

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LAMOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“PREVALENCIA DE MASTITIS CLÍNICA Y SUBCLÍNICA  
EN LOS ESTABLOS LECHEROS DE LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL AGRARIA LA MOLINA PERIODO 2012- 2016”**

**Presentada por:**

**AMADA VERÓNICA GUERRERO LEÓN**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO**

**MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**Lima – Perú**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“PREVALENCIA DE MASTITIS CLÍNICA Y SUBCLÍNICA  
EN LOS ESTABLOS LECHEROS DE LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL AGRARIA LA MOLINA PERIODO 2012- 2016”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAESTRO MAGISTER SCIENTIAE**

**Presentada por:**

**AMADA VERÓNICA GUERRERO LEÓN**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Mg. Sc. Daniel Zarate Rendón

**Presidente**

Mg. Sc. María Eliza García Salas

**Patrocinadora**

Mg. Sc. Marcial Cumpa Gavidia

**Miembro**

Mg. Sc. Jorge Vargas Morán

**Miembro**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios:**

Tu amor y cariño no tienen fin, me permitiste cumplir un logro más en la vida, que es resultado de tu ayuda.

### **A mis padres:**

José Miguel y Beatriz del Carmen, por ser ejemplos de valentía y trabajo, por sus palabras de aliento que no me dejan decaer que me permiten seguir adelante, ser perseverante y cumplir con mis ideales

### **A mis queridos hermanos:**

Juan José(+) aunque no estés a mi lado sé que desde el cielo siempre me acompañas,  
Diego Patricio, Beatriz Alexandra, Dayana Teresa, gracias por ser mi fortaleza.

### **A tí Byron:**

Por ser parte de mi vida

### **A toda mi familia:**

Que supieron darme el apoyo necesario para cumplir esta meta.

## **AGRADECIMIENTOS**

*A la Beca de Amistad Ecuatoriana –Peruana por financiar mis estudios y por su apoyo en todo el proceso.*

*A mi Profesora y Patrocinadora, Mg. Sc. María Eliza García, por su apreciable apoyo, dedicación y valiosa amistad.*

*Al, Mg. Sc. Jorge Vargas, por el apoyo recibido y apreciable amistad.*

*A los miembros de mi comité de tesis, por la asesoría brindada y su significativo aporte que hicieron posible esta investigación.*

*A todo el personal administrativo del Establo Isidro Labrador, y de la Unidad Experimental de Zootecnia, en especial a la Ing. Patricia e Ing. Esteban Mixan.*

*A los docentes de la Maestría de Producción Animal, que me brindaron sus conocimientos y dedicación en la formación profesional.*

*A la Sra. Lourdes Javier por brindarme su cariño en su hogar.*

*A mis amigos del Perú, Claudia, Melania, Yenifer, Rafael, Luis A, Luis M, por la valiosa amistad y apoyo en los momentos más difíciles, los llevo en mi corazón.*

*A mis amigos del Ecuador, Amparito, Diana, Edwin y Luis, con quienes compartí grandes momentos en este hermoso País.*

## INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1.	Aspectos generales.....	3
2.2.	Mastitis.....	3
2.3.	Clasificación de la mastitis.....	4
2.3.1.	Mastitis clínica.....	5
2.3.2.	Mastitis subclínica.....	5
2.4.	Modo de infección.....	6
2.5.	Mecanismos de defensa.....	6
2.6.	Factores asociados a la mastitis.....	7
2.5.1.	Factores asociados al animal.....	8
2.5.2.	Factores vinculados al medio ambiente.....	8
2.5.3.	Factores vinculados a los patógenos.....	9
2.7.	Bacterias causantes de mastitis.....	10
2.7.1.	Staphylococcus aureus.....	11
2.7.2.	Streptococcus agalactiae.....	11
2.7.3.	Streptococcus dysgalactiae.....	11
2.7.4.	Streptococcus uberis.....	11
2.7.5.	Coliformes.....	12
2.8.	Métodos de Aislamiento e identificación de agentes patógenos de la mastitis. ...	12
2.9.	Diagnóstico de la mastitis bovina.....	16
2.9.1.	Prueba de California para Mastitis (CMT).....	16
2.9.2.	Prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT).....	17

2.9.3.	Pruebas bacteriológicas .....	18
2.9.4.	Recuento de células somáticas (RCS) .....	18
2.10.	Efecto de la mastitis en la producción de leche .....	19
2.11.	Efecto de la mastitis en características fisicoquímicas de la leche .....	20
2.12.	Tratamiento y control de la mastitis .....	21
2.13.	Impacto económico de la mastitis .....	23
III.	MATERIALES Y METODOS .....	25
3.1.	Ubicación del Estudio .....	25
3.2.	Materiales.....	25
3.2.1.	Recolección de datos de establos.....	25
3.2.2.	California Mastitis Test (CMT):.....	26
3.2.3.	Conteo de Células Somáticas: .....	26
3.3.	Metodología .....	26
3.3.1.	Identificar los factores de riesgo que influyen en la presencia de la mastitis	26
3.3.2.	Determinación de la prevalencia de mastitis sub-clínica.....	28
3.3.3.	Determinación de la prevalencia de mastitis clínica. ....	28
3.3.4.	Comparación de la prevalencia de mastitis clínica de los establos analizados	28
3.3.5.	Calidad de la leche.....	29
3.3.6.	Determinar los costos por efecto de la mastitis clínica. ....	30
3.3.7.	Implementar un plan de contingencia para el control de la enfermedad .....	30
3.4.	Variables evaluadas en el experimento .....	30
3.5.	Análisis Estadístico.....	30
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33

4.1.	Estado actual de los establos: Diciembre del 2016.....	33
4.2.	Calidad del Agua.....	33
4.3.	Factores de manejo y rutina de ordeño .....	35
4.4.	Evaluación de la condición corporal de las vacas de ambos establos.....	36
4.5.	Prevalencia de Mastitis Subclínica .....	37
4.5.1.	Prueba Mastitis California Test (CMT).....	37
4.5.2.	Prevalencia de mastitis sub-clínica por número de parto .....	37
4.5.3.	Prevalencia de mastitis sub-clínica según etapa productiva.....	38
4.5.4.	Conteo Células Somáticas (CCS).....	38
4.5.5.	Prevalencia de mastitis subclínica a través del conteo de células somáticas (Porta SCC Milk Test).....	39
4.6.	Prevalencia de mastitis clínica.....	40
4.6.1.	Prevalencia de mastitis clínica según mes del año .....	40
4.6.2.	Prevalencia de mastitis clínica según cuarto afectado.....	43
4.6.3.	Prevalencia de Mastitis clínica según Etapa de Producción.....	44
4.6.4.	Prevalencia de Mastitis Clínica Según Número de Partos .....	46
4.6.5.	Prevalencia de Mastitis Clínica según estación del año .....	47
4.6.6.	Prevalencia promedio mensual en los años 2012 – 2016 del establo Labrador 50	
4.6.7.	Prevalencia promedio mensual en los años 2012 – 2016 del establo UEZ ...	50
4.6.8.	Comparación de resultados entre los establos Labrador y UEZ según prevalencia anual de mastitis clínica y mastitis subclínica.....	51
4.7.	Calidad de la leche .....	52
4.7.1.	Análisis físico químico de la leche .....	52
4.7.2.	Antibiograma de las vacas de los establos.....	53
4.7.3.	Análisis bacteriológico de la leche .....	54

4.8. Impacto Económico de la Mastitis Clínica .....	55
4.9. Plan de contingencia para disminuir la prevalencia de mastitis clínica y subclínica de los establos de la UNALM. ....	56
V. CONCLUSIONES .....	59
VI. RECOMENDACIONES .....	60
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	61



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales patógenos causantes de mastitis .....	13
Cuadro 2. Pruebas de identificación de microorganismos causantes de mastitis.....	14
Cuadro 3: Pruebas de identificación de Entero bacterias causantes de mastitis.....	15
Cuadro 4: Pruebas de identificación de bacilos GRAM negativos no pertenecientes a la familia <i>enterobacteriaceae</i> .....	15
Cuadro 5: Interpretación de la puntuación obtenida por la prueba CMT .....	17
Cuadro 6: Operacionalización de Variables .....	31
Cuadro 7: Análisis Físico – Químico del Agua – Diciembre 2016.....	34
Cuadro 8: Análisis Microbiológico del Agua – Diciembre 2016.....	35
Cuadro 9: Evaluación de los factores de manejo y la rutina de ordeño.....	35
Cuadro 10: Prevalencia de Mastitis Subclínica por cuartos afectados (CMT).....	37
Cuadro 11: Prevalencia de mastitis sub-clínica por número de parto .....	38
Cuadro 12: Prevalencia de mastitis sub-clínica según etapa productiva .....	38
Cuadro 13: Conteo de células somáticas (cel. ml <sup>-1</sup> ) .....	39
Cuadro 14: Prevalencia de Mastitis Subclínica por cuartos afectados (CSS) .....	39
Cuadro 15: Prevalencia mensual de mastitis clínica según año y establo .....	40
Cuadro 16: Prevalencia mensual de mastitis clínica según cuarto afectado.....	43
Cuadro 17: Prevalencia de mastitis clínica según etapa productiva (%).....	44
Cuadro 18: Prevalencia de mastitis clínica según número de parto de la vaca .....	46
Cuadro 19: Prevalencia de mastitis clínica según estación del año.....	48

Cuadro 20: Diferencia de prevalencia mensual de mastitis clínica para el periodo 2012 - 2016 en el establo Labrador.....	50
Cuadro 21: Diferencia de prevalencia mensual de mastitis clínica para el periodo 2012 - 2016 en la UEZ.....	50
Cuadro 22: Resultados de la prueba Chi-Cuadrado con permutaciones para mastitis clínica .....	51
Cuadro 23: Resultados de la prueba Chi-Cuadrado calculado para mastitis subclínica.....	51
Cuadro 24: Análisis Proximal - Físico de la leche .....	52
Cuadro 25: Antibiograma para los establos – Diciembre 2016.....	53
Cuadro 26: Resultados del Análisis Bacteriológico .....	54
Cuadro 27: Costos de la mastitis clínica en los establos Labrador y UEZ durante el periodo 2012 - 2016.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Prevalencia mensual de mastitis clínica según año (Establo Labrador) .....	41
Figura 2: Prevalencia mensual de mastitis clínica según año (Establo UEZ) .....	41
Figura 3: Diagrama de cajas de la prevalencia mensual de mastitis clínica para los años 2012 - 2016 (Establo Labrador).....	42
Figura 4: Diagrama de cajas de la prevalencia mensual de mastitis clínica para los años 2012 - 2016 (Establo UEZ) .....	42
Figura 5: Prevalencia de mastitis clínica según cuarto afectado (Establo Labrador) .....	43
Figura 6: Prevalencia de mastitis clínica según etapa productiva (Establo Labrador) .....	45
Figura 7: Prevalencia de mastitis clínica según etapa productiva (Establo UEZ).....	45
Figura 8: Prevalencia de mastitis clínica según número de parto (Establo Labrador) .....	46
Figura 9: Prevalencia de mastitis clínica según número de parto (Establo UEZ) .....	47
Figura 11: Prevalencia de mastitis clínica del establo UEZ según estación del año. ....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE CMT .....	72
ANEXO 2: PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE CCS .....	74
ANEXO 3: PRUEBAS ESTADÍSTICAS DEL ANOVA PARA MASTITIS MENSUAL PROMEDIO EN EL ESTABLO LABRADOR. ....	76
ANEXO 4: ANÁLISIS PROXIMAL DE LA LECHE .....	77
ANEXO 5: ANTIBIOGRAMA – ESTABLO LABRADOR.....	78
ANEXO 6: ANTIBIOGRAMA – UNIDAD EXPERIMENTAL DE ZOOTECNIA .....	82
ANEXO 7: ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL AGUA (ESTABLO LABRADOR)...	86
ANEXO 8: ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL AGUA (UEZ) .....	87
ANEXO 9: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA (UEZ) .....	88
ANEXO 10: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA (Labrador) .....	89
ANEXO 11: SOFTWARE ESTADÍSTICO R – INFORMACIÓN GENERAL .....	90
ANEXO 12: CULTIVOS BACTERIOLÓGICOS DEL ESTABLO SAN ISIDRO LABRADOR .....	91

## RESUMEN

### “PREVALENCIA DE MASTITIS CLÍNICA Y SUBCLÍNICA EN LOS ESTABLOS LECHEROS DE LA UNALM PERIODO 2012- 2016”

El estudio de investigación tuvo como objetivos evaluar los factores de riesgo, la prevalencia de mastitis clínica y sub-clínica, los costos asociados a la mastitis clínica, así como la elaboración de un plan de contingencia, para dos establos de la UNALM. Como metodología del presente trabajo se recolectaron datos mensuales de los casos confirmados de mastitis clínica y se procedió a evaluar la mastitis sub-clínica mediante las pruebas CMT y el conteo de células somáticas. Además se enviaron muestras de leche al laboratorio para identificar las bacterias que producen mastitis y se realizó antibiogramas para determinar que bacterias son sensibles a los diferentes antibióticos; también se analizó la calidad de agua y leche. Los resultados de prevalencia de mastitis clínica mensual promedio fue de 2.72% para el establo Labrador y 6.09% para la UEZ. El establo Labrador mostró una mayor prevalencia en vacas de alta producción, mientras que la UEZ en vacas en baja producción. En el caso de número de partos observamos mayor prevalencia en vacas jóvenes en ambos establos. El análisis estadístico a un 95% de confiabilidad muestra que el año que menos prevalencia promedio mensual fue el 2013 para ambos establos (0.7% para Labrador y 3.6% para la UEZ) no encontrándose diferencias significativas en los demás años evaluados. Con respecto a la mastitis sub clínica, los valores de prevalencia fueron de <49.32 – 70.67> y <88.44 – 97.26> para los establos Labrador y el de la UEZ respectivamente. Se encontró que el conteo promedio por vaca de células somáticas fue de 1 254 células/ml y 873 células/ml para los establos mencionados. El costo promedio total por vaca con mastitis clínica resultó de S/ 394.57 y S/481.76 para los establos Labrador y el de la UEZ en el orden mencionado.

