestrus and mastitis in dairy cows. PhD. thesis. Wageningen University, Netherlands. pp. 1-13.
- Díaz, R. 2006. Especialista de la Dirección Especialista de la Dirección de Crianzas. (en línea). Perú. Consultado el 3 de Abril 2011. Disponible en: <http://www.portalagrario.gob.pe/dgpa1/ARCHIVOS/BPOrdeno.pdf>
- Dinsmore, R. P. 2002. Biosecurity for mammary diseases in dairy cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*. 18(1):115-131.
- Djabri, B., Barielle, N., Beaudreau, F., Seegers, H. 2002. Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: a meta analysis. *Vet. Res*. 33: 335-357.
- Douglas, L., Fenwick, S.G., Pfeiffer, D. U., Williamson, N. B., Holmes, C. W. 2000. Genomic typing of *Streptococcus uberis* isolates from cases of mastitis, in New

- Zealand dairy cow, using pulsed-field gel electrophoresis. *Veterinary Microbiology*. 75: 7-41.
- Eastringe, M.: 2001. Control De la mastitis ambiental. Consultado el 7 de octubre 2013. Disponible en: <http://wwwa.aces.edu/urbans/spanishagricultura>.
- Escartín, M., & Gutiérrez, J. d. (1993). Prevalencia de la mastitis en vaquillas primíparas en cinco explotaciones intensivas en la cuenca lechera de Aguascalientes. Municipio de Aguascalientes, México.
- Escobal, I., Esnal, A., & García, M. (s.f.). Mamitis en ganado vacuno: Control de patógenos contagiosos. Consultado el 16 de Enero 2011. Disponible en: http://www.analiticaveterinaria.com/pdf/mamitis_contagiosas_ganado_vacuno.pdf
- Estuningsih, S., Soedarmanto, I., Fink, K., Lammler, C., Wibawan, W. T. 2002. Studies on *Streptococcus agalactiae* isolated from bovine mastitis in Indonesia. *J. Vet. Med.* 49:185-187.
- Ferraro, L., Scaramelli, A., & Troya, H. (1999). Prevalencia de la mastitis subclínica bovina en Venezuela y evaluación de la prueba de Mastitis de California (CMT) como prueba diagnóstica. Maracay, Aragua, Venezuela.
- Galicia, M. V. (Octubre de 2004). Comparación de la incidencia de mastitis clínica y subclínica en ganado de doble propósito bajo el sistema de ordeño mecánico en la finca San Julián. Guatemala.
- Gálvez, JE. 1998. Estimación de prevalencia y pérdida de producción de leche provocado por mastitis subclínica en partos de otoño y primavera en el Fundo Punahue. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Green, M.J., Bradley, A.J., Newton, H., Browne, W.J., 2006. Seasonal variation of bulk milk somatic cell counts in UK dairy herds: Investigations of the summer rise. *Preventive Veterinary Medicine*. 74:293-308.
- Greena, M.; Bradley, A.; Newtonb, H.; Brownec, H. (2005) Seasonal variation of bulk milk somatic cell counts in UK dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*. Article in Press, Corrected Proof.
- Hernández, F. (Enero de 2007). Prevalencia e incidencia de mastitis bovina en el sistema de lechería familiar de Téjaro y Cotzio, Michoacán. Morelia, Michoacan, México.
- Hernández, J., Bedolla, J. 2008. Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *REDVET*. 9: 1-34.

