

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE
APURIMAC**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**



**PREVALENCIA Y FACTORES ASOCIADOS A LA MASTITIS
SUBCLINICA BOVINA EN EL SECTOR DE KERAPATA Y ANEXOS,
ABANCAY-APURIMAC 2012**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO Y
ZOOTECNISTA**

Presentado por:

Crhis Stefany Santivañez Ballón

Abancay - Perú

2013



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC	
CÓDIGO	MFN
T MVZ S 8.2 2013	BIBLIOTECA CENTRAL 22 OCT 2013
FECHA DE INGRESO:	
Nº DE INGRESO:	00335

**PREVALENCIA Y FACTORES ASOCIADOS A LA MASTITIS
SUBCLINICA BOVINA EN EL SECTOR DE KERAPATA Y
ANEXOS, ABANCAY-APURIMAC 2012**

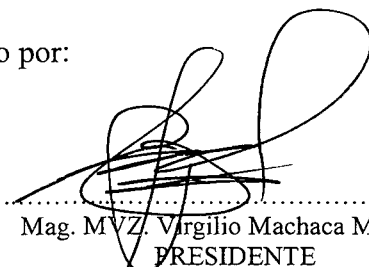


UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC


FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

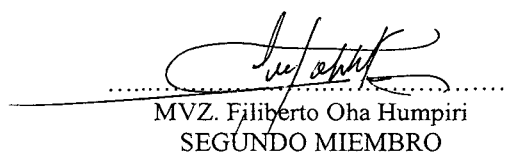
Jurado evaluador conformado por:



.....
Mag. MVZ. Virgilio Machaca Machaca
PRESIDENTE

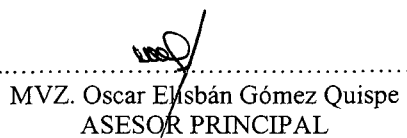


.....
Mag. MV. Sebastiana Virginia Bernilla de la Cruz
PRIMER MIEMBRO

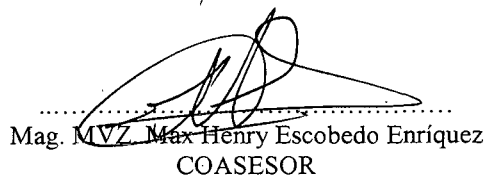


.....
MVZ. Filiberto Oha Humpiri
SEGUNDO MIEMBRO

Asesores:



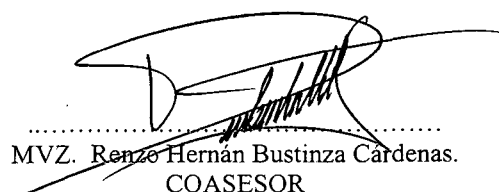
.....
MVZ. Oscar Elsbán Gómez Quispe
ASESOR PRINCIPAL



.....
Mag. MVZ. Max Henry Escobedo Enriquez
COASESOR



.....
MSc. MVZ. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva
COASESOR



.....
MVZ. Renzo Hernán Bustinza Cárdenas.
COASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía a lo largo de la vida.

A mis Abuelos; Lino Ballón Ramos y Juana Pinto Sullcahuaman por ser mi refugio y compañía en los días más necesitados.

A mi madre; Marleny Ballón Pinto, por enseñarme a no rendirme.

A mi hermana; Morelia Espinal Ballón, por ser mi motor y motivo.

Crhis Stefany

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la “Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac”, por el financiamiento de esta Investigación, en el V Concurso de Proyecto de Tesis 2012, organizado por la Dirección de Investigación de la UNAMBA.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por sus docentes y sus enseñanzas impartidas en todos estos años de estudios superiores para el desarrollo de la labor profesional.

Al MVZ. Oscar Elisban Gómez Quispe, asesor de esta Investigación, por su paciencia y dedicación.

A mis coasesores Mag. MVZ. Max Henry Escobedo Enriquez, MSc. MVZ. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva y MSc. MVZ. Renzo Hernán Bustinza Cárdenas por su apoyo incondicional.

A mis amigos y compañeros, Simón Misael Chumbes Segovia y Juan Pablo Cárdenas Fuentes, quienes me apoyaron durante la ejecución de la investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCION	3
II. MARCO TEORICO	5
2.1. ANTECEDENTES	5
2.2. BASES TEORICAS	13
III. MATERIALES Y METODOS	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	46
4.1 PARA EL OBJETIVO N° 01: PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLINICA	46
4.2 PARA EL OBJETIVO N° 02: FACTORES ASOCIADOS A LA PRESENCIA DE MASTITIS SUBCLINICA	55
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	60
VII. BIBLIOGRAFIA	61
ANEXOS	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de la leche bovina (por cada 100 gramos)	17
Cuadro 2. Interpretación de los grados del California Mastitis Test (CMT)	31
Cuadro 3. Valores de interpretación del Odds Ratio	39
Cuadro 4. Reacción del California Mastitis Test a partir de Trazas hasta grado 3	46
Cuadro 5. Reacción del California Mastitis Test a partir de grado 1 hasta grado 3	47
Cuadro 6. Reacción del total de cuartos al California Mastitis Test a partir de Trazas hasta grado 3	49
Cuadro 7. Reacción del total de cuartos al California Mastitis Test a partir de grado 1 hasta grado 3	50
Cuadro 8. Porcentaje de cuartos afectados con mastitis subclínica (Casos positivos a partir de Trazas hasta grado 3)	51
Cuadro 9. Porcentaje de cuartos afectados con mastitis subclínica (Casos positivos a partir de grado 1 hasta grado 3)	52
Cuadro 10. Intensidad de reacción de los cuartos mamarios al California Mastitis Test	53
Cuadro 11. Variables incluidas en el modelo de Regresión Logística	55
Cuadro 12. Variables que afectan a la presentación de mastitis subclínica	56



RESUMEN

El estudio se realizó en el sector de Kerapata y anexos, en el distrito de Tamburco, en la provincia de Abancay, en la región de Apurímac. Siendo los objetivos: Determinar la prevalencia de mastitis subclínica y los Factores asociados a la presencia de esta enfermedad. Para ello, se utilizaron 209 bovinos hembras en producción, de los cuales se tomaron muestras de leche de 828 cuartos mamarios funcionales. La prevalencia se determinó mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT) y los factores de riesgo mediante la regresión logística multivariada.

Se obtuvo una prevalencia para mastitis subclínica de 72,25% para resultados positivos considerados a partir de Trazas (T) hasta grado 3 (+++); y una prevalencia de 65,55% para resultados positivos considerados sólo a partir de grado 1 (+) hasta grado 3 (+++), siendo en ambos casos la prevalencia superior al 50% del total de animales muestreados. La prevalencia de mastitis subclínica por cuartos para resultados positivos considerados a partir de Trazas (T) hasta grado 3 (+++) fue de 48,67% y para resultados positivos considerados sólo a partir de grado 1 (+) hasta grado 3 (+++), fue de 42,27%, existió una mayor reacción de intensidad determinado por los indicadores de grado 1 (+) y grado 2 (++) con porcentajes de 15,46% y 14,61% respectivamente. Referente a los factores de riesgo; la *Raza Holstein* [$\exp(\beta) = OR = 2,117$] y *ausencia de Higiene de manos antes del ordeño* [$\exp(\beta) = OR = 2,096$], tienen un mayor riesgo al presentar la mastitis subclínica alrededor de 2 veces más posibilidad de desarrollarse cuando estos factores están presentes, el factor *edad de 3 a 4 años* [$\exp(\beta) = OR = 0,396$], representa un factor de protección contra la mastitis subclínica, debido a que su OR es menor a 1.



ABSTRACT

The study was conducted in the field of Kerapata and annexes, Tamburco district in the province of Abancay in the Apurimac region. Being the objectives: To determine the prevalence of subclinical mastitis and factors associated with the presence of this disease. For this, female cattle were used in production 209, of which milk samples were functional mammary quarters 828. The prevalence was determined by testing California Mastitis Test (CMT) and the risk factors by multivariate logistic regression.

This gave a prevalence of subclinical mastitis 72.25% for positive results considered from Traces (T) to grade 3 (+++), and a prevalence of 65.55% for positive results considered only from Grade 1 (+) up to grade 3 (+++), and in both cases the incidence of over 50% of animals sampled. The prevalence of subclinical mastitis quarters for positive results considered from Traces (T) to grade 3 (+++) was 48.67% and positive results considered only from grade 1 (+) to grade 3 (+++) was 42.27%, there was a higher reaction intensity indicators determined by degree 1 (+) and level 2 (++) with percentages of 15.46% and 14.61% respectively. Regarding risk factors, the Holstein breed [$\exp(\beta) = OR = 2.117$] and no Hand hygiene before milking [$\exp(\beta) = OR = 2.096$], have a higher risk to present subclinical mastitis around 2 times more likely to develop when these factors are present, the age factor of 3-4 years old [$\exp(\beta) = OR = 0.396$], represents a protective factor against subclinical mastitis, because its OR is less than 1.



I. INTRODUCCION

La mastitis es uno de los más costosos y serios problemas de la industria lechera en todo el mundo (Fetrow *et al.*, 1991), debido a que induce a una disminución del 4 - 30% en la producción de leche, así como también baja su calidad, además de incrementar los costos del cuidado de la salud del hato y un desecho prematuro de animales genéticamente mejorados (Bedolla C y Ponce de León M, 2008). La mastitis es una enfermedad causada por microorganismos que invaden la ubre (Andresen H, 2001), y puede ser provocada por: Lesiones físicas, mala desinfección de las ubres en el ordeño, máquinas de ordeño mal utilizadas, deficiente sellado post-ordeño, mal estado de las camas, entre otros factores que permiten el ingreso de microorganismos patógenos a las glándulas mamarias causando daño físico del tejido y su inflamación (Acuña V y Rivadeneira A, 2008). La probabilidad de una vaca lechera a padecer de mastitis es elevada y dependiendo del grado de afectación de la ubre esta enfermedad se manifiesta o permanece inadvertida (Relova *et al.*, 2008). Un gran número de glándulas con mastitis no se detecta fácilmente mediante la palpación ni por el examen visual de la leche (mastitis subclínica) (Patiño N, 2008).

Los habitantes del sector de Kerapata y anexos se dedican principalmente a la crianza de bovinos de leche, siendo el problema principal la presencia de mastitis, ocasionando la disminución de la calidad y cantidad de leche, lo que genera pérdidas económicas al productor, a esto se le suma los gastos en el tratamiento de la enfermedad, por tanto, el presente trabajo tiene por objetivos determinar la prevalencia de mastitis subclínica bovina e identificar y valorar los factores asociados a esta enfermedad, con el fin de obtener información para la toma de decisiones por las entidades responsables en la



elaboración y ejecución de programas de control de la mastitis, lo que proporcionará una mejora de la calidad y cantidad de leche, que disminuirá los costos de producción, y por tanto mejorará los ingresos económicos de los productores; asimismo el conocimiento de esta información servirá de precedente para futuras investigaciones.



II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Prevalencia de mastitis

Novoa R (2003) al realizar un estudio en 10 lecherías especializadas de la Empresa Pecuaria Rodas, provincia Cienfuegos en Cuba, obtuvo una prevalencia para la mastitis subclínica de 62,2%.

En otro estudio, en tres vaquerías con ordeño manual y una con ordeño mecanizado en la Empresa Pecuaria de Villa Clara en Cuba, Alfonso *et al.* (2008), muestreando 192 vacas, revelaron una prevalencia de mastitis subclínica de 23,6%.

Asimismo, Relova *et al.* (2008) al utilizar el California Mastitis Test (CMT) en una lechería especializada de Cuba y evaluando el estado clínico y microbiológico de la ubre en 20 vacas de primer parto, encontraron de los 78 cuartos mamarios que estaban en producción y 2 que eran ciegos, una prevalencia de cuartos con mastitis subclínica de 77% (60 positivos).

En un estudio realizado en el municipio de Tarímbaro, Michoacán en México por Pastor J y Bedolla J (2008), al muestrear 1488 cuartos en producción, correspondientes a 372 vacas, reportaron que 612 fueron positivos, siendo una prevalencia de 41,12% para cuartos con mastitis subclínica.

En el municipio de Paiwas, departamento de Región Autónoma del Atlántico Norte en Nicaragua, Torrez F y Duartes O (2006), evaluaron mediante CMT 840 cuartos



mamarios, correspondientes a 210 vacas, de los cuales 365 reaccionaron positivos, resultando una prevalencia de 43,45% para cuartos con mastitis.

El estudio realizado por Solís M (2007) en el municipio de Nagarote, departamento de León en Nicaragua, muestra que de 198 muestras analizadas con el CMT, 139 fueron positivas, correspondientes a un 72% de prevalencia para mastitis. Del total de estas muestras positivas, 38% correspondió a mastitis subclínica.

Acuña V y Rivadeneira A (2008), en un trabajo realizado en veinte haciendas con ordeño mecánico ubicadas en la provincia de Pichincha en Sangolqui, Ecuador; encontraron que de 1321 vacas, 141 fueron positivas a la prueba de CMT, siendo una prevalencia para mastitis subclínica de 10,67%.

Ruiz *et al.* (2011), en el estado de Pernambuco, Brasil; estudiaron 11 propiedades productoras de leche bovina, seis con ordeño manual y cinco con ordeño mecánico, se tomó muestras de 185 vacas; con la prueba de CMT se obtuvo prevalencias de 39,3% y 54,8%, para ordeño manual y mecánico respectivamente.

En las granjas lecheras del Altiplano Norte de Antioquia, Colombia; Ramírez *et al.* (2011) efectuaron un estudio de corte transversal sobre la prevalencia de mastitis bovina en una muestra de 877 animales, con la prueba de CMT se detectó 39,5% de prevalencia para mastitis subclínica y 1,7% para mastitis clínica.

En un estudio realizado por Coronel *et al.* (2011) en el establo de la Estación Experimental Agropecuaria - Satipo, ubicado en el distrito de Río Negro, Satipo, Junín



(Perú); se tomaron muestras de leche de 132 cuartos mamarios de un total 34 vacas cebú y se evaluaron mediante el CMT, obteniéndose una prevalencia de mastitis subclínica general de 8,82% y una prevalencia de mastitis subclínica para cuartos mamarios de 6,06 %.

En un proyecto de mejoramiento ganadero lechero de la comunidad campesina de Tielacayan, Cerro de Pasco, Perú; Martel *et al.* (2011) diseñaron un estudio de corte transversal con 30 vacas, donde la determinación de la mastitis subclínica se diagnosticó aplicando la prueba de CMT, demostrándose una prevalencia de 56,7%.

Zambrano P y Aleman J (1991), en la Irrigación la Joya (Planta de Vitor de Gloria S.A.), distrito de la Joya, departamento de Arequipa en Perú; tomaron 659 muestras de leche de los porongos, que corresponden a cada establo lechero. Los resultados determinaron una prevalencia del 33% de mastitis.

Asimismo, Cuayla E (2010) en el distrito de Majes, Provincia de Caylloma en Arequipa (Perú), analizó cada uno de los cuartos mamarios mediante el CMT a un total de 414 vacas en producción; se encontró una prevalencia de 62,3% de casos positivos a mastitis subclínica.