**Palabras claves:** Prevalencia, Mastitis, Costos, CMT, Conteo de células somáticas.

## **ABSTRACT**

### **“PREVALENCE OF CLINICAL MASTITIS AND SUBCLINICAL MASTITIS OVER LAMOLINA NACIONAL AGRARIAN UNIVERSITY’S DAIRY CATTLE STATIONS DURING 2012- 2016”**

The objectives of this study were to describe Clinical Mastitis (CM) risk factors, determine the prevalence of CM and Sub Clinical Mastitis (SCM), and estimate the cost of CM in dairy cows over UNALM’s two stations. The historical data of CM cases was collected and the prevalence of SCM was evaluated by CMT and SSC test. In addition, samples of milk were taken in order to determine the microorganisms involved, and the effect of common antibiotics against them. The results showed that the average monthly prevalence for both, “Labrador” and UEZ stations were 2.72% and 6.09%. Labrador station showed a higher prevalence of CM over high production cows, while UEZ low production cows. According to the number of births, both showed a higher prevalence over youngest cows. The ANOVA test by fitting each year as a one way experiment factor, showed that in 2013, both stations presented the lowest prevalence of CM, with no significant differences between the other years. The prevalence of SCM found for both, “Labrador” and UEZ stations were <49.32 – 70.67 %> and <88.44 – 97.26 %>. The average of somatic cells for each millilitre of milk was 1 254 for “Labrador” and 873 for UEZ. Overall the cost associated to each CM incident were S/ 394.57 (Labrador) and S /481.76 (UEZ)

**Keywords:** Prevalence, Mastitis, Costs, CMT, Somatic cells count.

## I. INTRODUCCIÓN

La mastitis es una enfermedad altamente prevalente en el ganado bovino, es uno de los eventos sanitarios que tienen alto impacto a nivel económico en la industria del ganado lechero. Las pérdidas debido a la mastitis son cuantiosas (Koeck *et al.*, 2012), mayormente debido a los costos del tratamiento (Hinrichs *et al.*, 2005), leche descartada (Shim *et al.*, 2004), y reducción de la producción de leche (Bar *et al.*, 2008) que afecta mundialmente no solo la cantidad, sino también en la calidad.

El Consejo Nacional de Mastitis de Estados Unidos estimó que la mastitis afecta a un tercio de todas las vacas lecheras (Sordillo y Streicher, 2002) y que las pérdidas más grandes han sido en Cuba y Canadá con un promedio de 200 dólares/vaca/año (Van Der Voort y Hogeveen, 2016). Estos valores confirman que del 70-80% de todas las pérdidas son asociadas con la mastitis subclínica y del 20-30% se deben a mastitis clínica. El costo para el reemplazo de las novillas oscila entre US\$ 800-1200 (López *et al.*, 2017).

Las medidas de control frente a la mastitis incluyen una serie de procedimientos en la cual se deben manejar los factores medioambientales que pueden favorecer esta enfermedad, estas políticas tienen una finalidad preventiva, teniendo como meta la reducción de la mastitis en vacas lactantes. Entre los principales factores a tener en cuenta para reducir la mastitis se encuentran la técnica de ordeño, el alojamiento de los animales, la terapia de secado, la higiene y la dieta. (Botero y Esteban, 2012)

En Perú existen pocos datos que reflejen la prevalencia de mastitis clínica y subclínica, así como su impacto económico en los sistemas de producción. Estudios realizados en el distrito de Huacho- San Felipe han reportado un 48% de prevalencia de Mastitis subclínica en los 32 establos con una población de 4 364 vacas de la raza Holstein con presencia de células somáticas en los 07 centros de acopio el cual presento 753 750 cel. ml<sup>-1</sup> (Velásquez, 2010).

El conteo de células somáticas, el cual es un indicador directamente relacionado con la prevalencia de mastitis, alcanzó en los estudios realizados en el Perú, valores superiores a lo reportado por Paula *et al* (2004) en evaluaciones de establos en Brasil de 486 800 cel. ml<sup>-1</sup>; Noboa (1998) en Valdivia Chile con 329 000 cel. ml<sup>-1</sup>; Cerón-Muñoz *et al* (2007) en Colombia con 206 000 cel. ml<sup>-1</sup>; pero inferior a lo reportado por Reyes (2005) en Zulia Venezuela de 730 000 cel. ml<sup>-1</sup> (Velásquez, 2010).

El presente trabajo de investigación se realizó en dos establos de la Cuenca Lechera de Lima realizando pruebas microbiológicas y análisis de datos, con el objetivo determinar la los factores de riesgos, la prevalencia de mastitis clínica y subclínica, el costo económico de la mastitis clínica en dichos establos lecheros durante el periodo 2012- 2016. Finalmente se elaboró un plan de contingencia para ambos establos.



## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos generales

El ganadero en su establo tiene como fin principal obtener utilidades en el menor tiempo posible, por ende, una de las maneras de lograr esta meta es la de imponerse ante la presencia de la enfermedad más común y costosa que afecta mundialmente a todos los hatos ganaderos, la mastitis bovina (Dhakal *et al.*, 2016).

La mastitis bovina es un complejo de enfermedades que tiene como consecuencia grandes pérdidas dentro de la producción lechera a nivel mundial, sus consecuencias repercuten tanto a nivel productivo como a nivel de la industria de lácteos, además de encontrarse algunos patógenos que pueden ser transmitidos al hombre. Este complejo de enfermedades no solo afecta la producción cuando es clínica, sino también tiene aún un mayor efecto cuando es subclínica, dado que tienen mayor prevalencia que la primera (Wolter *et al.*, 2004).

En países de Latinoamérica como Brasil la alta incidencia de mastitis clínica es considerada como uno de los mayores desafíos para la industria (Oliveira *et al.*, 2009; Mota *et al.*, 2012). En Uruguay, el principal país exportador de productos lácteos en la región, determinó una prevalencia de mastitis clínica del 54.2% (Giannechini *et al.*, 2014; Mota *et al.*, 2012), igualmente Perú es altamente afectado por este problema, se presenta a nivel nacional y con mayor incidencia en las principales cuencas lecheras, así en Arequipa en una evaluación de 74 establos solo 5 de estos presentaron menos de 600 000 células somáticas por mililitro de leche (Olivera, 2013).

### 2.2. Mastitis

El término mastitis deriva de las palabras griegas *mastos* (mama) e *itis* (inflamación). La mastitis, como su nombre lo indica, constituye una reacción inflamatoria de la glándula mamaria que puede ser ocasionada por microorganismos patógenos transmisibles, o por diferentes agentes como lesiones traumáticas, disturbios secretorios de origen metabólico-

nutricional, situaciones de estrés, cambios fisiológicos asociados con una terminación temprana de la lactancia y, menos frecuente, por alergia y neoplasmas (Bonetto, 2014).

Otros autores lo definen como una enfermedad compleja multietiológica, que se define como la inflamación del parénquima de la glándula mamaria y se caracteriza por cambios físicos, químicos y bacteriológicos en la leche y cambios patológicos en los tejidos glandulares (Viguiet *et al.*, 2009; Günther *et al.*, 2011). No obstante, en muchos casos no hay tumefacción, color, dolor u otros signos que nos permitan identificar una glándula mamaria con mastitis haciendo imposible su identificación por palpación de la glándula o simple observación de la leche (Edifarm, 2000).

Nielsen (2009) define a la mastitis como la inflamación del tejido mamario cuya causa es el ingreso de organismos patógenos a través del esfínter del pezón, los cuales proliferan y sintetizan toxinas que afectan la ubre. Esto genera como consecuencia una reacción por parte del animal y con ello se presentan diferentes grados de intensidad, variaciones en duración y efecto residual, así como por la interacción entre los animales, el medio ambiente y los microorganismos (Lopez y Suarez, 2014). La infección intramamaria en el ganado puede resultar en diferentes resultados clínicos que van desde ser agudo y potencialmente mortal para los que son crónicos y subclínicos (Wellnitz *et al.*, 2012).

### **2.3. Clasificación de la mastitis**

La mastitis se puede clasificar de acuerdo al grado de inflamación que presente la glándula mamaria, esta inflamación puede ser serosa, supurativa, granulomatosa, proliferativa y necrosante, caracterizándose cada uno de estos tipos por los compuestos presentes en la leche o la glándula mamaria como respuesta de la vaca frente a los distintos agentes causales. (Miranda *et al.*, 2008).

Según Awale *et al.* (2012) la mastitis se clasifica en contagiosa y ambiental, la primera se puede transmitir de una vaca a otra durante el ordeño y es causada por bacterias que viven en la piel del pezón o en el interior de la ubre, mientras que, la segunda es causada por organismos tales como *Escherichia coli*, que normalmente no viven en la piel o en la ubre, sino que entran a la glándula cuando el pezón entra en contacto directo con heces, barro, agua sucia, etc.

En términos generales la mastitis se clasifica en: mastitis subclínica y mastitis clínica (Fernández *et al.*, 2012).

### **2.3.1. Mastitis clínica**

Es un proceso inflamatorio principalmente de origen infeccioso de la glándula mamaria, producido por varias clases de microorganismos, por lo menos en el 85% de los casos, involucra bacterias de los géneros *Streptococcus spp.* y *Staphylococcus spp.* El resto pueden ser producidas por otras bacterias como *E. coli*, *Pseudomonas spp.*, *Corynebacterium spp.* y por mohos y levaduras (Cotrino, 2003).

Tollersrud *et al.* (2000) define a la mastitis clínica como una anomalía, ya sea de la glándula mamaria de la vaca y/o de la leche producida por el animal afectado, que puede ser fácilmente observada. Se caracteriza por la presencia de síntomas generales de inflamación (hinchazón, calor, enrojecimiento, dolor) ocasionando anomalías en el tejido de la ubre o cambios en el aspecto de la leche (grumos) que pueden observarse a simple vista (César, 2004).

De acuerdo a la intensidad y a la duración de la enfermedad la mastitis clínica puede ser aguda, que aparece en forma súbita, o crónica, la cual se caracteriza por ser una infección de larga duración (Schrick *et al.*, 2001). La única responsabilidad de esta mastitis es del productor lechero que tiene como oficio detectar a tiempo los síntomas y deberá descartar esta leche para no ser comercializada (Pinzón, 2007).

### **2.3.2. Mastitis subclínica**

Es el tipo de mastitis que se presenta con mayor frecuencia en el ganado lechero, ocasionando la reducción de la producción tanto en cantidad como en calidad y en consecuencia generando pérdidas económicas (Ariznabarreta *et al.*, 2002). Se define como la inflamación de la ubre en la cual los síntomas no son identificados a simple observación, requiriendo por ende de pruebas de carácter técnico para ser reconocida. Un animal afectado por este tipo de mastitis produce leche cuya composición química está alterada y presenta un contenido elevado de células somáticas, además de la presencia de patógenos asociados a esta enfermedad (Wolter *et al.*, 2004).