- Hogan, J.; Gonzalez, R; Harmon, R; Nickerson, S.; Oliver S.; Pankey, J.; Smith, K. 1999. Laboratory Handbook on bovine mastitis. National Mastitis Council. Estados Unidos. p. 34-89.
- Hommez, J., Devriese, L. A., Venechoutte, M., Riegel, P., Butaye, P., y Haesebrouck, F. 1999. Identification of Nonlipophilic *Corynebacterium* Isolated from Dairy Cows with Mastitis. *Journal of Clinical Microbiology*. 37: 954-957.
- Keefe, G., and K. Leslie. 1997. Therapy protocols for environmental streptococcal mastitis. In: Proc. Symp. Udder Health Management for environmental streptococci. June 2nd. Ontario Veterinary College, Canada. Pg. 75-86.
- Kirk, J. 1984. Nonclinical mastitis in a dairy herd. (en línea). Consultado 2 jul 2007. Disponible en:
<http://academicos.cualtos.udg.mx/DiplomadoCalidadLeche/doctos/24jul04/Mastitis%20en%20Ganado%20Bovino.doc>
- Kleinschroth *et al.* 1991. La Mastitis. Laboratory Handbook on bovine mastitis. Estados Unidos. p. 72 – 104.
- Laevens H, H Deluyker, Y Schukken, L De Meulemeester, R Vandermeersch, E De Muelenaere, A De Kruif. 1997. Influence of parity and stage of lactation on the somatic cell count in bacteriologically negative Dairy cows. *J Dairy Sci* 80, 3219-3226.
- Las Heras, A.; López, I.; Legaz, E.; Domínguez, L.; Fernández-Garayzábal, J. 2001. *Pseudomonas aeruginosa*: necesidad del diagnóstico. Universidad Complutense y Castellana de Ganaderos Sociedad Cooperativa. Madrid - España. (en línea). Consultado el 3 de Abril 2011. Disponible en:
<http://www.ecampo.com/?event=news.print&id=8732F2CF-5904-4E9B-919BBB7FA43BB444&>
- Lindmark-Manson, H., Svensson, U., Paulsson, M., Aldén, G., Frank, B., Johnsson, G., 2000. Influence of milk components, somatic cells and supplemental Zinc on milk processability. *International Dairy Journal*. 10: 423-433.
- Liu, G.L., Wang, J.Q., Bu, D.P., Cheng, J.B., Zhang, C.G., Wei, H.Y., Zhou, L.Y., Zhou, Z.F., Hu, H., Dong, X.L., 2009. Factors affecting the transfer of immunoglobulin G1 into the milk of Holstein cows. *The Veterinary Journal*. 182: 79-85.
- Marshall, R.; Edmondson, J. 2005. Department of Food Science and Nutrition. Venezuela. p. 103-184.

- McDougall, S., Parker, K.I., Heuer, C., Compton, C.W.R., 2009. A review of prevention and control of heifer mastitis via non-antibiotic strategies. *Veterinary Microbiology*. 134: 177-185.
- Meglia, G., & Mata, H. (2001). Mecanismos específicos e inespecíficos de defensa, con referencia a la glándula mamaria de los bovinos productores de leche. *Producción Bovinos para Leche*. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam., La Pampa, Argentina.
- Mellenberger, R; Roth, C. 2000. Dpto. de Ciencia Animal, Universidad del Estado de Michigan y Universidad de Wisconsin-Mádison. (en línea). Consultado el 3 de Abril 2011. Disponible en: <http://www.uwex.edu/milkquality/PDF/CMT%20spanish.pdf>.
- Monardes, Y., Barria, N., 1995. Recuento de células somáticas y mastitis. *Universidad de Chile. TecnoVet*, Año 1 N°1, marzo de 1995.
- Montero, R., Ortiz, J., & Burela, E. (2002). Determinación de mastitis subclínica en vacas lecheras. Santa Cruz, Bolivia.
- 59) National Mastitis Council. Susceptibility to infection varies during the dry period [en línea]. National Mastitis Council Homepage (1996b). Consultado el 22 de Septiembre 2013. Disponible en: <http://www.nmconline.org/dry.htm>
- Noquera, E. 2001. La mejor manera de controlar la mastitis. Consultado el 7 de octubre 2013. Disponible en: <http://www.aic.uniavi>.
- OEA, 2003. Producción higiénica de leche cruda. Capítulo 5: Mastitis. Publicaciones OEA/GTZ.
- Oviedo-Boyso, J., Valdez, J., Cajero M., Ochoa, A., López, J., Bravo, A., Baiza-bal, V., 2007. Innate immune response of bovine mamary gland to pathogenic bacteria responsible for mastitis. *Journal of Infection*. 54:399-409.
- Pedraza, C., De la maza, E., Alegría, G., & Zúrich, L. (1983). Control de Mastitis Subclínica Bovina durante la Lactancia, mediante el uso de antibióticos intramamarios. Santiago, Chile.
- Pedraza, C. 1991. Efecto de la mastitis clínica sobre la producción de leche. *Agricultura técnica*. Chile. Tomo 51, p. 298-305.
- Philpot, N., Nickerson, S. 1992. Mastitis: el contraataque. *Surge Internacional-Babson Bros*. U.S.A, Pp 1-149.
- Philpot, N., Nickerson, S., 1980. Mastitis Contrataque.