Adrianzén G y Rodríguez L (2007), en la comunidad de Unión Paqchaq, distrito de Vinchos, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho en Perú; utilizaron 36 vacas en producción, de las cuales obtuvieron 144 muestras de leche, las cuales fueron analizadas con la prueba modificada de whiteside, resultando una prevalencia de 83,3% para mastitis subclínica.



En un proyecto de asistencia técnica y capacitación en las provincias de la región Apurímac, Perú; Vargas R y Gómez O (2010) realizaron un diagnóstico de mastitis en el distrito de Tamburco, Abancay; abarcando Kerapata y los distintos anexos, encontrando una prevalencia para mastitis subclínica de 60%.

2.1.2. Factores asociados a la presencia de mastitis

Novoa R (2003), realizó un estudio en Cuba, donde encontró que de la asociación entre la mastitis subclínica y 20 variables evaluadas, 15 de ellas constituían factores de riesgo potenciales. El resto de las variables (partos múltiples, período de lactancia de 7-100 días, más de 5 lactancias por animal, trastornos reproductivos y alineación incorrecta de las unidades de ordeño), no estuvieron asociadas a la presentación de la enfermedad. En tal sentido, la colocación de la máquina de ordeño a los cuartos clínicos con un Odds Ratio (OR) = 7,008 constituyó el factor con mayor fuerza de asociación, al presentar la mastitis alrededor de 7 veces más posibilidades de desarrollarse cuando él está presente. Le siguieron en orden de importancia, el resbalamiento de las pezoneras, la edad avanzada y la condición corporal desfavorable ($CC = < 2,5$ puntos), que aunque presentan una menor fuerza de asociación, no dejan de ser importantes porque generan más del doble de las posibilidades de que se presente la mastitis. El resto de los factores de riesgo poseen un grado de asociación más bajo, ya que su OR (posibilidad de que la enfermedad ocurra) es menor a 1.

En el mismo país, en la Empresa Pecuaria Villa Clara, Alfonso *et al.* (2008), determinaron que los factores que influyen en los elevados valores de prevalencia de mastitis subclínica, fueron los siguientes: El incumplimiento de la rutina de ordeño (despunte inadecuado, incorrecto secado de ubres, mala alineación de la unidad de

ordeño, se comienza a lavar las ubres por la última vaca que entró a la sala de ordeño, no se desinfectan los pezones después del ordeño y las vacas con mastitis clínica se ordeñan junto con el resto de las vacas), las malas condiciones del equipo de ordeño (existen problemas con la higiene del equipo de ordeño contando en muchas ocasiones solamente con agua caliente para su lavado, mal estado de las pezoneras encontrándose porosas, agrietadas y dilatadas lo que provoca entrada de leche al sistema de vacío y aire a las pezoneras con la consecuente caída al piso contaminado) y el avanzado período de lactación.

Asimismo, Novoa *et al.* (2005) realizaron un estudio observacional de diseño transversal, apoyado en una investigación anamnésica de las condiciones de explotación de 10 rebaños, ubicados en lecherías de la región centro sur de Cuba, se evaluó 18 variables, 13 de ellas constituyen factores de riesgo potenciales para la presencia de mastitis. El resto de las variables (partos múltiples, período de lactancia de 7-100 días, más de 5 lactancias por animal, trastornos reproductivos y alineación incorrecta de las unidades de ordeño), no estuvieron asociadas a la presentación de la enfermedad. También se determinó el grado de asociación que presentaron tales factores, lo que permite determinar cuál o cuáles son los de mayor importancia. En tal sentido, el resbalamiento de las pezoneras con un Odds Ratio (OR) = 2,355 constituyó el factor con mayor fuerza de asociación, al presentar la mastitis subclínica alrededor de 2,4 veces más posibilidades de desarrollarse cuando él está presente, le siguieron en orden de importancia, la edad avanzada y la condición corporal desfavorable (CC < 2,5 puntos), que aunque presentan una menor fuerza de asociación, no dejan de ser importantes porque generan más del doble de las posibilidades de que se presente este tipo de



mastitis. El resto de los factores de riesgo poseen un grado de asociación más bajo, ya que su OR (posibilidad de que la enfermedad ocurra) es menor a 1.

En Cuba; Relova *et al.* (2008) encontraron que los casos de mastitis identificados estuvieron influenciados de forma directa, por la inadecuada rutina de ordeño y fallas en el tratamiento de casos clínicos. La rutina del ordeño en la unidad se incumple en un 60%, tanto la presión de vacío como las pulsaciones resultaron elevadas, lo que favorece el daño de los pezones y con ello el proceso de colonización e instauración de las infecciones intramamarias, tampoco se realiza adecuada terapia de vacas clínicas ni de vacas secas, por lo que la mayoría de las vacas en el período de secado se mantienen afectadas por alguna de las manifestaciones de la enfermedad, constituyendo así una fuente constante de infección.

En el trabajo realizado por Ramírez *et al.* (2011) se efectuó un estudio de corte transversal sobre la prevalencia de mastitis bovina en una muestra representativa de las granjas lecheras del altiplano norte de Antioquia, Colombia. El análisis de regresión reveló que las vacas que tuvieron más de seis meses de lactancia presentaron una Odds Ratio (OR) = 2,65; siendo el factor con mayor fuerza al presentar la mastitis subclínica alrededor de 3 veces más posibilidades de desarrollarse cuando este factor está presente; se halló un OR = 1,24 para la edad, lo cual indica una menor fuerza de asociación entre este factor y la presentación de la mastitis, sin embargo es un factor de riesgo; el lavado de manos es un factor de protección contra la presentación de la mastitis, debido a su OR = 0,36 (OR < 1).



En un estudio realizado por Coronel *et al.* (2011) en el establo de la Estación Experimental Agropecuaria - Satipo, ubicado en el distrito de Rio Negro, Satipo, Junín (Perú), se tomaron muestras de leche procedentes de 34 vacas cebú y 132 cuartos mamarios, se evaluaron mediante el CMT, se determinó la no existencia de diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre edad y cuartos respecto a la reacción al CMT, en relación al número de partos si existió diferencia significativa en relación al CMT, esto nos indica a mayor número de partos mayor es la prevalencia de la mastitis subclínica.

En otro estudio Martel *et al.* (2011), realizaron mediante la prueba de CMT una evaluación de 30 vacas pertenecientes al proyecto de mejoramiento ganadero lechero de la comunidad campesina de Ticlacayan, Cerro de Pasco, en Perú, donde se encontraron asociaciones estadísticas significativas ($P \leq 0,00$) entre los factores de falta de conocimiento entre las prácticas de ordeño y la falta de conocimiento en el tipo de alimento y la prevalencia de mastitis subclínica.

Zambrano P y Aleman J (1991), en la Irrigación la Joya (Planta de Vitor de Gloria S.A.), distrito de la Joya, departamento de Arequipa (Perú) entre 1989-1991, realizaron una encuesta para determinar algunos factores predisponentes para mastitis subclínica, los cuales fueron: La mayoría de ganaderos desconocen las pruebas para diagnosticar y alertar la presencia de mastitis subclínica en sus vacas, la falta de un adecuado manejo e higiene durante el ordeño y la falta de mantenimiento e higiene de la máquina de ordeño.

Asimismo, en el distrito de Majes, provincia de Caylloma en Arequipa (Perú), Cuayla E (2010) analizó cada uno de los cuartos mamarios mediante el CMT a un total de 414



vacas en producción. Dentro de los factores epidemiológicos, en la higiene de la maquina ordeñadora se observó que el tiempo entre lavado y lavado es muy largo, siendo esta una causa para la infección de mastitis subclínica.



2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Definición de mastitis

El término es derivado del griego, compuesto por el vocablos: Mastos = pecho, senos, tetas, y el sufijo itis = inflamación (Philpot N y Nickerson S, 2000). La mastitis bovina, es una reacción inflamatoria de la glándula mamaria, y produce alteraciones físicas y químicas en la leche, aumento del número de células somáticas por la presencia de microorganismos patógenos y finalmente cambios como la pérdida de la funcionalidad; esta reacción inflamatoria ocurre como consecuencia de la respuesta de los tejidos a lesiones traumáticas, a sustancias irritantes o la presencia de agentes infecciosos y sus toxinas que han logrado colonizar el tejido secretor (Miller G y Bartlett P, 2004). Aunque en muchos casos hay tumefacción, calor, dolor y endurecimiento de la glándula mamaria; la mastitis no se identifica fácilmente, ni por examen visual ni por leche obtenida en la copa de ordeño (Gasque R, 2008).

2.2.2. Microorganismos causantes de la mastitis

2.2.2.1. Mastitis por *Streptococcus*

Se presenta formas clínicas y subclínicas, en el caso del *S. agalactiae*, el tejido secretor se atrofia rápidamente o se hace fibroso e improductivo en forma permanente (Gasque R, 2008). Esta bacteria es el agente asociado clásico de la mastitis bovina y es altamente contagioso (Wolter *et al.*, 2004). La mastitis por *S. dysgalactiae* generalmente es subclínica, estas infecciones son transitorias y no causan daños serios (Gasque R, 2008). Respecto al aislamiento de microorganismos productores de la mastitis bovina, se detectó una mayor frecuencia (62,5%) de *S. agalactiae* (Alfonso *et al.*, 2008). Otros estreptococos, como el *uberis*, se localizan en piel y superficie de la ubre así como en



vejiga y vagina, generalmente no se transmite de vaca a vaca durante el ordeño (Gasque R, 2008).

2.2.2.2.Mastitis por *Staphylococcus aureus*

Uno de los tipos más comunes de mastitis crónica es causado por esta bacteria, generalmente es subclínica, aunque las vacas pueden tener ataques agudos o subagudos, especialmente en la etapa posparto; una vez establecida, es de difícil tratamiento con antibióticos, por lo que la eliminación puede ser la única opción para animales con afección crónica (Gasque R, 2008). Respecto al aislamiento de microorganismos productores de la mastitis bovina, se detectó una presencia de 12,5% para *S. aureus* (Alfonso *et al.*, 2008).

2.2.2.3.Mastitis por coliformes

Este tipo de mastitis es causado por varios tipos de gérmenes, que incluyen: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Enterobacter aerogenes*; el 90% de los casos de este grupo son producidos por *Escherichia coli*, y se produce en hatos con lotes pavimentados, sucios, húmedos y sobre poblados (Gasque R, 2008). Las mastitis por *E. coli* se han observado frecuentemente en las primeras semanas de lactación, después del parto (Wolter *et al.*, 2004). La *E. coli* es habitante natural del tracto intestinal y en consecuencia el estiércol es su mayor fuente, sobre todo en época de lluvias; las mastitis coliformes puede tener varios efectos sobre la vaca: Los casos leves se recuperan en varios días, los casos crónicos persisten varios meses, lo más común es la infección aguda o sobreaguda que se acompaña con fiebre y anorexia con leche acuosa, serosa y amarillenta con grumos (Gasque R, 2008).



2.2.2.4.Otros agentes infecciosos causantes de Mastitis

Otros microorganismos infecciosos causantes de mastitis son: *Mycoplasma bovis*, *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Nocardia asteroides* (Gasque R, 2008).

2.2.3. Tipos de mastitis

Según la intensidad de la inflamación la mastitis se clasifica en: Mastitis Clínica y Mastitis Subclínica (Bradford P, 2010).

2.2.3.1.Mastitis Clínica

La mastitis clínica se caracteriza por anomalías visibles en la leche, en la ubre, o en ambos (Hovinen M y Pyörälä S, 2011). En la mastitis clínica, el cuarto afectado se inflama, hay dolor, edema, presencia de coágulos y grumos y se torna amarilla o rojiza por la presencia de pus o de sangre; en casos severos hay aumento de la temperatura y del pulso, decaimiento, pérdida del apetito y baja de la producción (Calderón A y Rodríguez V, 2008). La mastitis clínica se clasifica, a su vez, según el grado de severidad en: *a) Mastitis clínica subaguda*, se caracteriza porque no existen cambios sistémicos y los cambios en la glándula y su secreción son menos notables (Merck y Co, 2000). *b) Mastitis clínica aguda*, que puede resultar de un arranque repentino o derivarse de la exacerbación de un caso crónico, se presenta en cualquier momento, pero es más frecuente después del parto (Gasque R, 2008). *c) Mastitis clínica hiperaguda*, que es poco frecuente y se caracteriza por atacar muy rápidamente, su expresión es mucho más severa (Philpot N y Nickerson S, 2000). *d) Mastitis crónica*, caracterizada porque la infección tiene más de 5 días y se pierde el 50% de producción,



a menudo es acompañada de endurecimiento de la glándula y la cisterna (Cano P, 2004).

e) *Mastitis gangrenosa*, donde la piel de la glándula mamaria o del pezón puede volverse fría, negra o crepitante, y puede expulsar gas cuando se ordeña el pezón (Bradford P, 2010).

2.2.3.2. Mastitis Subclínica

La mastitis subclínica se caracteriza generalmente por un aumento en el recuento de células somáticas (RSC) y una caída del 15-45% de la producción diaria de leche, en ausencia de cambios visibles tanto en la leche como en la misma ubre (Dohoo I. y Meek A, 1982). Es de 15 a 40 veces más prevalente que la forma clínica y no puede ser detectada visualmente, ni en la ubre ni en la leche, ya que ambas tienen apariencia normal; sin embargo puede ser detectada mediante diversos test que denotan la presencia de los microorganismos o por un aumento en el recuento de células somáticas (RCS), siendo rara vez peligrosa para el tejido mamario o para la vida de la vaca (Philpot N y Nickerson S, 2000).

2.2.4. Composición de la leche Bovina

La leche es el producto normal de secreción de la glándula mamaria, es un producto nutritivo complejo que posee más de 100 sustancias que se encuentran ya sea en solución, suspensión o emulsión en agua; por ejemplo: La caseína se encuentra dispersa como un gran número de partículas sólidas tan pequeñas que no sedimentan, la grasa y las vitaminas se encuentran en la leche en forma de emulsión; la lactosa (azúcar de la leche), algunas proteínas séricas, sales minerales y otras sustancias se encuentran disueltas en el agua de la leche (solubles); asimismo, la composición de la leche



(Cuadro 1), varía considerablemente con la raza de la vaca, el estado de lactancia, alimento, época del año y muchos otros factores (Wattiaux M, 1999a).

CUADRO 1: COMPOSICIÓN DE LA LECHE BOVINA (POR CADA 100 GRAMOS)

Nutriente	Cantidad
Agua (g)	88,0
Energía (kcal)	61,0
Proteína (g)	3,2
Grasa (g)	3,4
Lactosa (g)	4,7
Minerales (g)	0,72

Fuente: Wattiaux M, 1999a.