Se ha encontrado que la mastitis subclínica está asociada al tamaño del establo, número de parto y momento de lactancia, esto se evidencia en estudios realizados en la cuenca lechera

de Lima los establos grandes, medianos y pequeños presentaron un porcentaje de 49.9; 52.6 y 29.8% respectivamente de cuartos afectados. Asimismo, se ha encontrado que el 40.3% de los cuartos afectados se presenta en las vacas al final de la lactancia en contraste con un 38.2 y 23.2% de cuartos afectados correspondiente a vacas de mediana e inicial lactancia respectivamente. (Velázquez, 2010)

#### **2.4. Modo de infección**

De acuerdo con Wolter *et al* (2004) la mastitis es una enfermedad cuya ocurrencia es debido a una interacción entre diversos factores que puedan favorecer su desarrollo. El acceso de los microorganismos patógenos a la ubre se realiza mayormente por medio del conducto galactóforo del pezón, invadiendo posteriormente la cisterna de la glándula, los conductos lácteos y los espacios alveolares.

Luego de realizado el ordeño el lapso de tiempo en que el pezón queda abierto fluctúa entre treinta minutos a dos horas, si se dan las condiciones propicias y existe la presencia de microorganismos causantes de mastitis en las proximidades del pezón, este período de apertura del canal del pezón es más que suficiente para que ocurra el ingreso de microorganismos en cualquier tipo de ordeño. (Wolter *et al*, 2004)

La mastitis también puede generarse debido a una infección que se transmita a través de la sangre como en el caso de un animal con tuberculosis o brucelosis; otra vía de infección es la percutánea, puede producirse como complicación de una dermatitis, sin embargo este caso se presenta con menor frecuencia (Miranda *et al*, 2008).

#### **2.5. Mecanismos de defensa**

Los mecanismos de defensa del sistema mamario están constituido por barreras físicas, tales como el pezón y la piel, células de defensa, mediadores de la inflamación y factores humorales (Wolter *et al.*, 2004). El pezón junto con la piel es la primera línea de defensa contra la penetración de los microorganismos dentro de la ubre (Bonetto, 2014). En el período seco el esfínter del pezón se cierra cuando el animal ya no es ordeñado formando un tapón de queratina que tiene un efecto de barrera física y adsorción de microorganismos (Moreno *et al*, 2016). Según otros autores, el tapón también previene la multiplicación bacteriana gracias al contenido de proteínas y ácidos grasos (Concha, 2010).

La respuesta habitual de la glándula mamaria frente a la invasión de patógenos es la exudación de leucocitos polimorfonucleares (Miranda *et al*, 2008), linfocitos, monocitos y células epiteliales que en condiciones normales se encuentran en bajas cantidades en la leche ( $1 \times 10^5$  cél ml<sup>-1</sup>); su número y proporción variará según el grado de infección o el estado fisiológico en el que se encuentre la ubre (Meglia y Mata, 2001).

Al existir infección bacteriana las células somáticas se incrementan en un período de 12 a 24 horas. Los polimorfonucleares son las células con mayor incremento durante la infección, su principal función es fagocitar y destruir a los agentes extraños. La fagocitosis consta de varias fases: quimiotaxis de los fagocitos hacia el sitio requerido, reconocimiento del agente extraño, englobamiento, formación del fagolisosoma, destrucción del microorganismo y exocitosis. (Arriagada, 2016) La actividad bactericida del fagocito está dada por mecanismos independientes de oxígeno (enzimas lisosomales: lisozima, defensinas, lactoferrina y perforina) y dependientes de oxígeno (generación de radicales de oxígeno libre, anión superóxido y peróxido de hidrógeno) con la participación de mieloperoxidasa que cataliza la formación de hipoclorito y agentes oxidantes de elevada efectividad bactericida. Los macrófagos tienen capacidad fagocítica y producen citocinas, son los responsables de iniciar el proceso de inflamación crónica y comprometen a la respuesta inmune específica mediante la presentación de antígenos a los linfocitos (Meglia y Mata, 2001).

Cuando la infección persiste, las células secretoras de leche se vuelven no funcionales, los alvéolos comienzan a reducir su tamaño, y las sustancias producidas por los leucocitos conducen a la destrucción completa de las estructuras alveolares que son reemplazadas por tejido conectivo que luego cicatriza. Este proceso permite mantener la infección bajo control. (Arriagada, 2016)

## **2.6. Factores asociados a la mastitis**

Los factores asociados a la presentación de la mastitis están vinculados al animal, al ambiente y al patógeno. Por ende esta patología se incrementa con la edad, el manejo y alojamiento inadecuados, la viabilidad y virulencia del agente (Nyman *et al.*, 2007).

### **2.6.1. Factores asociados al animal**

Según Bonetto (2014) los factores vinculados al animal que influyen en una mayor o menor susceptibilidad a la mastitis son: edad, raza, estatus inmunitario, nivel de producción, conformación de la glándula mamaria y estado de lactación.

Estudios realizados en Colombia sobre los factores de riesgo para la presentación de mastitis muestran que la razón de prevalencias para la raza Holstein es de 1.57 respecto a las vacas cruzadas de Holstein x Jersey u otras razas o cruces, esto se traduce en un mayor riesgo de presentar mastitis para vacas de esta raza en contraste a las vacas de las otras razas comparadas en el estudio realizado. Asimismo se encontró una mayor incidencia de mastitis en vacas con mayores meses de lactancia y vacas con mayor número de partos. (Ramírez *et al.*, 2016) Resultados similares respecto a esta última variable fueron encontrados en el estudio de Gómez-Cifuentes *et al.* (2014), quienes determinaron en un hato lechero de 182 vacas que el recuento de células somáticas promedio en la leche fue de 494,961 cel/ml, reportado que las vacas de la tercera a la quinta lactación presentaban un mayor presencia de estas células en la leche respecto a las vacas de primer y segundo parto.

Igualmente Blowey y Edmondson (2010) reportaron que las vacas de mayor edad tienden a presentar niveles más altos de células somáticas asociados a la mastitis clínica, principalmente en la última etapa de este periodo. (Elbably *et al.*, 2013) Las vacas de mayor producción tienden a presentar mayor predisposición a contraer mastitis, habiéndose encontrado correlaciones genéticas de 0.45 entre el nivel de producción y la presentación de mastitis clínica (Oltenucu y Broom 2010).

Con respecto a la condición corporal, se ha encontrado que las vacas que presentan mayor pérdida de condición corporal después del parto son más propensas a mastitis. (Corea *et al.*, 2008), sin embargo el *score* de condición corporal no se relaciona significativamente con la prevalencia de mastitis, aunque variaciones diarias en la condición corporal se relacionan con un aumento del conteo de células somáticas y la consecuente prevalencia de mastitis sub-clínica. (Berry *et al.*, 2007)

### **2.6.2. Factores vinculados al medio ambiente**

Entre los factores vinculados al medio ambiente (Bonetto, 2014), determinantes del mayor o menor número de casos de mastitis se tiene a la frecuencia y tipo de ordeño, nutrición,

clima e instalaciones. Biffa *et al* (2005) reportaron que el clima y la época del año influyen sobre la presencia de mastitis, siendo durante la estación lluviosa la época donde se genera una mayor proliferación y transmisión de patógenos, y por tanto una mayor prevalencia de mastitis.

Es importante evaluar la calidad del agua que se usa en los establos al menos una vez al año mediante un análisis microbiológico que incluya coliformes, Diversos patógenos como *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, este último no detectado en las pruebas de coliformes, presentan un gran peligro para la calidad de la leche y la salud general del establo con respecto a la mastitis clínica y subclínica. (Britten, 2012) Estudios en Argentina evaluando 50 establos lecheros en la provincia de Cordova encontró niveles peligrosos de *Escherichia coli* de ambas fuentes de agua en el 20% de los establos. *Pseudomonas aeruginosa* registró un alto recuento en el 36% de las muestras de agua de pozo y un 42% en las de lavado. Un 80 % y un 88 % de los establecimientos contaban con agua de pozo y de lavado no aptas, respectivamente. (Bettera, 2011)

En lo concerniente a la rutina de ordeño y su influencia en la mastitis, Ramírez *et al.* (2016) encontraron que el lavado de manos y el sellado de los pezones permiten disminuir el riesgo de mastitis respecto a no realizar estas prácticas, así mismo estos autores señalan que el ordeño manual presenta mayor razón de prevalencia de mastitis respecto al ordeño mecánico.

Mixán (2009) evaluó la variación del porcentaje de mastitis clínica en vacas que fueron trasladadas de un sistema de ordeño tándem a un modelo media espina de pescado, encontrando que en la primeras cinco semanas de realizado el cambio el porcentaje se redujo de 6.2 a 6.0%, mientras que en las siguientes cinco semanas este porcentaje aumento a 6.9%, sin embargo, la disminución en el porcentaje de esta enfermedad durante las primeras cinco semanas fue atribuida a un cuidado más exhaustivo de los animales, que consistió en aplicar oxitocina a las vacas que retenían leche y mayor número de horas de trabajo por parte de los ordeñadores. Asimismo determino que en la última etapa de evaluación se tuvo fallas técnicas del equipo de ordeño.

### **2.6.3. Factores vinculados a los patógenos**

Los patógenos son transmitidos fácilmente de la ubre de una vaca a la otra, especialmente durante el ordeño, o ambientales estando presentes en el medio en el que la vaca se encuentra o en su superficie corporal (Bonetto, 2014). Muy pocas bacterias son necesarias para entrar

al canal del pezón y establecer una infección dentro de la glándula mamaria. Una vez que los organismos se encuentran presentes en la leche, son transmitidos fácilmente a otros cuartos de la misma vaca u otras vacas por medio de las manos del ordeñador, pezoneras y otras partes del equipo (López *et al.*, 2006).

Por lo tanto la prevención debe enfocarse en detener la invasión de la ubre por organismos y en prevenir su diseminación de una vaca a otra. La limpieza general de las vacas y su alojamiento, como también buenos procedimientos de manejo (especialmente ordeño) son formas efectivas de controlar la propagación de la mastitis. (Bonetto, 2014).

## **2.7. Bacterias causantes de mastitis**

La mastitis es una enfermedad compleja multifactorial. La causa principal de la mastitis es un amplio espectro de cepas bacterianas; sin embargo, también se reportó mastitis debido a virus, algas y hongos (Awale *et al.*, 2012).

La mastitis puede ser causada por más de 250 diferentes microorganismos contagiosos y ambientales tales como cocos Gram-positivos, cocos Gram-negativos (coliformes específicamente *E. coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella spp.*) y otros organismos diversos, que incluyen *Nocardia*, *Prototheca* y *levadura*. En general, la mastitis debido a los hongos y las levaduras es poco común o raro, sin embargo, se ha reportado una baja prevalencia de mastitis micótica (2 a 7 por ciento). El predominio de una especie bacteriana puede variar según la región geográfica bajo evaluación. Los cambios de las tendencias de patógenos han sido tanto temporal como geográfico (Sharma *et al.*, 2012).

Entre las bacterias causantes de la mastitis bovina se han encontrado patógenos que repercuten en diferente medida en la presentación de mastitis, clasificándose por tanto entre patógenos mayores y menores de la glándula mamaria, entre los patógenos mayores se incluyen *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Actinomyces pyogenes*, los cuales son contagiosos, y las enterobacterias como *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.* y *Enterobacter spp.* Por otro lado los patógenos considerados menores incluyen al grupo de *Mycoplasma*, *Pasteurella*, *Nocardia*, *Listeria*, y algunos hongos y levaduras. (Sharma *et al.*, 2012)

De acuerdo con Miranda *et al* (2008) y tal como podemos observar en el cuadro 1, los principales microorganismos causantes de mastitis bovina, son:



### **2.7.1. Staphylococcus aureus**

*Staphylococcus aureus* es considerado en los rumiantes como el patógeno principal de la infección intramamaria, estando asociado con la mastitis subclínica en vacas en lactancia por ser uno de los que mayor presencia tiene en esta inflamación (Taponen y Pyörälä, 2009).

*Staphylococcus aureus* se caracteriza por ser un microorganismo esférico organizado en forma de racimos de uvas, debido a que presenta color púrpura a la tinción de Gram se clasifica como Gram positivo, generalmente es no capsulado, no formar esporas ni presenta movilidad (Avila y Gutiérrez 2004).