- Philpot, N.W., y Nickerson, S.C. 2000. Ganando la Lucha Contra la Mastitis.
- Pineda, S. M., & Mendieta, N. M. (2007). Estudio de prevalencia de mastitis clínica y subclínica e identificación de los agentes etiológicos involucrados en vacas de la vereda de Santa Bárbara del municipio de Cóbbita. Municipio de Cóbbita, Boyacá, Colombia.
- Pinzón, J. 1989. Mastitis Bovina I. Tipos, Agentes causales y Diagnósticos. (en línea). Consultado 7 may 2007. Consultado el 3 de Abril 2011. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd31/texto/mastitis.htm>
- Prem González, JJ. 1997. Importancia del cultivo bacteriológico y sensibilidad antibiótica de muestras de leche claramente positivas a la prueba de (CMT). Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guatemala. 14(1): 41 – 42.
- Pyorla, SH, EO Pyorala.1998. Efficacy of parenteral administration of three antimicrobial agents in treatment of clinical mas-titis in lactating cows: 487 cases (1989-1995). J Am Vet Med Ass 2121:407-412.
- Quintana, A. MVZ. 2006. Las Células Somáticas en la Calidad de la Leche. VIRBAC AL DIA.
- Rodríguez, G. (2006). Comportamiento de la mastitis bovina y su impacto económico en algunos hatos de la Sabana de Bogotá, Colombia. Revista de Medicina Veterinaria N° 12: 35-55.
- Rodríguez, Y.L. (2000): Determinación de mastitis bovina en Catamacas y Santa María del Real Olancho. Honduras. Tesis para la opción del título de Ingeniero Agrónomo: 1-80
- Ruegg, P. L. (2012). Factores que influyen en el tratamiento de las mastitis clínicas. University of Wisconsin , Madison, USA.
- Santiago, V.C.; Ansalmeti, G.M. (2003). Tratamiento de la mastitis subclínica al secado en explotaciones lecheras del trópico. Bayvet, Bayer. 2003.5:5.
- Sarán, A. (1986). Mastitis Bovina: Enfermedades de la ubre y su control en Israel.
- Solís, M. A. (Julio de 2007). Utilización de la Solución Hipertónica (agua de mar) en el Tratamiento de la Mastitis Bovina en la Finca "Guadalupana". Nagarote, León, Nicaragua.
- Song, X., Perez-Casal, J., Bolton, A. and Potter, A, A. 2001. Surface Expressed Mig Protein Protects Streptococcus dysgalactiae against Phagocytosis by Bovine Neutrophil. Infection and Immunity. 69:6030- 6037.

- Sordelli, D. O., Buzzola, F. R., Gomez, M. I., Steele-Moore, L., Berg, D., Gentilini, E. Catalano, M., Reitz, A. J., Tollersrud, T., Denamiel, G., Jeric, P. and Lee, J. C. 2000. Capsule Expression by Bovine Isolates of *Staphylococcus aureus* from Argentina: Genetic and Epidemiologic Analyses. *Journal of Clinical Microbiology*. 38: 846-850.
- Tollersrud, T., Kenny, K., Reitz, A. J. Jr. and Lee, J. C. 2000. Genetic and Serologic Evaluation of Capsule Production by Bovine Mammary Isolates of *Staphylococcus aureus* and Other *Staphylococcus spp.* from Europe and the United States. *Journal of Clinical Microbiology*. 38:2998-3003.
- Vasi, J., Frykberg, L., Carlson, L. E., Lindberg, M. y Guss, B. 2000. M-Like Proteins of *Streptococcus dysgalactiae*. *Infection and Immunity*. 68:294- 302.
- Velásquez, C. (1993) Prevalencia de Mastitis subclínica en la provincia de Huaura. Informe final CICITE. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión – Huacho.
- Watts, J. L., De Lowery., Teel, J. F, y Rossbach, S. 2000. Identification of *Corynebacterium bovis* and other coryneforms isolated from bovine mammary glands. *J. Dairy Sci*. 83:2373-9.
- Watts, J. L y Rossbach, S. 2000. Susceptibilities of *Corynebacterium bovis* and *Corynebacterium amylocolatum* Isolates from Bovine Mammary Glands to 15 Antimicrobial Agents. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 44:3476-3477.
- Wellenberg, G.J., van der Poel, W. H. M. y Van Oirschot, J. T. 2002. Viral infections and bovine mastitis: a review. *Veterinary Microbiology*. Article 2361, pp. 2-21.
- Wolter, W., Kloppert, B. und M. (1996). Zschöck Eutergesundheitssituation in hessischen Milcherzeugerbetrieben 37. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG, Garmisch-Partenkirchen.
- Wolter, W. Castañeda, V. Kloppert, B. Zschoeck, M . (2002.) La Mastitis Bovina. Universidad de Guadalajara. Zapopan. Jalisco. México.
- Yamagata, M; Goodger, WJ; Weaver, L; Frante, C. 1987. The Economic Benefit of Treating subclinical *Streptococcus agalactiae* Mastitis in lactating cows. *JAVMA*. (US). 191(12): 1556 – 1561.
- Zemanate, A., Grass., 2005. Relación de resultados entre pruebas de resazurina y conteo de células somáticas para la determinación de la calidad higiénica y sanitaria de la leche y los efectos de elevados número de células somáticas en la calidad de la leche procesada. Vol.3. N°1.