2.2.5. Anatomía y Fisiología de la glándula mamaria

La ubre bovina está constituida por cuatro glándulas mamarias o "cuartos", cada cuarto es una unidad funcional que opera independientemente y drena la leche por medio de su propio canal (Wattiaux M, 1999b). El interior de cada cuarto mamario se compone de la cisterna del pezón, la cisterna de la glándula, numerosos conductos galactóforos y tejido secretor; el tejido secretor, o porción glandular del cuarto, contiene millones de sacos microscópicos denominados alveolos, estos están recubiertos por cientos de células epiteliales que producen leche (Philpot N y Nickerson S, 2000). Los nutrientes necesarios para la síntesis de leche llegan a la glándula mamaria a través del sistema circulatorio y son transportados a estas células epiteliales o directamente a la luz alveolar; la caseína, la lactosa y la grasa se sintetizan dentro de las células epiteliales y se secretan a la luz donde se combinan con otros constituyentes para formar la leche; una proporción de la leche sintetizada entre los ordeños (fracción cisternal) drena de los alveolos a través de una serie de conductos progresivamente mayores para almacenarse en las cisternas de la glándula, pero la mayor parte de la leche (fracción alveolar) permanece en los alveolos hasta que se produce la eyección de la leche; cuando se



manipulan los pezones en el momento del ordeño, un reflejo neuronal, hace que la glándula hipófisis libere oxitocina al torrente sanguíneo, y la leche se propulsa cuando las células mioepiteliales que rodean a los alveolos y conductos adyacentes se contraen en respuesta a la unión de la oxitocina; cuando la resistencia del conducto mamario es superada por la presión de la leche en el pezón o por el ordeño o la succión, la leche sale a través del orificio del pezón; el estrés o la excitación, puede inhibir la liberación de oxitocina de la hipófisis o la unión de la oxitocina a las células mioepiteliales, lo que evita la eyección de leche (Bradford P, 2010).

2.2.6. Patogenia

2.2.6.1. Invasión del pezón

El pezón en sí, es la primera línea de defensa contra la penetración de bacterias dentro de la ubre, normalmente el esfínter cierra el canal del pezón fuertemente cuando la vaca no es ordeñada (Solís M, 2007). La invasión del pezón se presenta generalmente durante el ordeño, los organismos presentes en la leche o en la punta del pezón son impulsados dentro del canal del pezón y de la cisterna cuando existe la entrada indeseable de aire en la unidad de ordeño (desprendimiento o pérdidas de la unidad o remoción de la pezonera sin haber antes cerrado el vacío); luego del ordeño el canal del pezón permanece dilatado por una o dos horas, inclusive el canal del pezón dañado puede permanecer parcialmente o permanentemente abierto, y los microorganismos presentes en el medio ambiente (materia fecal, cama, etc.) o aquellos que se encuentran en lesiones de la piel y en la punta del pezón pueden invadir fácilmente el canal del pezón (Wattiaux M, 1999c).



2.2.6.2. Establecimiento de la infección

La capacidad que tienen las bacterias de adherirse a los tejidos que recubren el interior de la glándula mamaria influye sobre la probabilidad de permanecer dentro del cuarto infectado (Philpot N y Nickerson S, 2000). Algunas bacterias pueden avanzar dentro de la ubre, y colonizar nuevos tejidos, provocando daño primero a los tejidos que recubren los grandes tubos colectores de leche, y pueden enfrentarse con los leucocitos (células blancas) presentes naturalmente en bajas cantidades en la leche; estos leucocitos son la segunda barrera de defensa debido a que pueden englobar y destruir a las bacterias, durante este proceso los leucocitos liberan sustancias que atraen a más leucocitos desde el torrente circulatorio hacia la leche, y si las bacterias no son totalmente destruidas, pueden continuar multiplicándose y comenzar a invadir los pequeños conductos y áreas alveolares (Wattiaux M, 1999c).

2.2.6.3. Inflamación del área dañada

Las células secretoras de leche dañadas por las toxinas producidas por las bacterias, liberan sustancias irritantes que conducen a un incremento en la permeabilidad de los vasos sanguíneos, iniciando la respuesta inflamatoria; leucocitos adicionales migran al lugar de la infección para dirigirse al tejido alveolar y el tejido secretor de leche dañado, junto a fluidos, minerales y factores de coagulación (Wattiaux M, 1999c), para enfrentar las toxinas bacterianas y reparar los tejidos dañados, lo que causa inflamación local (Philpot N y Nickerson S, 2000). Si los mecanismos de defensa combaten la infección con rapidez y eficacia, la mastitis será leve y transitoria, pero cuando los mecanismos de defensa se ven alterados o el microorganismo es capaz de evadir las defensas normales, puede aparecer una mastitis grave o crónica; la intensidad de la respuesta inflamatoria determina si la mastitis es clínica o subclínica (Bradford P, 2010).



2.2.6.4. Destrucción del tejido alveolar

Algunas veces los microorganismos son eliminados rápidamente y la infección se aclara, en este caso, los conductos tapados se abren y la composición y producción de leche retorna a la normalidad en varios días, aun así, a medida que la infección persiste y los conductos se mantienen tapados, la leche retenida hace que las células secretoras pasen a una etapa de descanso (sin producir) y el alvéolo comienza a reducir su tamaño; las sustancias liberadas por los leucocitos conducen a una destrucción completa de las estructuras alveolares, que posteriormente son reemplazadas por tejido conectivo y cicatrizal; la destrucción del tejido secretor de leche, es la tercera línea de defensa de la vaca para mantener la infección bajo control, y a medida que la enfermedad progresa el número de células somáticas en la leche se eleva y se asocia con una reducción permanente en la producción de leche (Wattiaux M, 1999c).

2.2.7. Mecanismos de defensa de la glándula mamaria

2.2.7.1. Mecanismos No Inmunológicos o Inespecíficos

a. Anatómicos

El canal o conducto del pezón y el tejido musculoelástico que lo rodea constituyen la barrera física primaria a la invasión microbiana (Bradford P, 2010). El esfínter mantiene firmemente cerrado al canal entre los ordeños y evita la penetración de las bacterias (Philpot N y Nickerson S, 2000). El conducto del pezón es un cilindro estrecho con pliegues longitudinales recubierto de epitelio escamoso estratificado; la forma tortuosa del conducto proporciona protección física frente a la infección, como su riqueza en queratina, que producen continuamente las células epiteliales y que recubre el conducto (Bradford P, 2010). La queratina actúa ejerciendo un efecto físico, de adsorción de las bacterias, impidiendo su paso y futura colonización de la glándula; luego las bacterias



retenidas en la queratina más las células en proceso normal de descamación, son removidas por la leche durante el ordeño (Corbellini C, 2002).

b. Solubles

Entre los mecanismos no-inmunológicos solubles que forman parte de la defensa de la glándula mamaria cabe mencionar a la lactoferrina y la lactoperoxidasa como los más relevantes de este tipo de compartimiento (Meglia G y Mata H, 2001). La lactoferrina es una glucoproteína ligadora de hierro producida por las células epiteliales mamarias y que se encuentran en los gránulos de los neutrófilos (Bradford P, 2010), inhibe el crecimiento de las bacterias por su propiedad de formar compuestos que ligan el hierro, privando de este elemento a las bacterias que lo necesitan, como los coliformes (Philpot N y Nickerson S, 2000). Esta proteína es encontrada en pequeñas cantidades en la leche de glándulas normales sanas y tiene poca actividad durante la lactancia; sin embargo, las concentraciones de lactoferrina se incrementan durante la involución temprana y se convierte en la proteína sérica principal de las secreciones de glándulas secas, la cual puede prevenir nuevas infecciones coliformes, y debido a que muchos estreptococos tienen bajos requerimientos de hierro, el efecto de la lactoferrina en estos organismos es mínimo (Nickerson S, 1989). El sistema de lactoperoxidasa-tiocianato-peróxido de hidrógeno en leche inhibe el crecimiento de las bacterias como *Staphylococcus aureus*, así como de la mayoría de los estreptococos y coliformes; y la lisozima destruye determinadas bacterias por destrucción de su pared celular (Philpot N y Nickerson S, 2000).



2.2.7.2. Mecanismos Inmunológicos o Específicos

a. Celulares

La secreción láctea posee un componente celular constituido básicamente por polimorfonucleares (neutrófilos), macrófagos, linfocitos y, células epiteliales (Meglia G y Mata H, 2001). La función específica de los neutrófilos es fagocitar y destruir microorganismos (Corbellini C, 2002), su capacidad bactericida está dada por dos sistemas denominados “dependiente de oxígeno” e “independiente de oxígeno”. La ingestión de microorganismos conduce a un mayor consumo de oxígeno y a la generación de radicales oxígeno libre, como el anión superóxido y el peróxido de hidrógeno que interactúan para formar radicales hidroxilo, que son muy bactericidas: Los gránulos del neutrófilo contienen bactericinas y defensinas, que tienen actividades antibacterianas y antimicóticas de espectro amplio, estas proteínas junto a la lactoferrina, las enzimas hidrolíticas y otras sustancias diversas contenidas en los gránulos del neutrófilo, contribuyen a la actividad bactericida independiente de oxígeno de los microorganismos patógenos fagocitados; una vez que los neutrófilos han completado sus funciones antimicrobianas son eliminados mediante la muerte celular programada (Bradford P, 2010), seguidamente los neutrófilos son reconocidos y fagocitados por los macrófagos, evitando la liberación de productos tóxicos en la glándula (Meglia G y Mata H, 2001). Los macrófagos son los leucocitos predominantes de la leche normal, ingieren y matan microorganismos, pero se ven muy superados por los neutrófilos durante la mastitis; los macrófagos procesan y presentan el antígeno a los linfocitos T, lo que les capacita para secretar citocinas, activar linfocitos B y ejercer la supresión citotóxica y las funciones de memoria; en la leche, los linfocitos CD8⁺ (memoria, citotóxicos y supresores) predominan sobre los linfocitos CD4⁺ (cooperadores) (Bradford P, 2010); las funciones biológicas de los linfocitos T CD4⁺



son la producción de citocinas y la activación de la respuesta inmunitaria celular y humoral, y los linfocitos T CD8⁺ tienen la capacidad de destruir blancos específicos, como células infectadas con virus o cancerígenas, o de producir ciertas citocinas con efecto supresor de la respuesta inmune (Sordillo *et al.*, 1997); la leche también contiene linfocitos T $\gamma\delta$, que ayudan a regular la respuesta inflamatoria o a reparar las células epiteliales dañadas, así como también a linfocitos citolíticos espontáneos (NK), que son citotóxicos (Bradford P, 2010). Por el contrario, el principal rol de los linfocitos B es el de producir anticuerpos contra los microorganismos invasores; a diferencia de los macrófagos y neutrófilos, los linfocitos B utilizan los receptores de membrana para reconocer antígenos específicos (Sordillo *et al.*, 1997). Las células epiteliales se consideran mediadores de la respuesta inmunitaria innata temprana a la infección; los receptores de tipo Toll, que se encuentran en las células epiteliales, reconocen componentes bacterianos conservados, como el lipopolisacárido de las bacterias gram negativas o el ácido lipoteicoico de las bacterias gram positivas; la unión de estas, lleva a una cascada de acontecimientos que causa la producción y liberación de citocinas proinflamatorias y de quimiocinas (Bradford P, 2010).

b. Solubles

Entre los mecanismos inmunológicos solubles cabe mencionar al complemento y a las inmunoglobulinas (Meglia G y Mata H, 2001). La concentración del complemento en la leche de glándulas sanas es baja, incrementándose cuando la inflamación se desarrolla; el complemento desempeña un papel importante en la inmunidad contra los microorganismos a través de sus funciones como opsonización de microorganismos (C3b), quimiotaxis de neutrófilos (C5a) y lisis de bacterias (C5b-9) (Rainard P, 2003). Las concentraciones de inmunoglobulinas (Ig) son bajas en la leche normal pero



aumentan en respuesta a la infección intramamaria; pueden ser producidas en la misma glándula o derivar del torrente sanguíneo; la llegada de las Ig opsonizadoras (IgM e IgG2 en el ganado bovino) posibilita una fagocitosis eficiente de los microorganismos por los neutrófilos, y otras Ig no opsonizadoras (IgG1 e IgA) tienen otras funciones como la neutralización de toxinas bacterianas, la aglutinación de bacterias y la prevención de la adherencia bacteriana a las células epiteliales (Bradford P, 2010).

c. **Citocinas**

Tienen una gran importancia las interleucinas (IL), los interferones (IF), el factor de necrosis tumoral ($TNF\alpha$) y los factores estimulantes de colonias (CSF), y son producidos por los macrófagos, los linfocitos T y las células epiteliales; las citocinas interactúan con los receptores situados sobre las células diana para estimular la liberación de los leucocitos, potenciar el reclutamiento y la activación de los neutrófilos, influir en la producción de anticuerpos por los linfocitos B, dirigir la respuesta inflamatoria a la infección y, en algunos casos, inducir el shock tóxico (Bradford P, 2010).

2.2.8. Células Somáticas

El término “somático” significa “relativo al cuerpo”, entonces las células somáticas son “células del cuerpo”; el recuento de células somáticas (RCS) está compuesto principalmente de glóbulos blancos: Macrófagos (60 %), linfocitos (25%) y neutrófilos o leucocitos neutrófilos polimorfonucleares (15%); aproximadamente el 99 % de todas las células presentes en la leche de un cuarto infectado son glóbulos blancos, mientras que el 1% restante son células secretoras de leche provenientes del tejido mamario, ambos tipos de células componen el RCS de la leche, que generalmente se expresa por



mililitro; las células somáticas tienen dos propósitos en la ubre: Combatir a los microorganismos infectantes mediante un proceso llamado fagocitosis que los envuelve y destruye, e intervenir en la reparación del tejido secretor que ha sido dañado por alguna infección o lesión; En cuartos mastíticos el RCS puede ascender a 1 millón/ml., debido a los neutrófilos que migran desde la sangre hacia la leche para fagocitar y matar a las bacterias (Philpot N y Nickerson S, 2000).

2.2.9. Factor de riesgo

Un factor de riesgo es cualquier característica o circunstancia detectable de un animal o grupo de animales, que se sabe está asociada con un aumento en la probabilidad de padecer, desarrollar o estar especialmente expuesto a una enfermedad; estos factores de riesgo (biológicos, ambientales, de manejo, entre otros), pueden sumarse unos a otros, aumentando el efecto aislado de cada uno de ellos y produciendo un fenómeno de interacción (Pita *et al.*, 1997).