### **2.7.2. Streptococcus agalactiae**

Este microorganismo es considerado un parásito obligatorio, y el único organismo susceptible de ser erradicado de todo un rebaño lechero. El microorganismo es muy sensible al tratamiento de penicilina, incluso, durante la lactancia. Una excelente higiene, el buen manejo del ordeño, el tratamiento de las infecciones y el tratamiento de rutina en las vacas secas erradican el organismo o lo mantiene a un nivel muy bajo (Pinzón, 2007).

### **2.7.3. Streptococcus dysgalactiae**

Estas bacterias se encuentran en el medio ambiente, afectando en mayor medida cuando las instalaciones no son adecuadas o las condiciones son antihigiénicas, la principal fuente de cultivo de estos patógenos está constituida por las glándulas mamarias infectadas, amígdalas y heridas en la piel. Puede transmitirse de una vaca a otra cuando se realiza el ordeño o bien puede ser adquirida del medio ambiente, asimismo este microorganismo es capaz de sobrevivir en la boca, vagina y piel de los animales saludables (Vasi *et al.*, 2000).

### **2.7.4. Streptococcus uberis**

Al igual que el patógeno anteriormente descrito, *Streptococcus uberis* es un agente causante de la mastitis ambiental, teniendo una mayor prevalencia cuando la mastitis afecta a las vacas en el inicio del periodo de producción o al final del periodo de seca. Puede sobrevivir y reproducirse tanto fuera o dentro de la ubre de la vaca, es por ello que se le puede encontrar en el entorno o en el mismo animal. (Timón y Jiménez, 2006)

Adicionalmente a estos dos patógenos ambientales (*Streptococcus dysgalactiae* y *Streptococcus uberis*) se tiene muchos otros estreptococos tales como *Streptococcus bovis*, *Streptococcus fecalis*, etc. que pueden ser causantes de mastitis si se presentan las condiciones adecuadas. (Timón y Jiménez, 2006)

### **2.7.5. Coliformes**

Estas bacterias generalmente son encontradas dentro del intestino de los animales o en el medio ambiente, acumulándose o multiplicándose principalmente en la cama o en la materia fecal. La mastitis causada por estos microorganismos se produce cuando el material contaminado hace contacto con la ubre de la vaca, reproduciéndose rápidamente en la leche y sintetizando toxinas que ingresan fácilmente al torrente sanguíneo lo que finalmente ocasiona cuadros agudos de mastitis clínica. Frente a esto los mecanismos de defensa del animal pueden eliminar a estos patógenos de la ubre mas no las toxinas producidas por estos, lo cual puede repercutir gravemente en los animales afectados, pudiéndole ocasionar incluso la muerte (Miranda *et al*, 2008).

*Escherichia coli* es uno de los patógenos más destacados del grupo de los coliformes, habita principalmente en el estiércol de los animales, presentando una alta incidencia en el periodo de inicio de la lactación la cual va disminuyendo conforme está transcurriendo, en el 80 a 90% de los casos produce mastitis clínica levemente aguda (Blum y Leitner, 2013) sin embargo, también puede ocasionar una mastitis clínica sobreaguda la cual es capaz de matar al animal en un periodo de tres días si no se le da un tratamiento adecuado (Pinzón, 2007).

### **2.8. Métodos de Aislamiento e identificación de agentes patógenos de la mastitis.**

El aislamiento e identificación de los microorganismos en el laboratorio es de gran importancia para establecer la etiología de la enfermedad. Para la identificación se toma en cuenta las características morfológicas del microorganismo en los medios de cultivo primarios, la reacción al gram y la morfología microscópica. Luego se pueden realizar una serie de pruebas. El cuadro 2 muestra las pruebas de identificación de bacterias causantes de la mastitis. De manera más especializada el cuadro 3 presenta los métodos de identificación de entero bacterias gram negativas responsables de mastitis, y el cuadro 4 las pruebas para la identificación de micro organismos gram negativos no pertenecientes al grupo de entero bacterias (Proaño *et al.*, 2013).

**Cuadro 1. Principales patógenos causantes de mastitis**

<b>Frecuencia de la infección</b>	<b>Microorganismo</b>	<b>Fuente</b>	<b>Forma de presentación de enfermedades</b>
<b>Infección común en la mayoría de los hatos lecheros</b>	<i>Streptococcus agalactiae</i>	Ubres de otras vacas	Mastitis subclínica, Mastitis clínica
	<i>Streptococcus dysgalactiae</i> <i>Streptococcus uberis</i> <i>Enterococcus</i>	Ubres infectadas, materia fecal, ambiente del establo	Mastitis subclínica, Mastitis clínica
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Ubres infectadas, piel de la ubre, manos de operarios.	Mastitis subclínica, clínica, hiperaguda con gangrena
<b>Problemas esporádicos u ocasionales en el hato</b>	Coliformes: <i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter</i> sp. <i>Citrobacter</i> sp. <i>Klebsiella</i> sp.	Materia fecal y agua contaminada	Mastitis clínica aguda

**Fuente:** Miranda *et al.* 2008

**Cuadro 2. Pruebas de identificación de microorganismos causantes de mastitis**

		BACTERIAS													
		PRUEBAS IDENTIFICACIÓN													
GRAM	MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA/ PRIMOASLAMIENTO	MICROORGANISMOS	HEMÓLISIS EN AGAR SANGRE	CATALASA	COAGULASA	HIDRÓLISIS MANITOLSALADO	HIPURATO DE SODIO	VP	AZUL DE METILENO	HIDRÓLISIS ESCULINA	NaCl 6.5%	CAMP	AZUL LACTOFENOL	SOL.SALINA	
COCOS GRAM POSITIVOS	COCOS EN RACIMOS	Staphylococcus aureus	β o γ	POS	POS	POS									
		Staphylococcus coagulasa negativa	-	POS	NEG	NEG									
	COCOS CADENAS	Streptococcus agalactiae	B	NEG			POS				NEG	NEG	POS		
		Streptococcus uberis	A	NEG			POS				POS	NEG	VAR		
		Streptococcus dysgalactiae	A	NEG			NEG				NEG	POS	NEG		
		Enterococcus spp	α o γ	NEG			POS				NEG	POS	NEG		
BACILOS GRAM POSITIVOS	ESPORULADOS	Bacillus spp.	A	POS											
	PLEOMÓRFICOS	Corynebacterium bovis	-	POS						X					
OTRAS BACTERIAS		Mycobacterium spp.	-												
	PLEOMÓRFICOS	Mycoplasma spp	-												
	PLEOMÓRFICOS VARIABLE	Arcanobacterium pyogenes	-	NEG			POS	NEG		NEG		POS			
HONGOS Y LEVADURAS	HIFAS/ ESTRUCTURAS UNICELULARES	Varios	-										X		
ALGAS		Prototheca	-										X	X	

- : NO HEMÓLISIS

POS: POSITIVO

NEG: NEGATIVO

X: PRUEBAS A REALIZAR

Fuente: Proaño y Vasconez, 2013.

**Cuadro 3: Pruebas de identificación de Entero bacterias causantes de mastitis.**

Microorganismo	En Agar MacConkey	Morfología microscópica/ Reacción al Gram	Pruebas de identificación
<i>E coli</i>	Son rosadas, secas, planas de 2 a 4 mm de diámetro, rodeadas de una zona rosa. Fermentadoras de lactosa. Tiempo de incubación: 24 a 48 horas.	Bacilos G negativos.	Citrato: negativo Motilidad: positiva Indol: positivo TSI: A/A + gas Rojo metilo: positivo Voges-Proskauer: negativo Úrea: negativo.
<i>Klebsiella spp.</i>	Rosadas y mucoides. Fermentadoras de lactosa. Tiempo de incubación: 24 a 48 horas.	Bacilos G negativos	Citrato: positivo Motilidad: negativa Indol: negativo TSI: A/A + gas Úrea: variable.
<i>Enterobacter spp.</i>	Rosadas y de aspecto seco. Fermentadoras de lactosa. Tiempo de incubación: 24 a 48 horas.	Bacilos G negativos	Citrato: positivo Motilidad: positivo Indol: negativo TSI: A/A + gas Úrea: negativo
<i>Serratia spp.</i>	Son translúcidas, a menudo con pigmento rojo. Fermentadores lentos de lactosa. Tiempo de incubación: 24 a 48 horas.	Bacilos G negativos	Citrato: positivo Motilidad: positivo TSI: K/A
<i>Proteus spp.</i>	Colonias grises con swarming. No fermentadoras de lactosa. Tiempo de incubación: 24 a 48 horas.	Bacilos G negativos	Oxidasa: negativa Citrato: variable Motilidad: positiva Indol: positivo TSI: K/A + gas + H <sub>2</sub> S Úrea: positivo

Fuente: Proaño y Vasconez, 2013.

**Cuadro 4: Pruebas de identificación de bacilos GRAM negativos no pertenecientes a la familia *enterobacteriaceae***

Microorganismo	Apariencia de la colonia	Morfología microscópica / Reacción al Gram	Pruebas de identificación
<i>Pseudomonas spp.</i>	Color: blancas grisáceas con bordes irregulares. Son hemolíticas (A. sangre). Medio: Agar Cetrimide (pequeñas, verdosas con fluorescencia a luz ultra violeta). Tiempo de incubación: 24 a 48 horas	Bacilos G negativos	Oxidasa: positiva Prueba del indol: negativo Rojo de metilo negativo Citrato: variable Motilidad: positiva TSI: K/K Voges Proskauer: negativo

<i>Pasteurella spp.</i>	Color gris, son mucosas, hemolíticas y con olor a humedad (A. sangre). Medio: Agar MacConkey, Nutritivo, BHI, Sangre y Chocolate. Tiempo de incubación: 24 a 48 horas	Bacilos G negativos	Oxidasa: positivo Citrato: negativo Motilidad: negativo TSI: A/A Indol: positivo Reducen nitratos a nitrito y fermentan la glucosa en medio OF.
-------------------------	---	---------------------	--

Fuente: Proaño y Vasconez, 2013.

## 2.9. Diagnóstico de la mastitis bovina

Dentro de los métodos que se usan con mayor frecuencia en el campo para diagnosticar mastitis (Bonetto, 2014), se encuentran:

- Observación y palpación de la ubre.
- Pruebas físicas, como la prueba de escudilla de ordeño, prueba del paño negro y taza probadora.
- Pruebas químicas, como la prueba de conductividad eléctrica de la leche, papel indicador de mastitis y la prueba de Whiteside que sirven también para diagnosticar mastitis subclínica.
- Pruebas biológicas, como son la prueba de California para mastitis, la prueba de Wisconsin, el diagnóstico bacteriológico por los métodos de aislamiento, cultivo, tinción, pruebas bioquímicas e identificación y conteo de células somáticas por microscopía directa o Somaticell®. La prueba de California para mastitis (CMT), es una técnica que por su simplicidad, rapidez, economía, aplicabilidad en campo y efectividad, sobre todo en manos de operadores hábiles, sigue siendo la más usada en el país para el diagnóstico de la mastitis subclínica (Reyes *et al.*, 2005)

### 2.9.1. Prueba de California para Mastitis (CMT)

La Prueba de California para Mastitis (CMT) es una de las pruebas más difundidas y utilizadas a nivel de campo para determinar la mastitis en el ganado bovino lechero. Se caracteriza por ser una prueba que aunque sus resultados no muestren la exactitud de otras pruebas, permite realizar un diagnóstico útil de la mastitis subclínica. Su valoración no es numérica, sino es un indicador del recuento de células somáticas, sugiriendo si este parámetro asociado a la mastitis es elevado a o bajo, por lo que todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso. (Bedolla, 2004)

De acuerdo con Bedolla (2004), los resultados se clasifican en cinco clases: desde el resultado negativo en el que la leche y el reactivo siguen siendo acuosos, hasta el recuento de células más elevado en el que la mezcla de la leche y el reactivo casi se solidifica. Esto se determina en relación a la reacción de gelificación.

La prueba de CMT consiste en el agregado de un reactivo a la leche, el alquilauril sulfonato de sodio, ocasionando la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la ubre y este se convierte en combinación con agentes proteicos de la leche en una gelatina. A mayor presencia de células se libera una mayor concentración de ADN, por lo tanto mayor será la formación de la gelatina, traduciéndose en nuestra lectura e interpretación del resultado como el grado más elevado de inflamación. El cuadro 5 ilustra la interpretación del *score* obtenido por muestra de la prueba CMT (Medina y Montaldo, 2003).