Zurita L. 1982. Mastitis bovina con especial énfasis en la realidad nacional. Monogr Med Vet
4, 30-58.

IX. ANEXOS

ANEXO 1

Formato 1

Guía de recolección de datos poblacionales y muestrales para la prevalencia de mastitis

[illegible]

Sustentante de Tesis
Alexandra M. Rivera Suárez

Ing. Pasteur Parrales
Asesor Estadístico

Tutor
Dra. Mireya Lamping L. MSc.

ANEXO 2

Formato 2

Guía de recolección de datos específicos relacionados al diagnóstico de mastitis

[illegible]

Sustentante de Tesis
Alexandra M. Rivera Suárez

Ing. Pasteur Parrales
Asesor Estadístico

Tutor
Dra. Mireya Lamping L. MSc.

ANEXO 3. Ficha de Registro Reproductivo del Rancho Los Peiranos (parte delantera)

RANCHO PEIRANO

REGISTRO DE VACAS EN PRODUCCION

FINCA: Rancho Peirano PROPIETARIO: Letzbia Peirano

Nombre: Almendra Grupo Racial: Reyna 50% Padre: 35y

No. Registro: 31B Primer Celo: Madre: Alondra

Fecha Nac.: 290901 Primer Servicio: Peso al 1er. Serv.:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Observaciones
Fecha Parto	14/12/05	5/12/07	21/10/08	10/04/10								
1	7.97	9.9		8								
2	5.49	7.27		6.3								
3	6.34	7.94	4.2	7.2								
4	5.74	6.41	4.1	7.5								
5	4.05	5.34	4.3	6								
6	4.68	4.83	2.7									
7	5.31	4.55	3.6									
8	5.65	6.59	3.9									
9	5.54	5.85	4.7									
10	5.68	5.11	5.3	6.3								
11	3.98	3.32	4.9	5								
12	3.6		4	5.2								
13	3.95		3.9									
Fecha Secado	040107											

Mes de lactancia

Producción de leche en kilos

ANEXO 3. Ficha de Registro Reproductivo del Rancho Los Peiranos (parte trasera)

REGISTRO REPRODUCTIVO

Fecha de Servicio	Número de Toro	Tipo de Servicio	Palpación		Fecha Probable de Parto	Fecha de Parto	Peso Antes del Parto	Peso después parto	Observaciones
			Fecha	+ -					
200904	42B	M. N.			020705	141205			2 montas antes
	398	M. N.			021007	051207			
	398	M. N.				211008			
	G5	M. N.				100410			
	G5	M. N.							

INFORMACION DE LA CRÍA

N° Parto	Sexo	Identif.	Peso Nacer	Peso Destete	Observaciones	N° Parto	Sexo	Identif.	Peso Nacer	Peso Destete	Observaciones
1	♀	60F	35kg	146kg		5					
2	♀	605	35			6					
3	♂	63K	32			7					
4	♀	M23	30			8					

Cuadro 10. Relación entre los niveles de infestación por mastitis subclínica, tratamiento y costos en Los Peiranos

No.	Nivel de infestación	Tratamiento	Duración	Dosis	*Costo por unidad
	Leve	Gentavet (Gentamicina)	3 días	2.5ml por cuarto	45C\$ frasco de 40ml
	Moderado	Masticen (Cloxacilina)	3 días	10ml por cuarto	25C\$ candela 10ml
	Moderado	Masticilin (Neomicina)	3 días	10ml por cuarto	30C\$ candela 10ml
	Severo	Triffect Forte (Penicilina)	2 días	10, 000 U.I.	123C\$ frasco de 10, 000, 000 U.I.
	Severo	Pentagal (Penicilina)	2 días	10, 000 U.I.	110C\$ frasco de 6, 000, 000 U. I.

*El costo al público data del año 2011

ANEXO 4. Organigrama de ordeño de leche saludable



Foto 2. Sala de ordeño de la unidad de producción en Los Peiranos



Foto No. 3. Hembra de raza Reyna presente en “Los Peiranos”, de nombre Eliza (62G), con 75% Reyna



Foto No. 4. Toro de raza Reyna pura de “Los Peiranos”, de nombre “Señorito”



Foto No. 5. Leche mastítica de tipo clínica



Foto No. 6. Leche mastítica de tipo sub-clínica