2.2.10. Factores de riesgo relacionados a la mastitis

2.2.10.1. Factores asociados al animal

a. Raza

Existe mayor riesgo de presentar mastitis para vacas de raza Holstein con respecto a vacas de otras razas (Ramírez *et al.*, 2011), esto ocurre porque esta raza posee alelos en sus genes, los cuales han sido asociados con la susceptibilidad a enfermedades infecciosas como la mastitis bovina (Zambrano *et al.*, 2011). En otras investigaciones sobre mastitis, se encontró que la prevalencia de la infección resultó ser de aproximadamente el doble en las Jersey que en las Holstein (Philpot N y Nickerson S,



2000). Asimismo, se encontró una cifra inferior de prevalencia de mastitis para vacas Cebú, debido a la resistencia de esta raza (Coronel *et al.*, 2011).

b. Edad

Las vacas más viejas, que no han sido infectadas, y que no tienen heridas permanentes ni en los pezones ni en la ubre, deberían continuar produciendo leche con bajo recuento de células somáticas (RCS); sin embargo, la leche de vacas viejas normalmente tiene alto RCS, lo que fue confirmado en una investigación donde el promedio del RCS, independientemente del estado de la infección, fue 232,000/ml para vacas en la primera lactancia y 868,000/ml para aquellas de más de 7 años de edad; la principal razón de que las vacas más viejas tengan un mayor RCS, es que la probabilidad de infección es mayor debido a una exposición prolongada a los microorganismos de mastitis, y que algunas infecciones pueden volverse crónicas, con gran cantidad de tejido cicatrizal en la ubre aún después de eliminadas las infecciones por medio de terapia, lo que a menudo incrementa el RCS por un período de tiempo prolongado; asimismo, el sistema inmunológico de las vacas viejas puede no ser tan eficiente como en las vacas jóvenes y esto contribuiría a un aumento en la tasa de infección (Philpot N y Nickerson S, 2000).

c. Días de lactancia

Los recuentos celulares tienden a ser mayores durante el principio y el final de la lactación y el porcentaje de neutrófilos aumenta al final de la lactación (Quinn *et al.*, 2002).



d. Número de parto

Existe una asociación positiva de la mastitis con el número de partos (Ramírez *et al.*, 2011); esto indica que, a mayor número de partos mayor es la presencia de mastitis (Coronel *et al.*, 2011).

e. Condición Corporal

La condición corporal desfavorable ($CC < 2.5$ puntos), constituye un factor importante, pues genera más del doble de las posibilidades de que se presente la mastitis (Novoa R, 2003).

f. Heridas Físicas

La abrasión del orificio del pezón aumenta el riesgo de infección intramamaria; y el traumatismo del extremo del pezón afecta en la función del conducto del pezón y predispone a la infección, el traumatismo puede tener lugar cuando una vaca se pisa el pezón o como consecuencia del proceso de ordeño (Bradford P, 2010). Los pezones con heridas deben conservarse en condiciones óptimas de limpieza, debido a que si las bacterias ingresan a la herida, pueden provocar mastitis; estas lesiones son ideales para la colonización de bacterias, que luego pueden ingresar a la ubre en desarrollo (Philpot N y Nickerson S, 2000).

2.2.10.2. Factores asociados al manejo

a. Personal

Cuando se utiliza un personal con falta de capacitación o cuando la carga de trabajo es muy intensiva y la gratificación por su desempeño es limitada; se propicia la



presentación de actividades que repercuten negativamente en la salud de la ubre y en la calidad de la leche (Patiño N, 2008).

b. Tipo de ordeño

Desde el punto de vista sanitario la forma de ordeñar al ganado resulta importante en el estado de salud de las ubres y en la calidad de la leche que se produce, la carga bacteriana varía significativamente entre métodos de ordeño (Ávila *et al.*,2002).

c. Higiene en el ordeño

Los procedimientos de higiene durante el ordeño como, lavado de manos, lavado de la ubre y pezones con agua potable, desinfectantes, secado con toallas desechables individuales antes de cada ordeño, higiene de la unidad de ordeño y utensilios; y desinfección o sellado de los pezones con material que haya mostrado capacidad para bloquear el crecimiento y desarrollo microbiano, previenen la transmisión de microorganismos entre vacas y disminuye la población microbiana sobre la piel del pezón (Solís M, 2007) .

d. Tamaño del hato

Los hatos grandes suelen tener menor RCS que los hatos pequeños; esto se explica, en parte, porque algunos hatos pequeños no gozan de la misma calidad de manejo que los hatos grandes, y la producción de leche suele ser mayor en hatos grandes, lo que generalmente trae un menor RCS (Philpot N y Nickerson S, 2000).



2.2.10.3. Factores asociados al microorganismo

El desarrollo de una nueva infección depende tanto del tipo, número y patogenicidad de las bacterias presentes en el ambiente productivo (Corbellini C, 2002).

2.2.10.4. Factores asociados al medio ambiente

Se reduce la exposición de los pezones a los microorganismos patógenos al contar con un medio ambiente higiénico y seco, evitando que las vacas se echen o atraviesen lugares con barro en las dos horas post-ordeño; para ello las vacas deben tener comederos a su disposición o ser trasladadas a un terreno limpio (Acebo M, 2006). Un medio ambiente sucio predispone en gran medida a la presentación de la mastitis (Gasque R, 2008).

2.2.11. Técnicas de Diagnóstico de la mastitis subclínica

Las técnicas de diagnóstico de la mastitis subclínica más utilizadas son: *a) Recuento de Células Somáticas*, donde se cuantifica la cantidad de células somáticas por mililitro de leche, mediante la observación microscópica directa o de forma indirecta usando un contador electrónico (Bradford P, 2010). *b) Conductividad eléctrica*, la corriente eléctrica fluye más fácilmente a través de la leche mastítica por su mayor contenido de iones; esto debido a que cuando un cuarto presenta una infección bacteriana, aumentan los iones de sodio y cloruro en la leche y disminuyen los iones de potasio y lactosa, mientras que el pH aumenta (Philpot N y Nickerson S, 2000). *c) Prueba de Wisconsin*, que se basa en el principio de la prueba de California, pero es más lenta y elaborada, su principio se basa en la cantidad de drenado de una mezcla de leche y reactivo en un tiempo dado, utilizando tubos de ensayo provistos de un tapón calibrado; a menor viscosidad de la leche, más rápido es el drenado lo que representa un caso leve, y si hay



una reacción fuerte habrá mayor viscosidad, consiguientemente, menor cantidad de mezcla drenada, lo que representa mayor gravedad, luego se utiliza una tabla para cotejar el drenado con su equivalente (Gasque R, 2008). *d) Prueba de Whiteside*, consiste en la mezcla de leche con una solución de hidróxido de sodio al 4% ocasionando que la leche se gelifique formando grumos que son visibles; estos grumos serán más grandes conforme la leche contenga mayor número de células somáticas (Ávila S, 1984). *e) California Mastitis Test (CMT)*, se basa en la mezcla de un reactivo con cantidades similares de leche, a mayor inflamación de la ubre, mayor el contenido en la leche de células somáticas; al mezclarse leche y reactivo, el mayor o menor contenido de células en la leche determina una mayor o menor viscosidad de la mezcla (Gasque R, 2008).

2.2.12. California Mastitis Test (CMT)

Existe comercialmente un equipo de CMT que comprende de una paleta de plástico y reactivos (Alquil-Aril-Sulfonato más Púrpura de Bromocresol); se mezclan cantidades iguales (2 ml) de reactivo y leche en las indentaciones de la paleta de plástico, por medio de un movimiento circular; las muestras negativas están libres de formación de gel y las muestras positivas presentan grados variables de gelatinización, producida cuando el reagente de la CMT reacciona con el ADN de los leucocitos, lo cual refleja el grado de inflamación de la ubre; hay un grado elevado de correlación entre el CMT y el RCS (Merck y Co, 2000); el grado de gelificación se puntúa de forma subjetiva usando una escala de cinco puntos (Cuadro 2); una puntuación de 0 (negativa) corresponde a un RCS menor de 200,000/ml, y valores cada vez más altos de CMT corresponden a valores cada vez más altos de RCS (Bradford P, 2010).



CUADRO 2: INTERPRETACIÓN DE LOS GRADOS DEL CALIFORNIA MASTITIS TEST (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 R y Roth C, 2000.

2.2.13. Tratamiento de la mastitis

La prevención de la mastitis es de mayor relevancia que su tratamiento (Gasque R, 2008). El tratamiento de los casos subclínicos está indicado sólo cuando el agente causal es *Streptococcus agalactiae* o cuando el recuento de células somáticas en la leche es tan elevado que compromete su comercialización, la terapia en lactancia para tratar infecciones subclínicas causadas por otros agentes patógenos no se recomienda, pues la tasa de cura es frecuentemente inferior a 10% y rara vez es mayor al 50% (Fernández A y Co, 2010). El tratamiento quimioterapéutico se recomienda en casos de mastitis clínica sobreaguda, aguda, subaguda, y en casos recientes o crónicos; para que el tratamiento sea efectivo deben cumplirse: Que el fármaco elegido sea el indicado para la mastitis por exámenes de identificación bacteriana, que la concentración del fármaco sea la adecuada, que la frecuencia del tratamiento no sufra interrupciones hasta lograr la curación, y se administre la terapia de soporte, en casos necesarios; el método convencional de tratamiento de mastitis es mediante la infusión intramamaria de un fármaco específico, previo vaciamiento o drenaje completo del cuarto o cuartos afectados; en las mastitis agudas, se atribuye la falla de la terapia intramamaria a una distribución deficiente de los fármacos en el parénquima glandular, sobre todo cuando está intensamente inflamado y edematoso, ya que con frecuencia hay obstrucción de los



ductos mamarios, ya sea por comprensión o coágulos, según el tipo de mastitis (Gasque R, 2008).

2.2.14. Antibióticos utilizados en el tratamiento de mastitis

La fluoroquinolonas y las sulfamidas potenciadas se usan para tratar la mastitis en otros países; pero estos antibióticos están prohibidos para vacas lecheras en periodo de lactación en EE.UU. (Bradford P, 2010), debido a los posibles metabolitos en la leche que pueden durar tres a cuatro días y a la resistencia que pueden generar (Sumano H y Ocampo L, 2006); deben usarse preferentemente antibióticos aprobados para el tratamiento de mastitis que sean eficaces, y considerar el espectro de actividad; por ejemplo ciertos antibióticos betalactámicos, como la penicilina G procaínica o la amoxicilina, deben evitarse cuando se trata la mastitis causada por estafilococos productores de penicilinasas; la eritromicina, la perlimicina, y la penicilina, todos aprobados para el tratamiento intramamario de la mastitis en EE.UU, no son opciones adecuadas para la mastitis causada por coliformes porque estas son resistentes a ellos; la eritromicina es el único antibiótico aprobado en la actualidad para su administración sistémica a las vacas con mastitis en EE.UU; se aconseja el uso de un antibiótico con un espectro más adecuado, como el ceftiofur o la oxitetraciclina, en vacas con una mastitis grave causada por coliformes para combatir una posible bacteriemia (Bradford P, 2010).

Por el uso indiscriminado y a veces inadecuado que caracteriza el manejo de los antibióticos para el tratamiento de mastitis se tiene un alto nivel de resistencia a la mayoría de los antibióticos existentes en el mercado (Cottrino V, 2009). Uno de los principales mecanismos de resistencia bacteriana es la producción de betalactamasas; la asociación de amoxicilina/sulbactam, al contar en su estructura con un inhibidor de



betalactamasas ofrece óptima cobertura para el tratamiento de estas enfermedades, en las que no es suficiente atacar las células bacterianas, sino que es imprescindible inhibir las betalactamasas; el sulbactam posee actividad antibacteriana débil, pero es un inhibidor potente de betalactamasas plasmídicas y algunas cromosómicas, y actúa como sustrato "*suicida*" formando una unión irreversible con la enzima y se destruye junto con ella, de este modo es capaz de restaurar la actividad antibacteriana de amoxicilina y otras penicilinas (Larrondo H, 2000). El ácido clavulánico es un poderoso inhibidor de las betalactamasas generadas por bacterias como *S. aureus*, la acción de inhibición que ejerce es de tipo progresivo e irreversible y tiene una afinidad por las betalactamasas considerablemente mayor que la de los antibióticos betalactámicos; se ha combinado con la amoxicilina en preparados orales y con la ticarcilina por vía parenteral (Saglimbeni M y Salazar de Plaza E, 1995).

2.2.15. Antiinflamatorios utilizados en el tratamiento de mastitis

Los cambios fisiológicos y patológicos asociados a la mastitis son el resultado de la respuesta inflamatoria a la infección, por tanto, es lógico administrar antiinflamatorios, además de que reducen el dolor asociado a mastitis clínica. a) *Antiinflamatorios esteroideos*, la dexametasona y el acetato de isoflupredona son baratos y no exigen su retirada en lo que respecta a la leche, pero cada uno tiene posibles efectos adversos; la dexametasona puede ser inmunodepresora y puede causar abortos en vacas gestantes; el acetato de isoflupredona reduce la concentración plasmática de sodio y las dosis repetidas puede causar hipopotasemia intensa. b) *Antiinflamatorios no esteroideos* (AINE), varios antiinflamatorios de este tipo se usan para tratar la mastitis en todo el mundo, pero solo meglumina de flunixinina está aprobada para las vacas lecheras en periodo de lactación en los EE.UU pero también pueden usarse otros AINE si se



justifica adecuadamente, esto debido a que conllevan un riesgo de úlceras abomasales y de lesión renal a pesar de que no son inmunosupresores, los AINE pueden mejorar el bienestar y el resultado en las vacas con mastitis clínica, pero hay que determinar criterios específicos para instituir el tratamiento y la duración óptima del mismo (Bradford P, 2010).

Todavía es incierto el verdadero valor de muchos fármacos en el tratamiento de la mastitis, por ejemplo, el uso de los glucocorticoides en ocasiones ha sido aceptado y en otras, rechazado. Es claro que los antiinflamatorios son necesarios, ya que existe un proceso inflamatorio, en ocasiones grave; se ha demostrado que una glándula tratada con antiinflamatorios no esteroideos presenta menos recaídas y se cura más pronto (Sumano H y Ocampo L, 2006).

2.2.16. Vacunación contra Mastitis

Hace varias décadas se elaboró un toxoide a base de *S. aureus* para inmunizar las vacas contra mastitis causadas por este germen, pero lamentablemente tuvo poco éxito; hasta hace poco, la única vacuna que ha demostrado un éxito razonable ha sido la J-5 (basada en una mutante de *E. coli*) en el control de mastitis aguda causada por coliformes (*E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Serratia*) con un 70 a 80% de reducción en la casuística clínica; contra mastitis por coliformes, una bacterina (Endovac-bovi) que utiliza la mutante R/17 de *Salmonella typhimurium*, produce anticuerpos que ofrecen protección cruzada contra *S. typhimurium*, *Pasteurella spp* y *E. coli*, y también produce anticuerpos opsonizantes que estimulan la fagocitosis; en los últimos años se descubrió que el *S. aureus*, al infectar la ubre formaba una pseudo-cápsula o microcápsula a base de exopolisacáridos que interfería con la fagocitosis, al respecto se han desarrollado



métodos para elevar la respuesta inmunogénica de los exopolisacáridos, constituyéndose en la base para las nuevas vacunas contra mastitis por *S. aureus*, que resultan en la opsonización y fagocitosis de las bacterias; en Canadá se está desarrollando una vacuna contra *S. agalactiae* que promete tener buenos resultados (Andresen H, 2001).

2.2.17. Control de la mastitis

El control de la mastitis implica la aplicación de un programa completo que abarque medidas higiénicas y de manejo, cuyo objetivo final es reducir al máximo la necesidad de recurrir al tratamiento quimioterapéutico; un programa completo comprende los siguientes puntos: Mantenimiento óptimo de las condiciones de limpieza en los alojamientos (áreas pavimentadas y/o camas individuales), higiene personal de los ordeñadores (manos y salud en general), prácticas de ordeño que abarquen lavado de ubre baja y pezón, secado y sellado de pezones con solución desinfectante después de cada ordeño, mantenimiento funcional óptimo de las ordeñadoras mecánicas, diagnóstico periódico del funcionamiento del equipo de ordeño, pruebas mensuales de detección de mastitis subclínica (prueba de California o de Wisconsin), muestreo frecuente de leche en casos clínicos para análisis bacteriológicos de sensibilidad a antibióticos, tratamiento de todas las vacas al momento de secarse para reducir la incidencia a la siguiente lactación, cambio periódico de pezoneras y piezas de hule, de ser posible ordeñar vacas de primera lactancia en grupo aparte para evitar contagios del hato adulto, eliminación de casos crónicos y contagiosos (Gasque R, 2008).