**Cuadro 5: Interpretación de la puntuación obtenida por la prueba CMT**

<b>Escala de CMT</b>	<b>Rango del nivel de células somáticas (cs/ ml)</b>
Negativo	<200.000 (La mezcla sigue en estado líquido).
Trazas	200.000-500.000 (Se forma un precipitado en el piso de la paleta que desaparece pronto).
1	400.000-500.000 (Hay mayor precipitado pero no se forma gel).
2	800.000 -5.000.000 (El precipitado se torna denso y se concentra en el centro)
3	>5.000.000 ( Se forma un gel muy denso que se adhiere a la paleta)

Fuente: Marshall y Edmondson, 2017.

### **2.9.2. Prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT)**

La Prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT), en términos generales consiste en utilizar un tubo graduado en milímetros que sirve de depósito para una determinada cantidad de leche, la cual se mezcla con un reactivo similar a la que se utiliza para la prueba de CMT y se le adiciona además agua destilada a temperatura ambiente, prosiguiendo a mezclar los componentes y dejarla por un tiempo en reposo (Bedolla, 2007).

La interpretación de esta prueba se realiza cuantitativamente, dependiendo de la viscosidad de la muestra, esto se realiza mediante la lectura de los tubos graduados. Los resultados se relacionan con la escala graduada en mililitros del tubo y su valor de células somáticas,

empleando para su interpretación una tabla específica para la prueba (Marshall y. Edmondson, 2017)

### **2.9.3. Pruebas bacteriológicas**

Los cultivos en laboratorio son necesarios para identificar los organismos específicos que se encuentran comprendidos en un caso clínico de mastitis y para distinguir los animales sanos de aquellos que presentan un caso subclínico. La fidelidad de los resultados de laboratorio depende de los cuidados sanitarios que se tengan durante la toma de muestras y su manipulación posterior (Pérez *et al.*, 2005).

Al extraer muestras se deben descartar dos o tres chorros de leche y se deben asegurar que los pezones estén bien limpios y que se hayan frotado los extremos de los mismos durante algunos segundos con un algodón húmedo con 70% de alcohol, antes y después de recoger las muestras en un recipiente esterilizado se deben congelar hasta entregarlas al laboratorio. Los procedimientos bacteriológicos son esenciales para la selección de los agentes terapéuticos que tienen especificidad para el germen presente (Reyes *et al.*, 2005).

### **2.9.4. Recuento de células somáticas (RCS)**

El recuento de células somáticas es el número de células somáticas existentes en la leche, y se usa para determinar la presencia de una infección. Es una herramienta muy valiosa en la toma de decisiones para la implementación de medidas de prevención y control de la mastitis ya que en la leche de una glándula mamaria sana normalmente este parámetro se encuentra en niveles bajos ( $RCS \leq 200.000$  cél/ml) y en proporciones características para cada tipo de células. (Bonetto, 2014).

De acuerdo con Reyes *et al.* (2005) entre los analizadores electrónicos con una amplia aplicación y efectividad para el análisis en laboratorio del contenido de células somáticas en la leche se tienen el fossomatic y el counter coulter.

Los valores de RCS se consideran fisiológicamente normales cuando están por debajo de los 200 000 cél/ml, sin embargo el límite máximo de esta variable varía de acuerdo al país en el cual es evaluado. En EE.UU. se exige que los valores para venta de productos lácteos deben de ser menores a 400 000 cél/ml, mientras que en Perú la norma técnica peruana establece un valor máximo de 500 000 cél/ml (Schrick *et al.*, 2002; INDECOPI, 2003).



Velásquez y Vega (2012) al realizar un estudio en la provincia de Huaura – Lima para determinar la calidad de la leche mediante el RCS encontraron que el promedio de estas células en los establos analizados fue de  $755\,400 \pm 46\,900$  cél/ ml. No obstante, los valores del RCS fueron variables dependiendo de la época del año siendo en verano ( $957\,100 \pm 54\,100$  cél/ml) superiores a los valores encontrados en el invierno ( $550\,300 \pm 35\,500$  cél/ml).

Por su parte Ortiz y Vera. (2006) en la cuenca lechera de Arequipa, durante la estación de verano, encontraron un valor promedio de  $1\,520\,000 \pm 117\,3000$  cél/ml al analizar el RCS en 70 establos, sin embargo, solo se realizó este conteo en las muestras que dieron positivo a la contaminación con antibióticos. Asimismo, en esta misma cuenca durante la misma estación, se encontraron valores máximos de 786 000 cel/ml.

El equipo PortaSCC Milk Test (Porta Science, USA) es un kit de diagnóstico que nos permite realizar el conteo de células somáticas en campo, con el propósito de identificar la presencia de mastitis subclínica. Tiene un tiempo de reacción de 45 minutos y requiere una paleta de colores para su interpretación.

El establo de la Unidad Experimental de la Facultad de Zootecnia (UEZ) dispone de un equipo para el conteo de células somáticas “PortaSCC Milk Test” el cual nos permitió determinar el número de células somáticas existentes en vacas y en el tanque de leche.

## **2.10. Efecto de la mastitis en la producción de leche**

Ramírez *et al.* (2016) enfatiza que los efectos de la mastitis sobre la producción de leche depende de varios factores tales como la rapidez con la que se detecte esta enfermedad, el tratamiento utilizado y de las prácticas de secados utilizada por los productores. Asimismo también se ha observado que la mastitis clínica afecta de en mayor medida a la producción de leche cuando se presenta al inicio de la lactación y en la segunda mitad de ésta.

Ajahuana (2009) en su estudio realizado sobre los efectos de la mastitis clínica y subclínica en la producción de leche encontró diferencias significativas entre la producción de las vacas que presentaron mastitis clínica con respecto al grupo control, no encontró, sin embargo, diferencias significativas para este parámetro con el grupo de vacas que presentaron mastitis subclínica. No obstante las diferencias numéricas encontradas en el estudio muestran que la mastitis subclínica disminuyó la producción 8.28% (729.0 kg/leche), mientras que las vacas

con mastitis clínica presentaron una reducción de 15.65% (1378.8 kg/leche). Estas medidas fueron tomadas por campaña estandarizada a 305 días.

### **2.11. Efecto de la mastitis en características fisicoquímicas de la leche**

El volumen de grasa y proteína verdadera de la leche puede verse alterado por la presencia de mastitis, en detrimento de su calidad composicional. Este proceso se ve favorecido por una menor síntesis de sustancias proteicas como la caseína, ácidos grasos y lactosa por parte de las células alveolares, asimismo la inflamación de la glándula mamaria incrementa la permeabilidad de este tejido, y finalmente se incrementa la actividad proteolítica de la caseína (Le Roux *et al.*, 2003).

Si bien la proteína total de la leche no cambia con el incremento de las células somáticas, sí lo hace la relación caseína - proteína total mientras que la cantidad de proteínas totales del suero de la leche aumentan, así como del pH y algunos minerales afectando directamente la calidad composicional de la leche producida (Paape *et al.*, 2000). Las proteínas séricas, las inmunoglobulinas y la albúmina se incrementan mientras que otras fracciones que son sintetizadas en el tejido mamario por las células alveolares como  $\alpha$ -lactoalbúmina y  $\beta$ -lactoglobulina disminuyen, se sugiere que esto es debido a que la mastitis causa daño y fibrilación del tejido alveolar (Batavani *et al.*, 2007).

Ajahuana (2009) por su parte encontró que la mastitis subclínica y clínica disminuyen la producción de grasa en 17.9 Kg (9.11%) y 15.65% (1378.8) respectivamente en una campaña de 305 días, igualmente la producción de proteína que determino durante esta campaña fue de 240.8 Kg, 219.4 Kg y 203.7 Kg para vacas del grupo control (sin mastitis), vacas con mastitis subclínica y vacas con mastitis clínica respectivamente, no obstante, solo encontró diferencias significativas entre el grupo control y el grupo de vacas que presentaron mastitis.

Por otro lado, a nivel de los micronutrientes, los cambios en la composición de la leche por efecto de la mastitis muestran una disminución de los niveles de calcio y fósforos, mientras que el sodio y cloro aumentan significativamente dado que estas sales (cloro y sodio) en leches con mastitis mantienen la presión osmótica, mientras que una leche normal es dada por el contenido de lactosa (Batavani *et al.*, 2007).

## **2.12. Tratamiento y control de la mastitis**

El tratamiento tradicional, luego de haber detectado la mastitis clínica, consiste en dar inicio a un tratamiento con antibióticos de acuerdo con las recomendaciones del médico veterinario; esto con el fin de lograr la cura efectiva de la enfermedad en la vaca afectada y evitar el contagio a las demás vacas del hato lechero (Botero y Esteban, 2012).

Para lograr que el tratamiento realizado mediante el uso de antibióticos sea totalmente efectivo, se sugiere tener en cuenta las consideraciones tales como: a) identificar mediante pruebas de laboratorio el agente patógeno causante de la enfermedad, esto con el fin de suministrar el medicamento adecuado; b) la concentración y dosis del medicamento deberá ser la indicada para combatir el patógeno; c) respetar los horarios de suministro del medicamento y no interrumpir por ningún motivo el tratamiento establecido; d) en caso de presentarse mastitis clínica aguda con fuerte inflamación y obstrucción de los conductos mamarios, en donde la terapia tradicional de infusión intramamaria de antibióticos no es suficiente, es necesario adelantar terapia de soporte o complementaria (UNAM, 2008).

Si bien la erradicación de la mastitis es virtualmente imposible debido a que existen demasiadas bacterias diferentes involucradas y algunas de ellas se encuentran presentes siempre (Carrión, 2002), algunos programas de control permiten reducir los casos de mastitis a niveles aceptables.

Los excelentes niveles de producción y calidad de la leche lograda en los países desarrollados, se relacionan con:

- El reconocimiento de la importancia de la mastitis como factor que limita la producción de leche y por tanto, la rentabilidad de las explotaciones lecheras.
- La aplicación de programas de control de mastitis y producción de leche de buena calidad.
- El establecimiento de sistemas de vigilancia de mastitis y calidad de leche, basados en el RBT (recuento bacteriano total) y RCS, a fin de evitar penalizaciones y acceder a los pagos de incentivos realizados por las empresas lácteas.

La aceptación e implementación de un plan de control de 5 puntos (Van Der Voort y Hogeveen, 2016) basado en la aplicación de medidas convencionales como la desinfección post-ordeño del pezón, el adecuado uso y mantenimiento del equipo de ordeño, la terapia

con antibióticos de los cuartos mamarios de todas las vacas al secado, el tratamiento inmediato y adecuado de todos los casos de mastitis clínicas y el descarte de vacas con infecciones crónicas ha llevado a un considerable progreso del control de los patógenos contagiosos, reduciendo marcadamente la incidencia de mastitis bovina causada por estos microorganismos.

Este programa se ha actualizado y ha pasado a ser el plan de los 10 puntos, en el que se añaden, establecimiento de objetivos para la salud de la ubre, mantenimiento de un ambiente confortable, limpio y seco, mantenimiento de una buena recolección de datos, mantenimiento de la bioseguridad y monitorización regular del estatus de salud de la ubre (Van Der Voort y Hogeveen, 2016).

El establecimiento y desarrollo del programa de control de mastitis debe tener como propósito principal lograr la producción de leche de calidad, cuidando la salud y vida productiva de las vacas (Ávila y Gutiérrez, 2009). Es necesario que el plan a ofrecer comprenda un control de los microorganismos tradicionalmente considerados responsables de producir mastitis como son principalmente las especies de *Streptococcus* o *Staphylococcus*, pero también que se controle el posible establecimiento de microorganismos oportunistas como bacterias *Staphylococcus* coagulasa negativos, coliformes, *Pasteurella* sp., *Nocardia* sp., *Bacillus* sp., entre otros; con la finalidad de que se reduzca el número de infecciones intramamarias y el tiempo de duración de éstas. (Van Der Voort y Hogeveen, 2016).

Es de suma importancia que el programa de control sea comprendido y aceptado por el ganadero, así como por el personal que trabaja en la unidad ganadera, especialmente en el área de ordeño, ya que las actividades realizadas por estos trabajadores son fundamentales en la cadena de producción.

Un grave problema que se tiene que afrontar últimamente en la planificación del programa de control, es la resistencia a los antibióticos que vienen presentando los patógenos causantes de mastitis. Estudios en Chile muestran que un alto porcentaje de cepas son resistentes a penicilina G y ampicilina. Sin embargo cloxacilina, neomicina y enrofloxacino muestran actividad hacia todas las cepas, siendo estos adecuados para su uso los planes de control de mastitis. (Betancourt *et al*, 2009) En Colombia se encontró resistencia a la penicilina en cepas aisladas de *Streptococcus agalactiae* en muestras de leche de vacas positivas a mastitis

sub clínica. (CMT) Este patógeno ha sido controlado eficazmente con penicilina en otros países por lo que el estudio concluye que la resistencia encontrada se debe al uso descontrolado de antibióticos en los establos. (Ramirez *et al*, 2016)

### **2.13. Impacto económico de la mastitis**

La mastitis es la entidad patológica a la que se le atribuye un alto porcentaje de los gastos económicos en un hato lechero, siendo comúnmente denominada como la enfermedad más costosa del ganado por sus altos costos económicos debido a que disminuye la producción de leche de forma irreversible y proporcional a la extensión de la lesión del tejido mamario, altera la calidad físico – química de la leche, aumenta los costos de mano de obra y medicamentos, se elimina parte de la leche producida durante la campaña y finalmente por la eliminación de animales prematuros debido a la baja producción de estos (Wellnitz *et al.*, 2012).

Las pérdidas productivas debidas a casos clínicos son apreciables con facilidad por el productor, al contrario de lo que sucede con aquellas derivadas de la manifestación subclínica de la enfermedad (Van Asseldonk *et al.*, 2010). Las pérdidas asociadas a la mastitis subclínica son estimadas a partir del recuento de células somáticas en leche, ya que existe una estrecha relación entre este, el nivel de infección intramamaria y la magnitud de las pérdidas físicas. En un establecimiento comercial, la estimación de pérdidas puede realizarse mediante muestras de tanque o por medio de la colecta de muestras de leche compuesta a nivel de vaca (Reneau *et al.*, 2001).

De acuerdo con el estudio de Ajahuana (2009) los costos asociados a la mastitis corresponden en mayor medida a la disminución en la producción de leche (68.48%), seguido de los costos por mano de obra que representaron un 12.20% del total del costo por esta enfermedad. En menor porcentaje se tiene los costos de servicio veterinario, medicamentos y reemplazo de animales, que para el estudio mencionado fueron 1.8; 3.4 y 8% respectivamente.

En estudios realizados en países de la región sobre el impacto económico de la mastitis clínica y subclínica se caracterizaron y cuantificaron las pérdidas productivas y económicas de acuerdo con el recuento de células somáticas, en concepto de leche descartada por mastitis clínica y las erogaciones por acciones de control y prevención. La mediana de pérdidas

directas invisibles fue de 2,8 litros/vaca/día para el conjunto de animales en estudio, representando un costo de US\$ 0,99/vaca/día. La mediana de pérdidas en el establecimiento atribuidas a la mastitis clínica fue de 0,12 litros/vaca/día representando un costo de US\$ 0,04/vaca/día. La mediana de pérdidas indirectas fue de US\$ 0,06/vaca/día. En el 50% de los establecimientos el costo total, es decir, adicionando las pérdidas en producción de leche a los gastos del control y prevención fue  $\geq$  US\$ 1,0/vaca/día. El costo total de la mastitis, representó en promedio 16% de los ingresos brutos diarios en al menos la mitad de los establecimientos en estudio (Vissio, 2015).

En la Universidad Nacional Agraria La Molina, Ajahuana (2009) encontró una disminución de 760.3 kg y de 1 378.8 litros de leche por mastitis subclínica y clínica respectivamente durante una campaña, de la misma manera determino que por efectos de la mastitis subclínica la producción de grasa disminuyo en 17.9 kg frente al grupo control (sin mastitis), mientras que la disminución de grasa debido a la mastitis clínica fue de 41.7 kg. Estas alteraciones junto a otras, tales como un menor nivel de proteína en la producción de leche de vacas afectadas con mastitis clínica y subclínica, expresadas en términos económicos representaron una pérdida de S/. 1 465.5 nuevos soles para la mastitis subclínica y de S/. 3 417.89 nuevos soles para el caso de mastitis clínica por vaca por campaña. Mixán (2009) a su vez encontró que el costo de tratamiento por vaca fue de \$. 14.23 estimando que con un 6.2% de animales afectados por mastitis clínica en un hato de 103 vacas lecheras, el gasto estimado por tratamientos fue de \$. 1 029.17.

Adicionalmente a estas pérdidas hay que considerar la estrecha relación que existe entre la prevalencia de mastitis y la calidad microbiológica de la leche producida en el hato, ya que la infección de la glándula mamaria contribuye al incremento de bacterias, células de tejido, glóbulos blanco y enzimas que modifican el estatus sanitario del producto. Estas condiciones empeoran si se ordeña de manera antihigiénica, aumentando la probabilidad de infección de la glándula mamaria lo que se traduce en disminución de la producción y leche de baja calidad, lo cual va a repercutir de manera negativa a nivel económico (Pinzón, 2007).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Ubicación del Estudio**

La investigación se realizó en el establo de la Unidad Experimental de Zootecnia (UEZ) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y del establo experimental “San Isidro Labrador” del Instituto Regional de Desarrollo de la Costa, administrado por la Fundación para el Desarrollo Agrario (FDA). Ambos establos pertenecen a la Cuenca Lechera de Lima y la evaluación de su productividad es realizada por el servicio de Control Lechero del Comité Regional de Productividad Lechera

El primer establo pertenece a la Unidad Experimental de Zootecnia del Programa de Investigación y Proyección Social en Leche, ubicado en el Distrito de la Molina, Provincia y Región de Lima a una altitud de 243 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 26,1 °C y una humedad relativa de 82,3% (Centro meteorológico Von Humboldt, 2003).

El segundo establo está ubicado en la zona denominada “Herbay Alto”, la cual pertenece políticamente al Distrito San Vicente de Cañete, Departamento de Lima con una precipitación promedio de 27,9 mm., y una temperatura promedio de 19,7°C y una humedad promedio varía de 81% en verano y 87% en invierno. (IGP, 2017)

#### **3.2. Materiales**

##### **3.2.1. Recolección de datos de establos**

Para la toma de datos y muestras de agua y leche para laboratorio de cada uno de los establos se utilizó los siguientes materiales:

- Cámara fotográfica. (Sony Cybershot DSC-W220 12.1MP, Japón, 2007)
- Un esferográfico.
- Una libreta de apuntes.
- Memoria USB. (Memoria Kingston USB 16GB DataTraveler SE9 2.0, USA, 2016)
- Mandil, botas y guantes desechables.

- Envases estériles para toma de muestra de 120 ml y 1000 ml.

### **3.2.2. California Mastitis Test (CMT):**

Siendo esta la prueba un procedimiento de campo, el material y el equipo requerido consistió en:

- La leche que es la muestra a tomar para dicha prueba.
- Una paleta diseñada para tal efecto
- El reactivo CMT (Mastitest, Perú, 2016)
- Utensilios de limpieza como baldes, agua, etc.
- Formulario de anotaciones, tablero, esferográfico, etc.

### **3.2.3. Conteo de Células Somáticas:**

Siendo esta prueba un procedimiento de campo, el material y el equipo requerido consistió:

- La leche que es la muestra a tomar para dicha prueba.
- Kit de diagnóstico Porta SCC Milk Test (Porta Science, USA, 2016) que incluye:
  - Tiras reactivas para Conteo de Células Somáticas.
  - Equipo digital porta SCC.
  - Solución active.
  - Pipetas.
- Envases estériles para la recolección de muestra (120 ml)

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Identificar los factores de riesgo que influyen en la presencia de la mastitis**

Las variables evaluadas se agruparon de acuerdo a su correspondencia con las características del animal, las prácticas de manejo y el medio ambiente.

Se evaluaron los siguientes factores como influyentes en la prevalencia de mastitis para los establos:

- ❖ Características del animal:
  - Edad de la vaca.



- Días de Lactancia.
- Número de Lactancias.
- Condición Corporal.

Los tres primeros parámetros se obtuvieron de los registros de cada uno de los establos, mientras que para evaluar la condición corporal de las vacas en ambos establos se utilizó la técnica de mediante la observación y palpación de los puntos anatómicos claves (Costillas cortas, punta de ancas, punta de isquion, base de cola, ligamento sacro) otorgando una puntuación del 1 al 5 siendo la óptima en vacunos de leche 3 - 3.5. (Almeyda, 2011)

❖ Calidad de agua:

- Características físico químicas.
- Carga microbiológica.

En este caso se procedió a recolectar muestra de un litro de las fuentes de agua de ambos establos y se llevaron al Laboratorio de Análisis de Agua, Medio Ambiente y Fertirriego de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UNALM. Para el análisis microbiológico se entregaron muestras de 800 ml de agua de cada establo, al Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” de la UNALM.

❖ Factores de manejo y ordeño

- Limpieza del establo.
- Manejo de las excretas.
- Instalaciones adecuadas.
- Orden secuencial del ordeño de acuerdo a su categoría.
- Limpieza de la ubre antes del ordeño.
- Sellado de los pezones luego del ordeño.
- Limpieza de la máquina de ordeño.
- Limpieza de la sala de ordeño.

A los factores de manejo y ordeño se les otorgaran valores de 0 y 1 según el caso, la evaluación se realizó de forma visual a cada establo en 3 ocasiones.

### 3.3.2. Determinación de la prevalencia de mastitis sub-clínica.

Se realizó la prueba de CMT en los dos establos de una muestra de 137 vacas del establo de Labrador y 60 vacas del establo de la UEZ. El tamaño de muestra mínimo se calculó según la fórmula de muestras para poblaciones finitas a una confiabilidad del 95% (Sampieri *et al*, 2010)

En esta evaluación se incluyeron los siguientes cortes para el análisis de la prevalencia de mastitis sub-clínica tanto para la prueba CMT como para el conteo de células somáticas:

- Vacas afectadas en al menos un cuarto.
- Cuartos afectados sobre el total de cuartos.
- Tipo de cuarto afectado.

### 3.3.3. Determinación de la prevalencia de mastitis clínica.

Primeramente se realizó una lectura y procesamiento de los datos en base de los registros sanitarios y productivos de los dos establos entre los años 2012 - 2016. Con los datos procesados se determinó la prevalencia de mastitis clínica aplicando la siguiente fórmula:

$$Prevalencia (\%) = \frac{\text{Número de vacas enfermas}}{\text{Número de vacas sanas}} * 100$$

Se incluyeron los siguientes cortes para el análisis de la prevalencia de mastitis clínica:

Variable	Establo	
	Labrador	UEZ
Mes	Si	Si
Cuarto afectado	Si	No
Etapa productiva según la curva de lactación	Si	Si
Número de partos	Si	Si
Estación del año	Si	Si

### 3.3.4. Comparación de la prevalencia de mastitis clínica de los establos analizados

Teniendo ya los datos de prevalencia de mastitis clínica mensual para el periodo 2012 – 2016 de cada uno de los establos se determinó si existían diferencias significativas en los valores de prevalencia de mastitis clínica mensual promedio entre los establos para cada año por medio del análisis estadístico.

### 3.3.5. Calidad de la leche.

Una vez determinado los factores de riesgo como la prevalencia de la mastitis clínica y subclínica se evaluó la calidad de la leche de cada establo, para lo cual se consideró:

- Características físicas químicas.
- Conteo de células somáticas.
- Carga microbiológica.
- Antibiograma de la leche.

Se procedió con el análisis proximal de muestras de 30ml de leche de ambos establos. Se utilizó el equipo Lactoscan LA (Analizador digital de leche, Milkotronic, Bulgaria) del Laboratorio de Calidad de Leche de la Facultad de Zootecnia de la UNALM.

Para determinar el recuento de células somáticas, se utilizó el protocolo Porta SCC sobre un muestreo de 24 vacas, así como a la leche del tanque para cada uno de los establos estudiados. Se procedió de la siguiente manera:

- Tomar una muestra de cada cuarto.
- Añadir una (1) gota de leche usando la pipeta y aplicarla en la tira reactiva
- Agregue tres (3) gotas de Solución Activador
- Colocar en el Lector la Tira reactiva
- Esperar 45 minutos y leer los resultados

Se determinó un muestreo no probabilístico de 7 vacas para cada establo (4 para mastitis subclínica y 3 de mastitis clínica) tomando como restricción el costo de los análisis (Sampieri *et al*, 2010) Se realizó el cultivo microbiológico, mediante la toma de muestras de leche de 7 vacas y del tanque de ambos establos, las cuales fueron llevadas al Laboratorio de Bacteriología y Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, para identificación de los patógenos comunes asociados a la mastitis, además se realizó un antibiograma, tanto de la leche extraída de las vacas como del tanque, para lo cual se tomó 4 muestras de leche de ambos establos.