2.2.18. Pérdidas Económicas ocasionadas por mastitis

La mastitis es la enfermedad del ganado lechero más costosa, debido a que las pérdidas originadas duplican las generadas por problemas de fertilidad o reproductivos; la mayoría de los productores lecheros reconocen que las pérdidas son debidas a los casos clínicos que tienen que descartar, y las cuentas que se pagan por medicamentos y asistencia veterinaria; la pérdida menos evidente, pero a su vez más importante, es la merma de producción de leche debida a casos de mastitis subclínica, porque las vacas infectadas producen significativamente menos leche que las sanas; asimismo, la leche con alto RCS es más pobre en componentes deseables como azúcar, proteína y grasa, y contienen enzimas indeseables que atacan a los componentes de la leche, y cuando se usa leche con alto RCS para elaborar queso, el rendimiento es menor y la calidad inferior; se estima que en los Estados Unidos tan solo las pérdidas debidas a la merma de producción de leche ascienden anualmente a más de \$1,000 millones, y considerando los demás costos, la pérdida total es de casi \$ 2,000 millones; también puede decirse que el costo para cada productor lechero medio es de aproximadamente \$185 por vaca por año (Philpot N y Nickerson S, 2000).

2.2.19. Prevalencia de la mastitis subclínica

La prevalencia de la mastitis es el porcentaje de vacas o cuartos mamarios con diagnóstico de infección intramamaria en un período dado; la prevalencia difiere de la incidencia, en que esta última es la frecuencia o tasa a la cual suceden nuevas infecciones en el hato; la prevalencia de la mastitis subclínica se ve reflejada en el RCS, una baja prevalencia va acompañada de un bajo RCS y viceversa; registros recientes indican que muchos hatos tienen un RCS inferior a 200.000/ml, lo que se considera el límite superior para leche normal, un RCS superior a este valor indica que la vaca o el



cuarto están infectados con algún tipo de microorganismo causante de mastitis (Philpot, N y Nickerson S, 2000).

2.2.20. Regresión logística

La regresión logística es un instrumento estadístico de análisis bivariado o multivariado, de uso tanto explicativo como predictivo, y resulta útil su empleo cuando se tiene una variable dependiente dicotómica (un atributo cuya ausencia o presencia se ha puntuado con los valores cero y uno, respectivamente) y un conjunto de m variables predictoras o independientes, que pueden ser cuantitativas (que se denominan covariables o covariadas) o categóricas, aunque en este último caso, se requiere que sean transformadas en variables ficticias o simuladas (*dummy*); la regresión logística es una de las herramientas estadísticas con mejor capacidad para el análisis de datos en investigación clínica y epidemiología, dado a que el objetivo primordial que resuelve esta técnica es el de modelar cómo influye en la probabilidad de aparición de un suceso, habitualmente dicotómico (variable dependiente), la presencia o no de diversos factores y el valor o nivel de los mismos (variables independientes), y a partir de los coeficientes de regresión de las variables independientes introducidas en el modelo se puede obtener directamente la OR de cada una de ellas, que corresponde al riesgo de tener el resultado o efecto evaluado para un determinado valor (X) respecto al valor disminuido en una unidad (X-1) (Sánchez E y Ramirez C, 2000).

2.2.21. Variables de la regresión logística

Las variables de una regresión logística se clasifican en: a) Variables predictoras o independientes, que podemos subclasificar en: Variables Categóricas o cualitativas, que expresa una cualidad o atributo, y estas pueden ser: *Dicotómicas*, que sólo pueden tomar

dos valores (Éxito- Fracaso, 0-1, Sí-No.), *Politómicas*, que pueden tomar múltiples valores, y se caracterizan porque no es posible ordenarlos, y tienen más de dos categorías, para su inclusión en el modelo deben ser transformados en varias covariables cualitativas dicotómicas ficticias (variables *dummy*); y Variables Cuantitativas, que se expresan numéricamente, y son susceptible de ser medidas. b) Variable dependiente, que en regresión logística debe ser variable dependiente dicotómica, un atributo cuya ausencia o presencia se ha puntúa con los valores cero y uno, respectivamente (Kaps M y Lamberson R, 2004),

2.2.22. Odds Ratio (OR)

Una de las características que hacen tan interesante la regresión logística es la relación que éstos guardan con un parámetro de cuantificación de riesgo conocido en la literatura como "Odds Ratio"; este parámetro está asociado a un suceso que es el cociente entre la probabilidad de que ocurra frente a la probabilidad de que no ocurra, como la siguiente formula: $Odds = p / (1-p)$; el cociente de los Odds de dos grupos, es lo que se denomina Odds Ratio, lo que constituye una forma de cuantificar la asociación entre dos variables dicotómicas, de la siguiente manera: $Odds\ Ratio = Odds\ 2 / Odds\ 1 = \exp(Bi)$, donde el valor mínimo posible es 0 y el máximo teóricamente posible es infinito; se deduce que un Odds Ratio = $[\exp(Bi) = OR] = 1$ implica que la variable independiente no afecta a la variable dependiente; un OR inferior a 1 se interpreta como la existencia de menor frecuencia de presentación de casos, si los eventos ocurren al azar; si se tiene un OR mayor a 1, existe mayor frecuencia de presentación de casos, si los eventos ocurren al azar, que afectarían a la variable dependiente (Cuadro 3) (Sánchez E y Ramirez C, 2000)



CUADRO 3: VALORES DE INTERPRETACION DEL ODDS RATIO

Valor Odds Ratio	Intervalo de confianza		Tipo de asociación
	Inferior	Superior	
1			No evidencia de asociación
Mayor de 1	>1	>1	Significativa, riesgo
Mayor de 1	< 1	>1	No significativa
Menor de 1	< de 1	< de 1	Significativa, protección
Menor de 1	< de 1	> de 1	No significativa

Fuente: Sanchez E y Ramirez C, 2000.



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.1. Características y delimitación de la población

Se delimitó al estudio de la prevalencia y los factores asociados a la mastitis subclínica bovina en el sector de Kerapata y anexos del distrito de Tamburco, Abancay-Apurímac.

3.1.2. Ubicación espacio – temporal

Esta investigación se realizó en el departamento de Apurímac, provincia de Abancay, distrito de Tamburco, sector Kerapata y anexos; los anexos están conformados por Umaccata, Ccanabamba (San Jorge de Chillihua, Waraccoña), Ccorhuani, Ccocha, Pumarana, Huallpahuasi, Mosocpampa, Ccallaspampa, Soccoshuaycco, Rosaspata, Bancapata, Sahuanay, Chupapata, Antabamba Baja, Maucacalle, Pantillay, Kolcaque, San Antonio y Tamburco; ubicados entre los 2,700 a 3,100 msnm, los cuales se dedican en mayor proporción a la crianza de ganado lechero con fines de comercialización (Carrillo H, 1999). La investigación se realizó en los meses de julio a septiembre del año 2012.

3.1.3. Tamaño de la muestra y técnicas de muestreo

Los criterios de inclusión muestral fueron bovinos hembra en producción en el Sector de Kerapata y anexos; aproximadamente 459 animales referidos por instituciones públicas y privadas (DRA, 2012 y FONDEGAB, 2012).

Para determinar el tamaño de la muestra, se procedió seguir la fórmula propuesta por Mateu E. y Casal J (2003) utilizada en estudios de epidemiología.



$$n = \frac{Nz^2pq}{d^2 (N - 1) + z^2 pq}$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población

z= 1.96 para el 95% de confianza.

p= Frecuencia esperada de ocurrencia.

q= 1 - p

d= error admitido

Dado el estudio preliminar donde se encontró una prevalencia del 60% (p) (Vargas R y Gómez O, 2010), y asumiendo un error del 5% (d) sobre una población de 459 bovinos hembra en producción (N), con un nivel de confianza al 95% (donde Z= 1.96), se tiene que el tamaño de la muestra epidemiológica es de 205.

Siendo el tamaño de muestra a estudiar de 205. Se tomó una muestra de 209 animales dado la disponibilidad de unidades muestrales. La técnica de muestreo que se utilizó fue probabilístico (muestreo aleatorio simple).

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales de campo

- Bovinos hembras en producción
- Sogas
- Mocheta
- Tablero de encuestas
- Fichas
- Cámara fotográfica
- Lápiz marcador
- Lapiceros
- Mameluco
- Guantes
- Reactivo CMT
- Paleta de CMT

3.3. METODOLOGÍA

El estudio fue de tipo observacional de diseño transversal, donde se realizó el diagnóstico de la mastitis subclínica para determinar su prevalencia y la aplicación de entrevistas, inspecciones y encuestas para determinar los factores de riesgo asociados a la presencia de esta enfermedad.

3.3.1. Diagnóstico de mastitis subclínica mediante el California Mastitis Test (CMT)

La toma de muestras para el diagnóstico de mastitis subclínica bovina con CMT se realizó antes del ordeño, después de eliminarse los primeros chorros de leche, procediéndose según Mellenberger R y Roth C (2000): Se tomó una muestra de leche (2 ml) de cada cuarto mamario en cada uno de los cuatro compartimentos (A,B,C,D) de la paleta del CMT. Se agregó igual cantidad de solución CMT a cada compartimiento y se rotó la paleta con movimientos circulares hasta mezclar totalmente el contenido; seguidamente se leyó la prueba, de la siguiente manera:

- **Negativo (No Infectado = N):** No hay espesamiento de la mezcla.
- **Trazas (Posible Infección = T):** Ligero espesamiento de la mezcla. La reacción “Trazas” parece desvanecerse con la rotación continua de la raqueta.
- **Positivo Débil o Inicial (Infectado = Grado 1 ó +):** Definido espesamiento de la mezcla, pero sin tendencia a formar gel. Si la raqueta se rota por más de 20 segundos, el espesamiento puede desaparecer.
- **Positivo Evidente o Medio (Infectado = Grado 2 ó ++):** Inmediato espesamiento de la mezcla con ligera formación de gel. Mientras la mezcla se agita, esta se mueve hacia el centro de la copa, exponiendo el fondo del borde



externo. Cuando el movimiento se detiene, la mezcla se nivela y cubre todo el fondo de la copa.

- **Positivo Fuerte (Infectado = Grado 3 ó +++):** Hay formación de gel y la superficie de la mezcla se eleva (como un huevo frito). Esta elevación central permanece aún después de detener el movimiento de rotación de la raqueta de CMT. Seguidamente, la raqueta se procederá a lavar después de cada prueba.

Esta información se registró en las respectivas fichas previamente diseñadas.

3.3.2. Procedimiento de Recolección de datos para la determinación de los factores de riesgo

Se diseñó previamente una ficha de recolección de datos, la cual fue probada para corroborar si las preguntas eran entendibles y fáciles de responder por los productores. Esta ficha incluía preguntas que se agrupaban de acuerdo a su correspondencia con las características del animal, las prácticas de manejo y el medio ambiente. La recolección de información se realizó al momento del ordeño y a través de entrevistas a los productores; las variables correspondientes a las prácticas de manejo se determinaron mediante la inspección a los ordeños que incluyó además, la revisión de las condiciones de higiene, así como el cumplimiento de la correcta rutina de este procedimiento; la condición corporal se determinó utilizando como herramienta el Diagrama de Ferguson (Ferguson *et al.*, 1994), establecido para los animales lecheros en una escala de 5 puntos; la información del resto de las variables se obtuvo por entrevista a los productores; de esta manera, la edad se calculó a partir de la fecha de nacimiento de las vacas, los días de lactancia a partir del cálculo del tiempo transcurrido desde la fecha del último parto hasta el día del muestreo.



3.4. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

a. Para el objetivo N° 01

Los datos obtenidos se procesaron para el análisis, de acuerdo a la fórmula epidemiológicas:

Para estimar el nivel de la prevalencia se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Prevalencia (P)} = \frac{\text{N° de vacas positivas al CMT}}{\text{N° Total de vacas muestreadas}} * 100$$

Para estimar la prevalencia por cuartos se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Prevalencia de cuartos totales (PC)} = \frac{\text{N° de cuartos positivos al CMT}}{\text{N° Total de cuartos muestreados}} * 100$$

b. Para el objetivo N° 02

Para determinar los factores asociados a la mastitis subclínica se utilizó una regresión logística múltiple de la siguiente forma:

$$Y = f(\beta_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k) + u$$

Donde f es la función logística:

$$f(z) = \frac{\exp(z)}{1 + \exp(z)}$$

Por tanto:

$$E[Y] = P(Y = 1) = \frac{\exp(\beta_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}{1 + \exp(\beta_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}$$

Parámetros: $\beta_i = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k\}$
Variables: $X_i = \{X_2, X_3, \dots, X_k\}$

Para analizar las diferencias en la reacción positiva de los cuartos mamarios y la intensidad de reacción de los grados al CMT, se utilizaron pruebas de comparación de proporciones, utilizando el SPSS V8.



Dónde:

Y	Condición de salud	0 = Sano, 1 = Enfermo
X1:	Raza	Holstein (0 = No, 1 = Sí) Otra raza (0 = No, 1 = Sí)
X2:	Edad de la vaca	De 3 a 4 años (0 = No, 1 = Sí). Mayor a 4 años (0 = No, 1 = Sí).
X3:	Periodo de lactación	Primero (7-100 días: 0 = No, 1 = Sí) Segundo (101-244 días) (0 = No, 1 = Sí). Tercero (> 244 días) (0 = No, 1 = Sí).
X4:	Parto múltiple	0 = Sin parto múltiple, 1 = Con parto múltiple
X5:	Condición Corporal (CC)	0 = 2.5 puntos o más, 1 = <Menor a 2.5 puntos
X6:	Conocimiento sobre prevención de mastitis	0 = Presencia, 1 = Ausencia
X7:	Ordeño a mano llena.	0 = Presencia, 1 = Ausencia
X8:	Higiene de manos	0 = Presencia, 1 = Ausencia
X9:	Despunte	0 = Presencia, 1 = Ausencia
X10:	Lavado de pezones	0 = Presencia, 1 = Ausencia
X 11:	Sellado del pezón	0 = Presencia, 1 = Ausencia
X12	Ordeño último de casos clínicos	0 = Presencia, 1 = Ausencia
X13:	Número de vacas	Menos de 3 (0 = No, 1 = Sí). 3 a más (0 = No, 1 = Sí).
X14:	Higiene del lugar de ordeño	0 = Presencia, 1 = Ausencia
X15:	Higiene de dormidero.	0 = Presencia, 1 = Ausencia

Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SPSS_V8, utilizando el método automático por pasos, hacia adelante, que analiza la prueba de la Razón de Verosimilitud para comprobar las covariables a incluir o excluir.



IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. PARA EL OBJETIVO N° 01: PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLINICA

4.1.1. Prevalencia de mastitis subclínica de bovinos en producción

CUADRO 4: REACCION DEL CALIFORNIA MASTITIS TEST A PARTIR DE TRAZAS HASTA GRADO 3

CASOS	N° DE PRUEBAS	%
Positivos	151	72,25
Negativos	58	27,75
Total de animales	209	100,00
Prevalencia (a partir de Trazas)		72,25

Los resultados de la prueba de CMT, considerando como casos positivos a partir de Trazas (T) hasta grado 3 (+++) (Cuadro 4), muestran que de un total de 209 pruebas realizadas que corresponden al mismo número de vacas, 151 vacas resultaron positivas, lo que representa 72,25% de prevalencia para mastitis subclínica, y 58 vacas resultaron negativas a la prueba, representando el 27,75%; esta prevalencia es superior al 50% del total de animales muestreados. La prevalencia mayor de acuerdo al número de animales muestreados por Sector la presentan los Sectores de Huallpahuasi, Antabamba Baja y San Jorge (ver Figura 6). Comparando estos datos con los encontrados en estudios donde los cuartos positivos fueron considerados a partir de un umbral de 200,000 cél/ml (Trazas) (García A, 2004), se puede determinar que la prevalencia de mastitis subclínica es mayor a 62,2%, reportado por Novoa R (2003) en Cuba. A nivel nacional los datos comparativos muestran que la prevalencia hallada en este estudio fue superior a 8,82% encontrados por Coronel *et al.* (2011) en el establo de la Estación Experimental Agropecuaria, Satipo, Junín; mayor que 56,7% informado por Martel *et al.* (2011) en la comunidad campesina de Tlacayan en Cerro de Pasco, más alto que 33%, reportado



por Zambrano P y Aleman J (1991) en el distrito de la Joya, departamento de Arequipa, y mayor que 62,3%, indicado por Cuayla E (2010) para el distrito de Majes, provincia de Caylloma en Arequipa; así como superior a 60%, encontrados por Vargas R y Gómez O (2010) en un estudio preliminar en el sector de Kerapata y demás anexos (distrito de Tamburco, Apurímac, Perú), lo que indicaría que hay un incremento del nivel de prevalencia. Esta alta prevalencia encontrada respecto a la reportada por Novoa R (2003) y Cuayla E (2010) es posible se deba a que estos estudios fueron realizados en situación de ordeño mecanizado y con un mejor manejo de la rutina de ordeño, en cambio en este estudio la rutina de ordeño fue manual, con todos los inconvenientes que conlleva el procedimiento. Con respecto a Zambrano P y Aleman J (1991) posiblemente se deba a que las muestras de leche fueron tomadas de porongos, en cuanto a Coronel *et al.* (2011) su estudio fue realizado en la selva peruana con un clima distinto al lugar donde se realizó el presente trabajo y las vacas evaluadas fueron de raza Cebú. Esta disparidad de resultados se atribuye a la influencia de una gran cantidad de factores intrínsecos a cada lugar que condicionan la presentación y forma de manifestación de la enfermedad.

CUADRO 5: REACCION DEL CALIFORNIA MASTITIS TEST A PARTIR DE GRADO 1 HASTA GRADO 3

CASOS	Nº DE PRUEBAS	%
Positivos	137	65,55
Negativos	72	34,45
Total	209	100,00
Prevalencia (a partir de grado 1)		65,55

En cuanto a los resultados de la prueba de CMT, considerando positivos a partir de grado 1 (+) hasta grado 3 (+++) (Cuadro 5), muestran que de 209 pruebas realizadas que corresponden al mismo número de vacas, 137 vacas resultaron positivas, lo que representa 65,55% de prevalencia para mastitis subclínica, y 72 vacas resultaron



negativas a la prueba, representando el 34,45%. Siendo la prevalencia menor a la determinada con anterioridad, esta sigue siendo superior al 50% del total de animales muestreados. Comparando estos datos con los resultados encontrados en estudios donde los cuartos positivos fueron considerados a partir de grado 1 (+) a más, se puede determinar que la prevalencia encontrada en esta investigación es mayor a lo reportado por Alfonso *et al.* (2008), que indicó un 23,6% de reacción positiva en el estudio de cuatro vaquerías en Villa Clara, Cuba; es superior a 38% reportado por Solís M (2007) en el municipio de Nagarote, departamento de León en Nicaragua en ganado doble propósito; es superior a 39,3% encontrado por Ruiz *et al.* (2011) en Pernambuco, Brasil en muestras obtenidas por ordeño manual, es más alto a lo reportado por Ramírez *et al.* (2011) en el Altiplano Norte de Antioquia, Colombia; que hallaron prevalencias de 39,30 y 54,80%, para ordeño manual y mecánico, respectivamente y mucho mayor a 10,67% señalado por Acuña V y Rivadeneira A (2008) en la provincia de Pichincha en Sangolqui, Ecuador. Sin embargo la baja prevalencia reportada por Acuña V y Rivadeneira A (2008) se deba a que en su estudio tomaron en cuenta únicamente las vacas a partir de grado 2 (++) en CMT; asimismo las bajas prevalencias encontradas por Ramírez *et al.* (2011) respecto a la nuestra donde se realiza el ordeño manual, se debe a que en las fincas de esta región de Colombia, se aplican el ordeño manual y mecánico, aunque no se garantizan las condiciones y materiales necesarios para efectuar el ordeño mecánico con calidad, ya que reportaron que la prevalencia es menor con ordeño manual y mayor con ordeño mecánico. Respecto a la prevalencia de 83,3% para mastitis subclínica encontrada por Adrianzén G y Rodríguez L (2007) en la comunidad de Unión Paqchaq, distrito de Vinchos, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho (Perú), es superior a la de este estudio, esto puede deberse al método de diagnóstico utilizado (la prueba modificada de whiteside) que es mucho más específica.



La calidad sanitaria de la leche se asocia a la ausencia de Mastitis y otras enfermedades que pueden afectarla y hacer que ésta no sea apta para el consumo humano. El principal parámetro para confirmar la presencia de esta patología es el recuento de células somáticas (RCS). En Perú, los límites permitidos de Recuento de Células Somáticas en la leche para su comercialización y la elaboración de productos lácteos, son como máximo 500,000 cel/ml (NTP: 202.001:2010). Basados en este criterio, los resultados positivos para mastitis subclínica al CMT deberían ser considerados sólo a partir del grado 1 (+) hasta grado 3 (+++); sin embargo es necesario considerar resultados positivos a partir de Trazas (T) = 200,000 cel/ml hasta grado 3 (+++), ya que los Trazas (T) son sospechosos de padecer la enfermedad, para así prevenir y evitar el desarrollo de la mastitis; lo cual concuerda con Sumano H y Ocampo L (2006), quienes señalan que en la Comunidad Europea valores superiores a 100,000 cel/ml indican una forma de mastitis subclínica; es por eso que en esta investigación se determinó una prevalencia considerando resultados positivos a partir de Trazas (T) hasta grado 3 (+++) y otra prevalencia considerando como resultados positivos sólo a partir de grado 1 (+) hasta grado 3 (+++).

4.1.2 Prevalencia de mastitis subclínica por total de cuartos afectados

Del total de 209 vacas sólo se muestrearon 828 cuartos debido a que 8 de estos no se encontraban en producción (cuartos disfuncionales o pezones ciegos).

CUADRO 6: REACCION DEL TOTAL DE CUARTOS AL CALIFORNIA MASTITIS TEST A PARTIR DE TRAZAS HASTA GRADO 3

CASOS	Nº DE PRUEBAS	%
Cuartos Positivos	403	48,67
Cuartos Negativos	425	51,33
Total de Cuartos	828	100,00
Prevalencia (a partir de Trazas)		48,67



Considerando como positivos a los resultados a partir de Trazas (T) hasta grado 3 (+++); de los 828 cuartos examinados, 403 cuartos reaccionaron positivos a la prueba y 425 reaccionaron negativos; resultando una prevalencia total de cuartos afectados por mastitis subclínica del 48,67% (Cuadro 6). La prevalencia hallada en este estudio es mucho menor a 77 % reportado por Relova *et al.* (2008) en una lechería especializada de la Habana, Cuba; esta diferencia probablemente se deba a un incumplimiento de la rutina de ordeño, ya que en ese lugar no se realiza una adecuada terapia de vacas con mastitis clínica ni de vacas secas, constituyendo así una fuente constante de infección. Por el contrario fue superior a lo encontrado por Pastor J y Bedolla J (2008), quienes reportaron una prevalencia de cuartos afectados con mastitis subclínica de un 41,12% en el municipio de Tarímbaro, Michoacán en México, esto debido a la falta de conocimiento que tienen los ganaderos sobre la práctica de manejo, higiene y desinfección de las ubres de las vacas antes y después del ordeño; y mucho mayor a lo reportado por Coronel *et al.* (2011) que señala una prevalencia de 6,06 % para cuartos mamarios en Satipo, Junín; esta cifra inferior hallada por este autor se debe fundamentalmente a la resistencia de los animales en padecer la enfermedad (vacas raza cebú).

CUADRO 7: REACCION DEL TOTAL DE CUARTOS AL CALIFORNIA MASTITIS TEST A PARTIR DE GRADO 1 HASTA GRADO 3

CASOS	Nº DE PRUEBAS	%
Cuartos Positivos	350	42,27
Cuartos Negativos	478	57,73
Total de Cuartos	828	100,00
Prevalencia (a partir de grado 1)		42,27

En cuanto a los resultados a la prueba de CMT considerando resultados positivos a partir de grado 1(+) hasta grado 3 (+++), reaccionaron positivos 350 cuartos y 478



reaccionaron negativos, siendo una prevalencia de mastitis subclínica del 42,27% (Cuadro 7); esta prevalencia es menor a 45,5% hallado por Solís M (2007) y a 43,45% reportado por Torrez F y Duarte O (2006); pero mayor a 20,7% encontrado por Ramírez *et al.* (2011), pese a que en el estudio que realizó existieron algunas deficiencias en la rutina de ordeño, como la falta de higiene del ordeñador, deficiencias en la práctica del presellado y el sellado, que son rutinas importantes en la prevención de la mastitis bovina.

4.1.3 Cuartos afectados con mastitis subclínica

Con relación al comportamiento por la posición de los cuartos mamarios, los resultados muestran lo siguiente.

CUADRO 8: PORCENTAJE DE CUARTOS AFECTADOS CON MASTITIS SUBCLINICA (CASOS POSITIVOS A PARTIR DE TRAZAS HASTA GRADO 3)

CUARTOS	Nº MUESTRAS POSITIVAS	%
Anterior derecho (AD)	101	25,06 ^a
Anterior izquierdo (AI)	101	25,06 ^a
Posterior derecho (PD)	102	25,31 ^a
Posterior izquierdo (PI)	99	24,57 ^a
Total	403	100,00

Letras similares en las columnas significan que son similares ($p > 0.05$)

Del total de 403 cuartos que resultaron positivos al CMT considerados a partir de Trazas (T) hasta grado 3 (+++) (Cuadro 8), el cuarto (AD) representa el 25,06 %, de igual manera el cuarto (AI) con un 25,06 %, el cuarto (PD) el 25,31 % y el (PI) el 24,57%, lo cual indica que tienen similares afecciones ($p > 0,05$). Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Pastor J y Bedolla J (2008) quienes encontraron que el cuarto más afectado en su estudio fue el anterior derecho 26,17% (168 muestras



positivas de 642) y por Coronel *et al.* (2011) que hallaron que el cuarto más afectado fue el anterior izquierdo, siendo un 37,50% del total de muestras positivas.

CUADRO 9: PORCENTAJE DE CUARTOS AFECTADOS CON MASTITIS SUBCLINICA (CASOS POSITIVOS A PARTIR DE GRADO 1 HASTA GRADO 3)

CUARTOS	N° MUESTRAS POSITIVAS	%
Anterior derecho (AD)	86	24,57 ^a
Anterior izquierdo (AI)	88	25,14 ^a
Posterior derecho (PD)	94	26,86 ^a
Posterior izquierdo (PI)	82	23,43 ^a
Total	350	100,00

Letras similares en las columnas significan que son similares ($p > 0.05$)

En cuanto a los resultados positivos a partir de grado 1 (+) hasta grado 3 (+++) (Cuadro 9), muestran que de un total de 350 cuartos que resultaron positivos, el cuarto (AD) representa el 24,57%, el cuarto (AI) el 25,14%, el cuarto (PD) el 26,86% y el (PI) el 23,43%, los cuales tienen porcentajes de afecciones similares ($p > 0,05$). Estos hallazgos no concuerdan con lo reportado por Torrez F y Duarte O (2006) en cuyo estudio el cuarto anterior derecho fue el más afectado con un 48,5% de reacciones positivas.

Según lo propuesto por Solís M (2007), los cuartos anteriores son los más afectados, esto puede deberse a su posición anatómica en la ubre, pues al momento del ordeño son los que el ordeñador toma primero, ejerciendo mucho más presión sobre estos que sobre los posteriores, además por observación, los primeros cuartos que amamanta el ternero son los anteriores, estando éstos más expuestos a golpes por parte del ternero, ordeñador y heridas causadas por objetos cortantes. Sin embargo, generalmente los cuartos anteriores pesan aproximadamente dos tercios de los cuartos posteriores que son los más desarrollados; esto significa que proporcionalmente más leche es proveída por los



cuartos posteriores (producen el 60% de leche con relación a los anteriores que secretan el 40%) (Wattiaux M, 1999b), entonces se puede decir que por ser los cuartos posteriores mayores productores de leche, pueden estar más propensos a infecciones por mastitis; contradiciendo los resultados encontrados por otros autores.

4.1.4 Intensidad de reacción al CMT de los cuartos afectados con mastitis subclínica

Durante el estudio se examinaron un total de 828 cuartos mamarios de los cuales 403 cuartos positivos se clasificaron según la intensidad de la reacción (Cuadro 10), los resultados obtenidos en relación al grado de intensidad, indican que del total de la población examinada en términos porcentuales el 6,40% está representada por trazas (T), el 15,46% representada por grado 1 (+), el 14,61% representada por grado 2 (++) y 12,20% representada por grado 3 (+++). Se puede afirmar que existió una mayor reacción de intensidad determinado por los indicadores de grado 1 y grado 2.

CUADRO 10. INTENSIDAD DE REACCION DE LOS CUARTOS MAMARIOS AL CALIFORNIA MASTITIS TEST

GRADOS DE REACCIÓN CMT	RANGO DE CELULAS SOMATICAS	Nº DE CUARTOS	INTENSIDAD DE REACCION (%)
Trazas: Posible infección = T	200,000 - 400,000	53	06,40
Positivo Débil = 1 (+)	400,000 - 1'200.000	128	15,46
Positivo Evidente = 2 (++)	1'200,000 - 5'000.000	121	14,61
Positivo Fuerte = 3 (+++)	Más de 5'000.000	101	12,20
Negativos = N	0 - 200,000	425	51,33
Total		828	100,00

La evaluación comparativa muestra la diferencia entre los resultados obtenidos en este trabajo de investigación con los encontrados por Pastor J y Bedolla J (2008) en cuyo estudio hubo una mayor presentación del grado 3 (+++) de reacción con un 11,49 % del total de las muestras; pero si concuerdan con los obtenidos por Torrez F y Duartes O(2006) quienes encontraron mayor presentación del grado 1 (+) y 2 (++) con 11,6% y



11,4% respectivamente, Solís M (2007) también reportó mayores reacciones de grado 1 (+) con 25,6 % y grado 2 (++) con 20%, al igual que Ramírez *et al.* (2011) que indica un 8,4% para reacciones de grado 1 (+) y 8,1% para reacciones de grado 2 (++) . En el distrito de Majes, provincia de Caylloma en Arequipa (Perú) Cuayla E (2010), analizó cada uno de los cuartos mamaros mediante el CMT a un total de 414 vacas en producción de las secciones C,D y E de la Irrigación Majes, encontrando en la sección C mayor reacción de grado 1 (+) con 29,1%, en la Sección D reacción de grado 2 (++) con 20,1% y la sección E de grado 1 (+) con 34%, lo cual concuerda con los grados de reacción encontrados en este trabajo de investigación.