### **3.3.6. Determinar los costos por efecto de la mastitis clínica.**

Se determinó el costo unitario por animal para cada establo para los años 2012 - 2016. Los costos a considerarse fueron:

- Mano de obra en el manejo sanitario
- Costo de medicamento
- Leche descartada
- Pérdida en producción de Leche

### **3.3.7. Implementar un plan de contingencia para el control de la enfermedad**

En base a la identificación de los factores que influirán en la prevalencia de la mastitis clínica y subclínica se realizó las recomendaciones técnicas aplicando las buenas prácticas de ordeño conforme la Guía de Buenas Prácticas en Explotaciones Lecheras de la Federación Internacional de Lechería y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

## **3.4. Variables evaluadas en el experimento**

Se tuvieron variables numéricas y cualitativas. Dentro de las variables numéricas se tienen variables discretas; variables dicotómicas y cualitativas, que se convirtieron a numéricas categóricas.

Las Variables independientes se categorizaron según:

- Establo
- Periodo de tiempo (Mes, año, estación)
- Características del animal (Partos, nivel de producción, condición corporal)

El cuadro 6 presenta la relación entre todas las variables y la metodología empleada para su determinación:

## **3.5. Análisis Estadístico**

Las variables dependientes se consideraron como discretas. Las variables cualitativas se convirtieron a numéricas categóricas, y las variables dicotómicas con 0 y 1, para su procesamiento estadístico.

**Cuadro 6: Operacionalización de Variables**

<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>				
<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas</b>	
	<b>Categorías</b>			
<i>Variable Dependiente</i>				
Prevalencia de Mastitis	Clínica	Color, consistencia, sabor de la leche.	Examen Físico, Despunte previo ordeño, Conteo de Células Somáticas, Cultivos Bacteriológico, Análisis de leche en tanque de enfriamiento.	
		↓ Producción láctea		
		↑ Conteo de Células Somáticas		
	Subclínica	No hay cambios macroscópicos		CMT, Conteo de Células Somáticas, Cultivos Bacteriológicos, Análisis de leche en tanque de enfriamiento.
		↓ Producción láctea		
		↑ Conteo de Células Somáticas		
<i>Variables Independientes</i>				
Características de la Vaca	Susceptibilidad de la vaca a mastitis.	Edad de la vaca	Observación, interpretación de los registros del establo.	
		Número de Partos		
		Etapa productiva		
		Condición corporal		
Características del Establo	El establo cuenta con un diseño y manejo adecuado. (Si o no)	Limpieza del Establo	Observación, Hoja de Campo.	
		Manejo de la excreta		
		Instalaciones adecuadas		
Características del Ordeño	El ordeño se realiza de manera adecuada. (Si o no)	Sellado de Pezones	Observación, Hoja de Campo.	
		Limpieza de la Ubre		
		Limpieza adecuada de la sala de ordeño		
		Limpieza adecuada de la máquina de ordeño		
		Orden secuencial del ordeño de acuerdo a su categoría		

Se determinó la diferencia estadística de prevalencia de mastitis clínica entre los dos establos según el año mediante la aplicación de la prueba de Pearson para tablas de contingencias (Prueba Chi Cuadrado). Se utilizó el *software* estadístico R. Así mismo se realizó estadística descriptiva para detallar los resultados encontrados en mastitis clínica según las variables dependientes analizadas para lo cual se empleó el software Excel 2013.

En el caso del análisis de prevalencia muestral, se utilizó la prueba *T Student* para proporciones, esto se llevó acabo con el *software* estadístico R.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Estado actual de los establos: Diciembre del 2016**

Los distritos de La Molina y Herbay pertenecen a la Cuenca lechera de Lima y presentan condiciones climáticas similares, propias de la costa central del Perú. Acorde a Biffa *et all* (2005) las condiciones climatológicas evaluadas hacen posible una prevalencia importante de mastitis clínica y subclínica. Bonetto (2014) reconoce que el estado de las instalaciones de los establos es de importancia a la hora de evaluar las causas de alta prevalencia de mastitis clínica. La evaluación visual de los dos establos determinó que ambos se encontraban en buenas condiciones, sin embargo, la Unidad Experimental de Zootecnia, al ser parte de las instalaciones de la UNALM, la cual fomenta prioritariamente el estudio y la investigación universitaria por sobre la productividad, se encontró una gran afluencia de estudiantes y visitantes ajenos a la universidad, que muchas veces están en contacto con animales exteriores. Esto significa que el establo por su ubicación y propósito presenta condiciones que permitan el ingreso de nuevos patógenos pudiendo ser un factor de riesgo para la mastitis clínica y subclínica.

Los exámenes de laboratorio determinaron la calidad del agua y la leche. Se aisló las bacterias que producen la mastitis. Los antibiogramas indicaron a que medicamentos son sensibles las bacterias identificadas y cuales ya se generó resistencia. Esta información sumada al diagnóstico de prevalencia de mastitis nos permitió efectuar el diagnóstico del establo con respecto a esta enfermedad y formular el plan de contingencia para mejorar el rendimiento productivo y económico de los establos. Hay que recordar que la mastitis es una enfermedad multifactorial por lo tanto no se le puede relacionar a una sola característica.

### **4.2. Calidad del Agua**

El cuadro 7 de análisis físico y químico del agua, se aprecia que el establo San Isidro Labrador cumple con los requisitos de calidad de agua recomendada para la actividad

pecuaria según la Norma Técnica Peruana. (2008) Sin embargo en la UEZ podemos observar gran cantidad de solutos, como consecuencia de la alta dureza del agua, lo cual no representa ningún problema con la salud de los animales. El pH encontrado en ambos establos es cercano al neutral, lo que brinda condiciones óptimas para la vida, lo cual es favorable tanto como para los animales de granja, como para los microorganismos, incluyendo los patógenos. (Lagger *et al.*, 2000)

**Cuadro 7: Análisis Físico – Químico del Agua – Diciembre 2016**

<b>Medida</b>	<b>Labrador</b>	<b>UEZ</b>	<b>Máximo Permitido</b>
Turbiosidad (NTU)	2.91	0.5	5
Solidos Totales (mg/L)	308.00	2,641.00	1,000
Hierro (mg/L)	<0.08	<0.08	0.3
Plomo (mg/L)	<0.001	<0.001	0.05
Cobre (mg/L)	<0.035	<0.035	1.0
Cadmio (mg/L)	<0.035	<0.035	0.005
Manganeso (mg/L)	<0.03	<0.03	0.1
Zinc (mg/L)	0.01	<0.012	5.0
Boro (mg/L)	0.78	0.41	-
Magnesio (mg/L)	9.90	53.00	30
Sulfatos (mg/L)	76.61	620.47	400
Cloruros (mg/L)	28.76	639.93	600
Dureza Total (mg/L)	200.79	1,010.86	250
Alcalinidad T. (mg/L)	111.49	84.03	120
Ph	8.11	7.93	6.5 – 8.5
Nitratos (mg/L)	0.00	19.56	45
Sodio (mg/L)	11.00	275.00	100

Valores Máximos según DS 002 – 2008 – MINAM

El cuadro 8 muestra los resultados del análisis microbiológico realizado al agua, tanto del establo Labrador, como de la UEZ. Se puede ver que el establo de Herbay Alto, presenta presencia de microorganismos bajo el límite permitido por la autoridad nacional. Sin embargo la UEZ presenta un nivel superior al permitido de *E. coli*, el cual además de ser un patógeno muy perjudicial para la salud, es un posible agente infeccioso de mastitis que pone en riesgo la salud general del hato. (Blum y Leitner, 2013)



Acorde a lo planteado por Britten (2012) la presencia de coliformes fecales en el agua, la convierte en un factor de riesgo que atenta, no solo con la calidad del producto final, sino también con la salud del establo. No se evaluó la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* en ninguno de los establos.

**Cuadro 8: Análisis Microbiológico del Agua – Diciembre 2016**

Análisis Microbiológico	Labrador	UEZ	Máximo Permitido
Conteo de coliformes totales (NMP/100mL)	13 x 10	54 x 10	50 x 10 <sup>2</sup>
Conteo de coliformes fecales (NMP/100mL)	11	17 x 10	10 x 10 <sup>2</sup>
Conteo de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	< 1.8	17 x 10	10 x 10
Conteo de Enterococcus sp (NMP/100mL)	< 1.8	7.8	20
Conteo de huevos, larvas y quiste (N°/L)	< 1	0	< 1

Valores Máximos según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Decreto Supremo 002-2008-MINAM

#### 4.3. Factores de manejo y rutina de ordeño

El cuadro 9 ilustra la evaluación de los factores de manejo y ordeño de ambos establos. Estas variables establecen las condiciones sobre las cuales se presentaron los casos de mastitis clínica y mastitis subclínica para el año 2016. La evaluación del medio ambiente en el que son criadas las vacas, manifiesta un riesgo de mastitis clínica bajo según condiciones similares observadas por Bonetto (2014) en Argentina y Mixan (2009) en la UEZ encontró que las condiciones de establo y el ordeño son buenas.

**Cuadro 9: Evaluación de los factores de manejo y la rutina de ordeño**

Variable	Factores Evaluados	
	Labrador	UEZ
Limpieza del Establo	1	1
Sellado de Pezones	1	1
Limpieza de la Ubre	1	1
Limpieza adecuada de la sala de ordeño	1	1
Limpieza adecuada de la máquina de ordeño	1	1
Manejo de la excreta	1	1
Instalaciones adecuadas	1	1
Orden secuencial del ordeño de acuerdo a su categoría	1	1
Nivel de Cumplimiento (%)	100	100

---

**Tabla de Valores**

---

<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
0	No se dio
1	Se dio

---

**4.4. Evaluación de la condición corporal de las vacas de ambos establos.**

Se procedió con el juzgamiento visual de la condición corporal de las vacas de ambos establos y se encontró que la totalidad de los animales presenta una condición corporal comprendida entre 3 y 3.5 óptima para vacas de leche. Al no encontrarse variabilidad en la condición corporal, no hay relación significativa con la prevalencia de mastitis, siendo acorde a las investigaciones dadas. (Berry *et al*, 2007)

## 4.5. Prevalencia de Mastitis Subclínica

### 4.5.1. Prueba Mastitis California Test (CMT)

El cuadro 10 muestra los resultados de la aplicación de la prueba CMT en ambos establos, con sus respectivos intervalos de confianza calculados. Los resultados muestran que las vacas del establo Labrador presentan una mayor prevalencia de mastitis subclínica, con (94.2%) por vaca afectada y (47.9%) por cuartos afectados, mientras que para el establo UEZ resultó un valor inferior (60.5%) y (32.9%) respectivamente. Comparando con otros autores se encontró el 45.7%, siendo similar a lo encontrado en el establo Labrador (47.9%), pero superior a lo encontrado en UEZ (32.9%) (Gómez *et al*, 2015)

**Cuadro 10: Prevalencia de Mastitis Subclínica por cuartos afectados (CMT)**

Variable Observada	Prevalencia (%)	Intervalo de confianza (%)
<i>Labrador</i>		
Vacas afectadas en al menos 1 cuarto	94.20	88.44 – 97.26
Cuartos afectados (del total de cuartos)	47.99	43.75 – 52.27
Cuarto Anterior Izquierdo	46.72	38.21 – 55.40
Cuarto Anterior Derecho	53.28	44.60 – 61.78
Cuarto Posterior Izquierdo	48.91	40.33 – 57.55
Cuarto Posterior Derecho	43.07	34.73 – 51.80
<i>UEZ</i>		
Vacas afectadas en al menos 1 cuarto	60.50	49.32 – 70.67
Cuartos afectados (del total de cuartos)	32.85	27.96 – 38.13
Cuarto Anterior Izquierdo	32.56	23.07 – 43.62
Cuarto Anterior Derecho	32.56	23.07 – 43.62
Cuarto Posterior Izquierdo	26.74	18.04 – 37.56
Cuarto Posterior Derecho	39.53	29.33 – 50.68

### 4.5.2. Prevalencia de mastitis sub-clínica por número de parto

El cuadro 11 ilustra la prevalencia de mastitis sub clínica según el número de partos para los dos establos evaluados. Se obtiene como resultado que la mayor prevalencia lo presentan animales jóvenes de primer parto; con 36.43% para el establo labrador y 40.38% para el establo de la UEZ. Esto se contradice con lo revisado en los estudios presentados en el marco teórico, donde se indica que vacas de mayor edad son más propensas. La explicación para este resultado es un posible mal manejo sanitario y nutricional de las vacas primerizas, así como de una mala distribución de las instalaciones y el orden del ordeño. (Ramírez *et al.*, 2011; Gómez-Cifuentes *et al*, 2014; Blowey y Edmondson, 2010)