4.2. PARA EL OBJETIVO N° 02: FACTORES ASOCIADOS A LA PRESENCIA DE MASTITIS

Existe una gran variedad de factores propios del animal, ambientales y de manejo que predisponen la presentación de la mastitis subclínica (Novoa R, 2005). En el estudio solo 15 variables fueron evaluadas (Cuadro 11), dado los antecedentes en otros estudios y la capacidad de medición en el momento de la investigación.

CUADRO 11. VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO DE REGRESION LOGISTICA

Codificaciones de variables categóricas			
Variables		Frecuencia	Codificación
Condición de salud	Enfermo	151	1
	Sano	58	0
Raza	Holstein	159	1
	Otra Raza	50	0
Edad	3 a 4 años	128	1
	Mayor a 4 años	81	0
Periodo de lactación	Primero (7-100 días)	77	1
	Segundo (101-244 días)	84	2
	Tercero (> 244 días)	48	3
Parto múltiple	Con parto múltiple	128	1
	Sin parto múltiple	81	0
Condición Corporal	2.5 a más	154	1
	Menor a 2.5	55	0
Conocimiento sobre prevención de mastitis	Ausencia	52	1
	Presencia	157	0
Ordeno a mano llena	Ausencia	24	1
	Presencia	185	0
Higiene de Manos	Ausencia	156	1
	Presencia	53	0
Despunte	Ausencia	207	1
	Presencia	2	0
Lavado de pezones	No hay Lavado	42	1
	Si hay lavado	167	0
Sellado de pezones	Ausencia	196	1
	Presencia	13	0
Ordeño ultimo de casos clínicos	Ausencia	202	1
	Presencia	7	0
Número vacas del hato	3 a más	44	1
	Menor a 3	165	0
Higiene del lugar de ordeño	Ausencia	135	1
	Presencia	74	0
Higiene de dormitorio	Ausencia	153	1
	Presencia	56	0

Las variables fueron agrupadas de acuerdo a su correspondencia con las características del animal (“raza”, “edad”, “periodo de lactación”, “parto múltiple”, “condición



corporal”), las prácticas de manejo (“conocimiento sobre prevención de mastitis”, “ordeño a mano llena”, “Higiene de manos”, “despunte”, “lavado de pezones”, “sellado de pezones”, “ordeño último de casos clínicos”, “número de vacas del hato”) y el medio ambiente (“higiene del lugar de ordeño”, “higiene de dormitorio”); de los cuales solo 3 variables constituyen factores que afectan a la presentación de mastitis subclínica (Cuadro 12).

CUADRO 12. VARIABLES QUE AFECTAN A LA PRESENTACION DE MASTITIS SUBCLINICA

Variable	β	E.T.	Wald	Gl	Sig.	Exp(β)	I.C. 95% para EXP(β)	
							Inferior	Superior
Razas(1)	0,750	0,358	4,395	1	0,036	2,117	1,050	4,268
Edad(1)	-0,926	0,357	6,719	1	0,010	0,396	0,197	0,798
Higiene de Manos(1)	0,740	0,352	4,418	1	0,036	2,096	1,051	4,181
Constante	0,497	0,431	1,329	1	0,249	1,644		

Leyenda: β = Parámetros; E.T. = Desviación Estándar; Estadístico de Wald = Equivalente a la significación de los coeficientes β de regresión múltiple; Gl = Grados de libertad; Sig = Nivel a partir del cual es significativo el parámetro β ; exp (β) = Odds Ratio (OR); IC = Intervalo de confianza.

De los cuales sólo las variables “Raza Holstein”, “Edad de 3 a 4 años” y “Ausencia de higiene de manos”, son los factores que explican el comportamiento de la presentación de la mastitis subclínica, ya que los parámetros β de las demás variables no han sido significativos ($p > 0,05$), por lo que no han sido incorporadas en el modelo.

4.2.1. Analisis de Riesgos

Los valores positivos de β y exp (β) o Odd Ratio (OR) mayores que 1, indican que las variables “Raza Holstein” [exp (β)=2,117] y “Ausencia de higiene de manos antes del ordeño” [exp (β)=2,096], tienen un mayor riesgo, ya que presentan el doble de posibilidad de que se presente la mastitis cuando estos factores están presentes, que cuando no lo están; asimismo existe una protección a la presentación de mastitis subclínica para las vacas con “Edad de 3 a 4 años” [exp (β)=0,396], que en aquellas que tienen mayor edad.



4.2.2. Analisis predictivo

Siendo el modelo de regresion logistica lineal, $\text{Logit}(p) = p/(1-p) = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k$, entonces:

ProbVaca enferma $Y=1$,

$$Z = \text{Ln}(\text{Odds}) = 0,497 + 0,750(\text{Raza Holstein}) - 0,926(\text{Edad de 3 a 4 años}) + 0,740(\text{Ausencia de higiene de manos})$$
$$Z = \text{Ln}(\text{Odds}) = 0,497 + 0,750(1) - 0,926(1) + 0,740(1)$$
$$\text{Antilog } 1,061 = 2,8893$$
$$\text{Luego } p = 2,8893 / (2,8893 + 1) = 0,7429$$

La probabilidad de que una vaca siendo de “Raza Holstein”, tenga la “Edad de 3 a 4 años”, con “Ausencia de higiene de manos antes del ordeño”, padesca de mastitis subclínica es = 74,29%

La variable “Raza Holstein” como factor de riesgo, concuerda con lo hallado por Ramírez *et al.* (2011) quienes revelaron un mayor riesgo de presentar mastitis para vacas de raza Holstein con respecto a vacas de otras razas. Esto sucedería debido a que la raza Holstein posee alelos en sus genes que han sido asociados con la susceptibilidad a enfermedad infecciosas como la mastitis bovina (Zambrano *et al.* 2011).

Respecto a la variable “Ausencia de lavado de manos antes del ordeño”, como factor de riesgo (OR = 2,096) encontrado en este estudio, Ramírez *et al.* (2011) informaron que “la presencia de lavado de manos antes del ordeño” tuvo un OR = 0,36 siendo un factor asociado a protección contra la mastitis; al respecto Solís M (2007) indica que los procedimientos de higiene durante el ordeño como el lavado de manos (entre otros)



previenen la transmisión de microorganismos entre vacas y disminuye la población microbiana sobre la piel del pezón.

La variable “edad de 3 a 4 años” (OR = 0,396), es un factor de protección frente a la presentación de mastitis subclínica que en aquellas vacas que tienen mayor a 4 años; es decir las edades mayores a 4 años hacen más propensas a las vacas a contraer la enfermedad, lo que concuerda con lo reportado por Novoa *et al.* (2005), quienes indican que la edad avanzada (mayores a 5 años) generan más del doble de las posibilidades de que se presente mastitis subclínica (OR = 2,191). Una explicación a este fenómeno es que la leche de vacas más viejas normalmente tiene alto recuento de células somáticas (RCS), debido a la exposición prolongada a microorganismos de la mastitis e infecciones que pueden convertirse en crónicas aun después de ser eliminadas por medio de terapia; y que además, el sistema inmunológico de las vacas viejas pueden no ser tan eficientes como el de vacas jóvenes y esto contribuirá a un aumento en la tasa de infección (Philpot N y Nickerson S, 2000).



V. CONCLUSIONES

1. Se obtuvo de forma general altos valores de prevalencia de mastitis subclínica. Considerando como resultados positivos a partir de Trazas (T) hasta grado 3 (+++), se obtuvo una prevalencia de 72,25% y considerando como resultados positivos sólo a partir de grado 1 (+) hasta grado 3 (+++), una prevalencia de 65,55%, en ambos casos la prevalencia supera al 50%.
2. La prevalencia de mastitis subclínica por cuartos totales considerando como resultados positivos a partir de Trazas (T) hasta grado 3 (+++) fue de 48,67% y considerando como resultados positivos sólo a partir de grado 1 (+) hasta grado 3 (+++) fue de 42,27%.
3. No existe diferencia significativa estadística respecto a la afectación de los cuartos mamarios, lo cual indica que tanto los cuartos anteriores como los cuartos posteriores tienen similares afecciones ($p > 0,05$).
4. Según el grado de intensidad de reacción al CMT, existe una mayor presentación del grado de intensidad determinado por los indicadores, grado 1 (+) y grado 2 (++); siendo los porcentajes de 15,46% y 14,61% respectivamente
5. Respecto a los Factores relacionados a la presencia de mastitis se puede afirmar que la “Raza Holstein” [$\exp(\beta) = OR = 2,117$] y la “Ausencia de higiene de manos antes del ordeño” [$\exp(\beta) = OR = 2,096$], tienen un mayor riesgo, ya que presentan más del doble de posibilidad de que se presente la enfermedad.
6. El factor “Edad de 3 a 4 años” [$\exp(\beta) = OR = 0,396$], representa un factor de protección debido a que su OR es menor a 1, lo que quiere decir que las vacas con esa edad son más resistentes a la enfermedad.



VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar dos tipos de diagnósticos de mastitis subclínica, uno considerando como resultados positivos a partir de Trazas (T) =200,000 cel /ml hasta grado 3 (+++), con el fin de prevenir y evitar el desarrollo de la mastitis de los casos sospechosos; y otro considerando como resultados positivos sólo a partir de grado 1 (+) hasta grado 3 (+++) debido a que, para fines de comercialización y consumo de la leche la NTP: 202.001:2010 señala que esta debe tener como máximo 500,000 cel/ml.
2. Establecer programas de prevención y control de la mastitis bovina en el Sector de Kerapata y anexos a través de capacitaciones y asesoramiento técnico, con las entidades correspondientes (SENASA, MINAG, FONDEGAB, ONGs, entre otros) basados en los factores de riesgo más relevantes encontrados en este trabajo de investigación.
3. Debido a la alta prevalencia encontrada, la Universidad Nacional Micaela Bastidas a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, debe promover investigaciones y actividades de extensión universitaria, que conlleven a la prevención y control de esta enfermedad.
4. Este trabajo de investigación fue realizado en periodo seco del año, por lo que se recomienda realizar un estudio de prevalencia en épocas de lluvia, donde esta puede verse incrementada.
5. Es necesario elaborar un estudio basado en el aislamiento e identificación de microorganismos patógenos causantes de la mastitis en el Sector de Kerapata y anexos en las diferentes estaciones del año, con el fin de realizar tratamientos específicos, así evitar el uso indiscriminado de antibióticos, lo que produce resistencia de los microorganismos.



VII. BIBLIOGRAFIA

1. Acebo, M. 2006. Mastitis: Afecta la producción y la calidad de la leche. [en línea]. Ecuador: Intervet Ecuador S.A. [Consultado 23 may 2012]. Disponible en: <http://www.Intervet.com.ec>
2. Acuña, V., Rivadeneira, A. 2008. Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agropecuario]. Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la vida, Carrera de Ciencias Agropecuarias.
3. Adrianzén, G., Rodríguez, L. 2007. Bacterias que causan mastitis subclínica bovina y resistencia a antibióticos - Ayacucho, 3550 msnm – 2007. En: XIX Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias. Puno.
4. Alfonso, D., Pérez, C., Silveira, E. 2008. Evaluación epizootiológica de la mastitis bovina en cuatro vaquerías. Rev. electrón. vet. jul; 9(7):1-9.
5. Andresen, H. 2001. Mastitis: Prevención y control. Rev. Inv. Vet. Perú. 12(2): 55-64.
6. Ávila, S., Gutierrez, A., Sanchez, J., Canizal E. 2002. Comparación del estado de salud de la ubre y la calidad sanitaria de la leche de vacas ordeñadas manual o mecánicamente. Rev. Vet. Méx. 33(4):387-94.
7. Ávila, S. 1984. Producción intensiva de ganado lechero. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria. México: Continental; p. 139-157.
8. Bedolla, C., Ponce de León, M. 2008. Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. Rev. electrón. vet. abr; 4 (4):1-26.



9. Bradford, P. 2010. Medicina Interna de grandes animales. 4ª ed. España: Elsevier; p. 1112-1143.
10. Calderón, A., Rodríguez V. 2008. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia). Rev. Colomb. Cienc. Pecu. 21:582-589.
11. Cano, P. 2004. Nuevas alternativas en el diagnóstico clínico de campo y en el tratamiento de mastitis. Boletín Técnico Virtual. [en línea]. México: Órgano de difusión del Departamento de Producción Animal Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. [Consultado 26 may 2012]. Disponible en www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRgCliC004.htm.
12. Coronel, O., Bazán, M., López, M., Flores, M., Laymes, A., Muñoz, H. 2011. Diagnóstico bacteriológico y prevalencia de la mastitis en vacas cebú en selva alta Satipo. En: XXXIV Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal- APPA. Trujillo.
13. Carrillo, H. 1999. Plan de desarrollo forestal para la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay. Abancay: IDMA.
14. Cotrino, V. 2009. Estrategias de diagnóstico, control y prevención de mastitis. Rev. Med. Vet. Zoot. (56):327-331.
15. Corbellini, C. 2002. La Mastitis Bovina y su impacto sobre la calidad de la leche. En: III Seminario Internacional Competitividad en Leche y Carne. Argentina.
16. Cuayla, E. 2010. Prevalencia de mastitis subclínica bovina en las secciones C, D y E; en establos inscritos en el Comité Zonal de Productividad Lechera, Distrito de Majes, Departamento de Arequipa-2009. [Tesis para optar el Título en Medicina Veterinaria y Zootecnia]. Perú: Universidad Católica de Santa María, Facultad de



Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas, Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

17. Dirección Regional Agraria Apurímac. 2012. Estadística continua de Producción Pecuaria. Abancay- Apurímac: DRA.
18. Dohoo, I., Meek, A. 1982. Somatic cell counts in bovine milk. *Can Vet J.* abr; 23:119-125.
19. Ferguson, J., Galligan, D., Thomsen, N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* abr; 77:2695-2703.
20. Fernández A y Co. 2010. Tecnología productiva de lácteos. Calidad de la leche. 1ª ed. Perú: Solid OPD; p. 57 -
21. Fetrow, J., Mann, D., Butcher, K., McDaniel, B. 1991. Production losses from mastitis: carry-over from the previous lactation. *J Dairy Sci.* sep; 74:833-839.
22. Fondo de Desarrollo Ganadero, Agrícola y Agro Industrial de Abancay. 2012. Relación de asociados. Abancay: FONDEGAB.
23. Garcia, A. 2004. Células somáticas y alto recuento bacteriano. ¿Cómo controlarlo?. *J Dairy Sci.* sep; 4031-5.
24. Gasque, R. 2008. Enciclopedia Bovina: Mastitis Bovina. 1ª ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; p. 176-181.
25. Hovinen, M., Pyörälä, S. 2011. Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *J Dairy Sci.* 94 (2):547-562.
26. Kaps, M., Lamberson, R. 2004. Bioestadistics for animal science. CABI Publishing. London UK.
27. Larrondo, H. 2000. Amoxicilina/sulbactam. Alternativa terapéutica en las infecciones respiratorias extrahospitalarias. *Acta Médica.* 9(1-2):96-100.



28. Martel, W., Cubas, P., Ariza, E., Flores, J. 2011. Determinación de la prevalencia de mastitis bovina subclínica mediante la prueba californiana (CMT) en la comunidad campesina de Tielacayán - Cerro de Pasco. En: XXXIV Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal- APPA. Trujillo.
29. Mateu, E., Casal, J. 2003. Tamaño de la muestra. Rev. Epidem. Med. Prev. 1:8-14.
30. Meglia, G., Mata, H. 2001. Mecanismos específicos e inespecíficos de defensa, con referencia a la glándula mamaria de los bovinos productores de leche. Argentina: Universidad Nacional de la Pampa, Ciencia Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias; p. 29-40.
31. Mellenberger, R., Roth, C. 2000. Hoja de Información de la Prueba de Mastitis California (CMT), Fact sheet. Dept. of animal Science, Michigan State University and Dept. of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison.
32. Merck y Co. 2000. El Manual Merck de veterinaria. 5ª ed. España: Océano; p. 1132-1140.
33. Miller, G., Bartlett P. 2004. Economic effects of mastitis prevention strategies for dairy producers. J Am Vet Med Associ. 198:227-231.
34. Nickerson, S. 1989. Immunological Aspects of Mammary Involution. J Dairy Sci. 72:1665-1678.
35. NTP: 202.001:2010. 2010. Leche y productos lácteos. Leche cruda. Requisitos. 5a. ed. Perú: Indecopi.
36. Novoa, R., Armenteros, M., Abeledo, M., Casanovas, E., Valera, R., Caballero, C., Pulido, J. 2005. Factores de riesgo asociados a la prevalencia de mastitis clínica y subclínica. Rev. Salud Anim. 27(2):84-88.



37. Novoa, R. 2003. Evaluación epizootiológica y económica de la mastitis bovina en rebaños lecheros especializados de la provincia de Cienfuegos. [Tesis para optar el Título de Máster]. Cuba: Universidad Agraria de la Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, Facultad de Medicina Veterinaria.
38. Pastor, J., Bedolla, J. 2008. Determinación de la prevalencia de mastitis bovina en el municipio de Tarímbaro, Michoacán, mediante la prueba de California. Rev. electrón. vet. oct; 9(10):1-34.
39. Patiño, N. 2008. Resistencia a antimicrobianos del *Staphylococcus aureus* en vacas lecheras con mastitis subclínica de tres municipios del estado de Michoacán. [Tesis para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista]. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
40. Philpot, N., Nickerson, S. 2000. Ganando la lucha contra la mastitis. 2ª ed. Naperville, IL, USA: Wesfalia Surge.
41. Pita, S., Vila, M; Carpenente, J. 1997. Determinación de factores de riesgo. Cad. Aten Primaria. 4:75-78.
42. Quinn, P., Markey, B., Carter, M., Donnelly, W., Leonard, F. 2002. Microbiología y enfermedades infecciosas veterinarias. Zaragoza: Acribia; p. 579-582.
43. Rainard, P. 2003. The complement in milk and defense of the bovine mammary gland against infections. Vet. Res. 34:647–670.
44. Ramírez, N., Arroyave, O., Cerón, M., Jaramillo, M., Cerón, J., Palacio, L. 2011. Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia. Rev. Med. Vet. jul-dic; (22):31-42.



45. Relova, D., Armenteros, M., Capdevila, J. 2008. Caracterización de la situación clínico - epizootiológica de la mastitis bovina en vacas primerizas Holstein de una lechería especializada. Rev. electrón. vet. ago; 9(8):1-12
46. Ruiz, A., Ponce, P., Gomes, G., Mota, R., Sampaio, E., Lucena, E., Benone, S. 2011. Prevalencia de mastitis bovina subclínica y microorganismos asociados: Comparación entre ordeño manual y mecánico, en Pernambuco, Brasil. Rev. Salud Anim. ene-abr; 33(1):57-64.
47. Saglimbeni, M., Salazar de Plaza, E. 1995. Combinación de amoxicilina y ácido clavulánico, Venezuela. Acta Odontológica Venezolana. 40(3):6-8.
48. Sanchez, E., Ramírez, C. 2000. Regresión logística en salud pública. Escuela Andaluza de Salud Pública. II Serie. Granada-España: EASP.
49. Solís, M. 2007. Utilización de la Solución Hipertónica (agua de mar) en el Tratamiento de la Mastitis Bovina en la Finca “Guadalupana”, del Municipio de Nagarote, Departamento de León. [Tesis para optar el Título de Médico Veterinario]. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal, Departamento de Veterinaria.
50. Sordillo, L., Shafer-Weaver, K., DeRosa, D. 1997. Immunobiology of the mammary gland. J. Dairy Sci. 80:1851-1865.
51. Sumano, H., Ocampo, L. 2006. Farmacología Veterinaria. 3ª ed. México D.F: McGraw-Hill Interamericana; p. 308-309.
52. Torrez, F., Duarte, O. 2006. Estudio Preliminar de la Utilización de la Manteca de armadillo (*Dasypus novemcinctus*) en el tratamiento de la mastitis bovina en el Municipio de Paiwas departamento de Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN). [Tesis para optar el Título de Médico Veterinario]. Nicaragua:



Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal, Departamento de Veterinaria.

53. Vargas, R., Gómez, O. 2010. Informe técnico. Diagnóstico de mastitis en el Sector de Kerapata y Anexos. Proyecto de asistencia técnica y capacitación en las provincias de la región de Apurímac. Dirección Regional Agraria de Agricultura Apurímac. Abancay- Perú.
54. Wattiaux M, 1999a. Composición de la leche y valor nutricional. Guías Técnicas lecheras. Traducido por Cibelli, J., Homan, J., San Emerterio, F. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison; p. 73-76.
55. Wattiaux, M. 1999b. Secreción de leche por la ubre de una vaca lechera. Guías Técnicas lecheras. Traducido por Cibelli, J., Homan, J., San Emerterio, F. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison; p. 77-80.
56. Wattiaux, M. 1999c. Mastitis: La enfermedad y su transmisión. Guías Técnicas lecheras. Traducido por Cibelli, J., Homan, J., San Emerterio, F. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison; p. 89-92.
57. Wolter, W., Castañeda, V., Kloppert, B., Zschock M. 2004. Mastitis bovina. Prevención, diagnóstico, y tratamiento. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. México; p. 12-37.
58. Zambrano, J., Echeverri, J., López A. 2011. Alelos del gen BoLA DRB3.2 están asociados con mastitis en vacas lecheras. Rev Colom Cienc Pecua. abr- jun; 24(2):145-156.



59. Zambrano, P., Aleman, J. 1991. Incidencia y Epidemiología infecciosa de la mastitis bovina en la Irrigación la Joya-Arequipa. [Tesis para optar el Título de Médico Veterinario]. Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.



ANEXOS



ANEXO 1: FIGURAS DEL PROCESO DE INVESTIGACION



FIG 1. TOMA DE MUESTRAS DE LECHE DE CADA CUARTO MAMARIO.



FIG 2. APLICACION DE REACTIVO CMT.

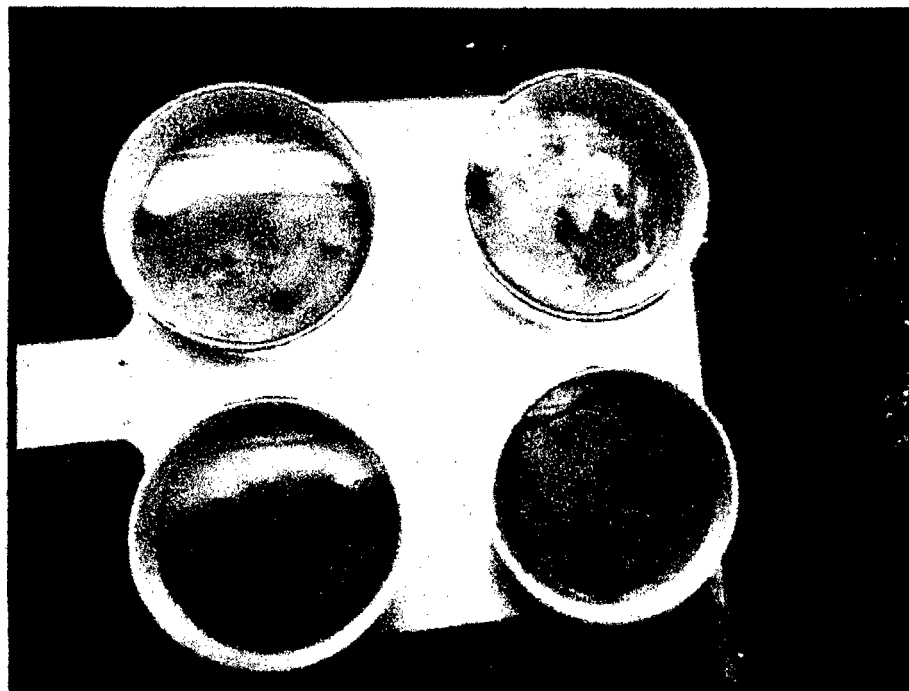


FIG 3. MUESTRA DE LECHE CON ALTO NIVEL DE AFECTACIÓN.



FIG 4. ENTREVISTA A PRODUCTORES Y LLENADO DE FICHAS.

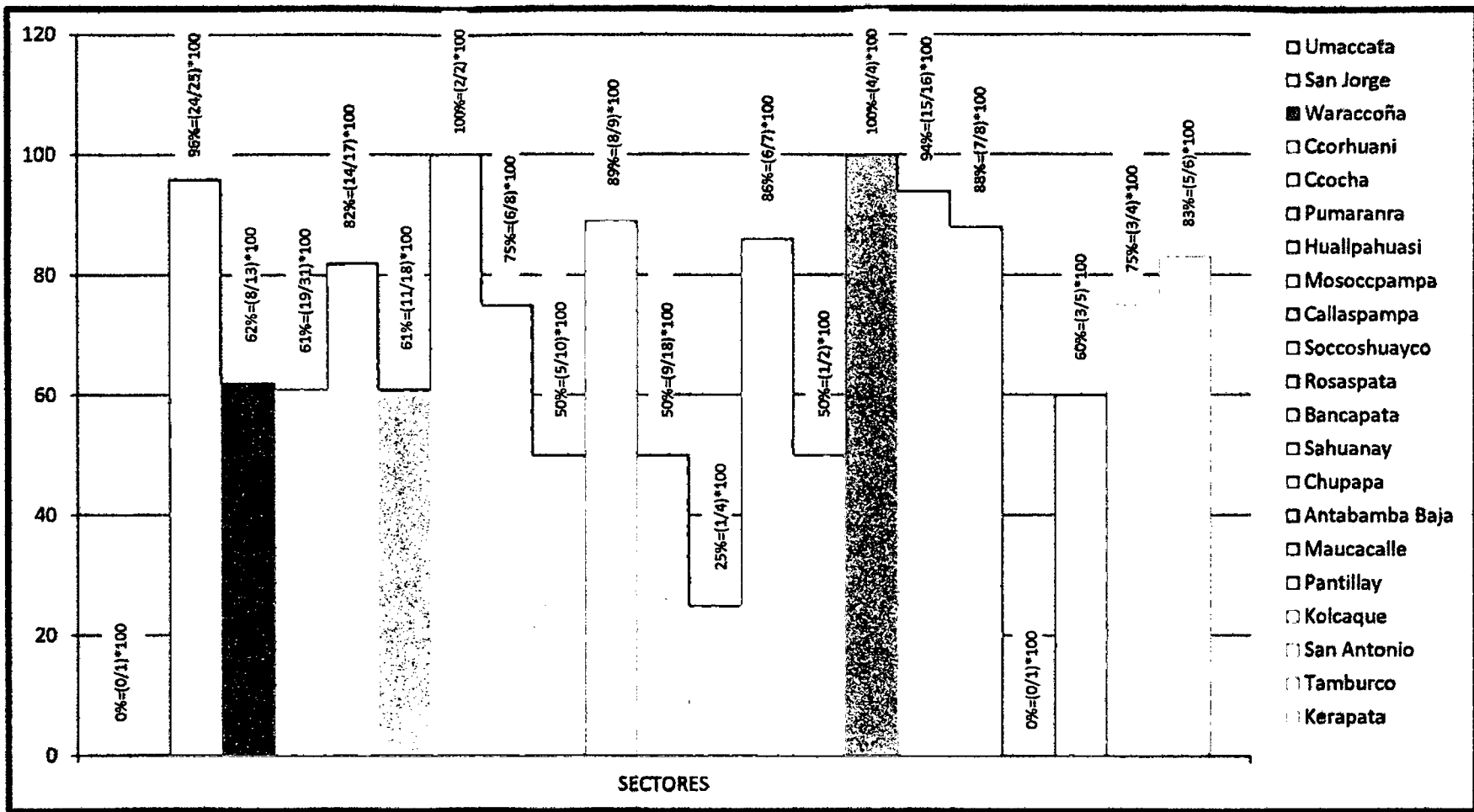


FIG 6. PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLINICA POR SECTORES (DE ACUERDO AL NUMERO DE ANIMALES MUESTREADOS POR SECTOR)

ANEXO 2: FORMATOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS.

FICHA DE FACTORES QUE PREDISPONEN LA PRESENTACION DE MASTITIS

SUBCLINICA

Datos del Productor:

Lugar:..... Nombre del Productor:

Identificación de la vaca:

Nombre: Numero de arete:.....

Raza: Holstein () Brown Suis () Jersey () Criollo ()

Edad de la vaca: > 3 años () > 5 años () > 7 años ()

Días de lactancia: 7-100 días () 101-244 días () > 244 días ()

Parto múltiple: NO () SI ()

Condición Corporal : 2.5 puntos o más () < 2.5 puntos ()

Conocimiento sobre prevención de mastitis: NO () SI ()

Ordeño a mano llena: NO () SI ()

Higiene de manos: NO () SI ()

Despunte Correcto: NO () SI ()

Lavado de pezones: NO () SI ()

Sellado del pezón: NO () SI ()

Ordeño último de casos clínicos: NO () SI ()

Número de vacas: < 3 vacas () de 3 a más()

Higiene del lugar de ordeño: NO () SI ()

Higiene de Dormidero NO () SI ()



FICHA PARA LA PRUEBA DE MASTITIS CALIFORNIA (CMT)

Lugar:.....

Nombre del productor.....

N°	N° Arete y/o Nombre de la vaca	Cuarto Afectado y Nivel de infección			
		AD	AI	PD	PI
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Leyenda: Nivel de infección. Negativo (N), Trazas (T), Inicial (+), Medio (++) , Fuerte (+++)