**Cuadro 11: Prevalencia de mastitis sub-clínica por número de parto**

% de Positivos a Mastitis Subclínica según # Partos por año							
# Parto	1	2	3	4	5	6	7
<i>Labrador</i>							
(%)	36.43	21.71	20.16	13.18	5.43	2.33	0.78
<i>UEZ</i>							
(%)	40.38	34.62	23.08	0.00	1.92	0.00	0.00

**4.5.3. Prevalencia de mastitis sub-clínica según etapa productiva**

El cuadro 12 muestra los resultados de prevalencia de mastitis sub-clínica, según etapa productiva, para ambos establos, obteniéndose para el establo “San Isidro Labrador” un mayor porcentaje en vacas en media producción (41.86%) a comparación de alta (31.01%) y baja (27.13%). En el establo de la UEZ se encontró que las vacas en baja producción presentaron la mayor prevalencia (55.77%) frente a las vacas en alta (25.00%) y media (19.23%) Al analizar los resultados obtenidos podemos observar que el mayor índice de mastitis se encuentra en vacas en media y baja, lo cual se contradice con la teoría, dado que los primeros días de la lactación son los más propensos a presentar infecciones en la glándula mamaria. (Almeyda, 2011; Pallete, 1993). Sin embargo otros autores han encontrado que conforme se avanza en la curva de lactación, se incrementa el riesgo de mastitis sub clínica (Ramírez *et al*, 2011; Elbably *et al*, 2013)

**Cuadro 12: Prevalencia de mastitis sub-clínica según etapa productiva**

% Mastitis Sub-Clínica según etapa productiva			
Etapa	Alta	Media	Baja
<i>Labrador</i>			
(%)	31.01	41.86	27.13
<i>UEZ</i>			
(%)	25.00	19.23	55.77

**4.5.4. Conteo Células Somáticas (CCS).**

El cuadro 13 muestra los resultados del conteo promedio de células somáticas de leche de las vacas, dando 1 254 000 de células/ml para el establo labrador y 873 000 cel. ml<sup>-1</sup>; para la UEZ, ambos superiores a la norma Técnica Peruana, que recomienda menos de 500 000 cel. ml<sup>-1</sup>; al igual que lo encontrado en Huaral y Arequipa. (Velásquez y Vega, 2012; Huaral y Ortiz *et al.*, 2011)

**Cuadro 13: Conteo de células somáticas (cel. ml<sup>-1</sup>)**

Labrador	UEZ	Máximo Permitido*
873 000	1 254 000	500 000

\*Valores de Referencia según la Norma técnica de la leche NTP 202.001

#### 4.5.5. Prevalencia de mastitis subclínica a través del conteo de células somáticas (Porta SCC Milk Test)

El conteo de células somáticas de ambos establos ilustrado en el cuadro 14, muestra que el porcentaje total de animales afectados en al menos un cuarto es mayor en el establo San Isidro Labrador (87.50 %) que el establo de la UEZ (79.17 %). Con respecto al número total de cuartos afectados, se puede observar total de 61.46 % de afectados en el establo San Isidro Labrador a comparación del 37.46 % que presenta la UEZ. Se observa también que los cuartos posteriores son más afectados en ambos establos. Estos hallazgos son acordes a los estudios efectuados en el Perú por Velásquez y Vega (2012) en Huaral y Ortiz *et al.* (2011) en Arequipa, los cuales encontraron valores de prevalencia de mastitis subclínica, mediante el conteo de células somáticas (CSS), entre el 61 y el 79%.

**Cuadro 14: Prevalencia de Mastitis Subclínica por cuartos afectados (CSS)**

Variable Observada	Prevalencia (%)	Intervalo de confianza (%)
<b>Labrador</b>		
Vacas afectadas en al menos 1 cuarto	87.50	66.54 – 96.71
Cuartos afectados (del total de cuartos)	61.46	50.94 – 71.05
Cuarto Anterior Izquierdo	41.67	22.80 – 63.06
Cuarto Anterior Derecho	62.50	40.76 – 80.75
Cuarto Posterior Izquierdo	70.83	48.75 – 86.56
Cuarto Posterior Derecho	70.83	48.75 – 86.56
<b>UEZ</b>		
Vacas afectadas en al menos 1 cuarto	79.17	57.29 – 92.06
Cuartos afectados (del total de cuartos)	36.46	27.05 – 46.96
Cuarto Anterior Izquierdo	37.50	19.55 – 59.24
Cuarto Anterior Derecho	33.33	16.42 – 55.31
Cuarto Posterior Izquierdo	37.50	19.55 – 59.24
Cuarto Posterior Derecho	37.50	19.55 – 59.24

## 4.6. Prevalencia de mastitis clínica

### 4.6.1. Prevalencia de mastitis clínica según mes del año

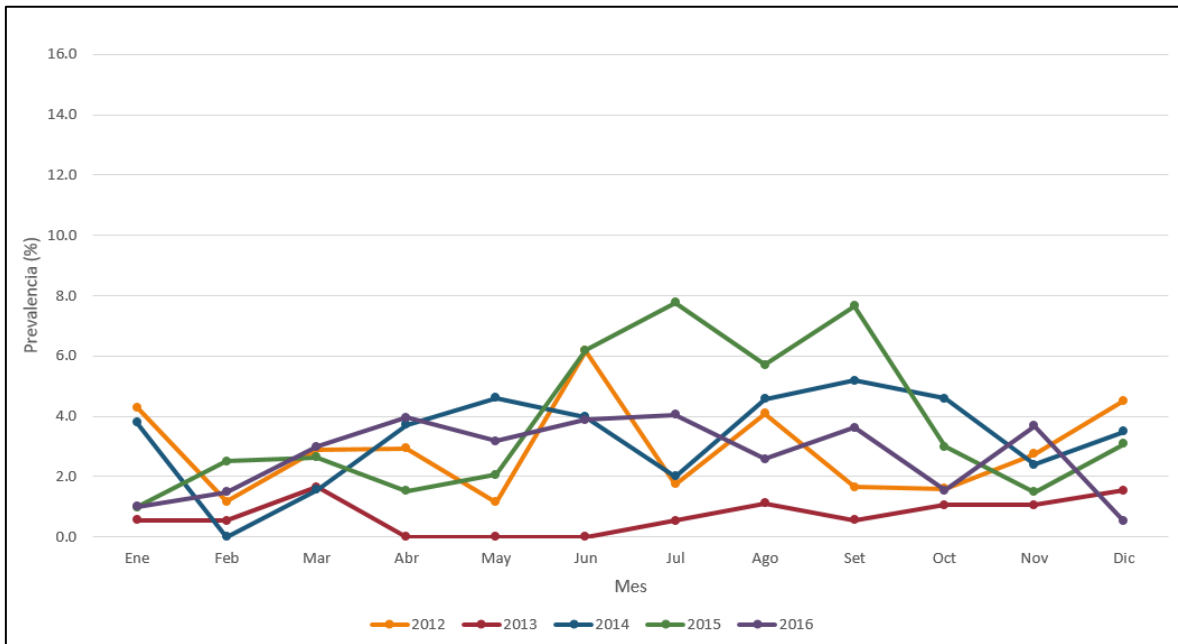
Se analizó los casos de mastitis clínica mostrados en el registro de cada estable junto con el total de vacas en producción respectivo y se aplicó la metodología establecida para la determinación de la prevalencia mensual para los años 2012 -2016 obteniéndose los resultados mostrados en el cuadro 15 y las figuras 1 y 2 para ambos establos.

**Cuadro 15: Prevalencia mensual de mastitis clínica según año y estable**

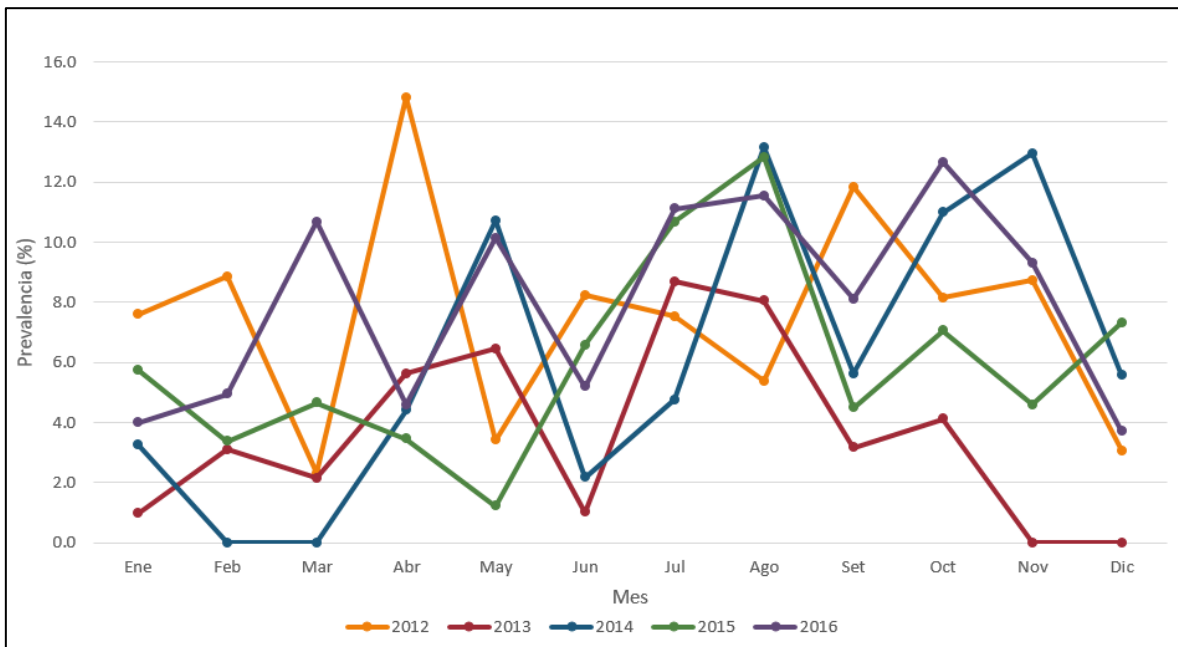
Año	Mes												$\bar{x}$
	En	Fe	Ma	Ab	My	Ju	Jul	Ag	Set	Oct	No	Dic	
<i>Establo Labrador</i>													
2012	4.29	1.18	2.91	2.94	1.16	6.17	1.75	4.09	1.65	1.60	2.75	4.52	<b>2.92</b>
2013	0.55	0.54	1.66	0.00	0.00	0.00	0.55	1.12	0.56	1.07	1.06	1.55	<b>0.72</b>
2014	3.78	0.00	1.56	3.72	4.62	3.98	2.00	4.57	5.18	4.59	2.40	3.50	<b>3.33</b>
2015	0.98	2.51	2.63	1.53	2.06	6.19	7.77	5.70	7.65	3.00	1.49	3.08	<b>3.72</b>
2016	1.01	1.49	3.00	3.96	3.17	3.89	4.05	2.59	3.63	1.54	3.68	0.52	<b>2.71</b>
<i>Establo UEZ</i>													
2012	7.59	8.86	2.33	14.8	3.41	8.24	7.53	5.38	11.8	8.14	8.74	3.06	<b>7.49</b>
2013	0.98	3.09	2.15	5.62	6.45	1.02	8.70	8.05	3.16	4.12	0	0	<b>3.61</b>
2014	3.26	0	0	4.40	10.7	2.17	4.76	13.2	5.62	11.0	12.9	5.56	<b>6.13</b>
2015	5.75	3.37	4.65	3.45	1.22	6.58	10.6	12.8	4.49	7.06	4.60	7.32	<b>6.00</b>
2016	4.00	4.94	10.6	4.60	10.1	5.19	11.1	11.5	8.11	12.7	9.30	3.70	<b>8.00</b>

Analizando la prevalencia mensual del estable labrador se observa mayor casos de mastitis en los meses que coinciden de mayor productividad de leche en la cuenca de Lima. (Almeyda 2011; Pallete 1993) Las investigaciones han podido determinar que a mayor producción de leche se incrementa el riesgo de mastitis. (Oltenucu y Broom 2010) A su vez el estable UEZ presenta similar índice de mastitis durante todo el año, lo que puede ser causado por la gran afluencia de gente que expone a las vacas a muchas variedades de patógenos además que les genera estrés. (Biffa *et al*, 2005)

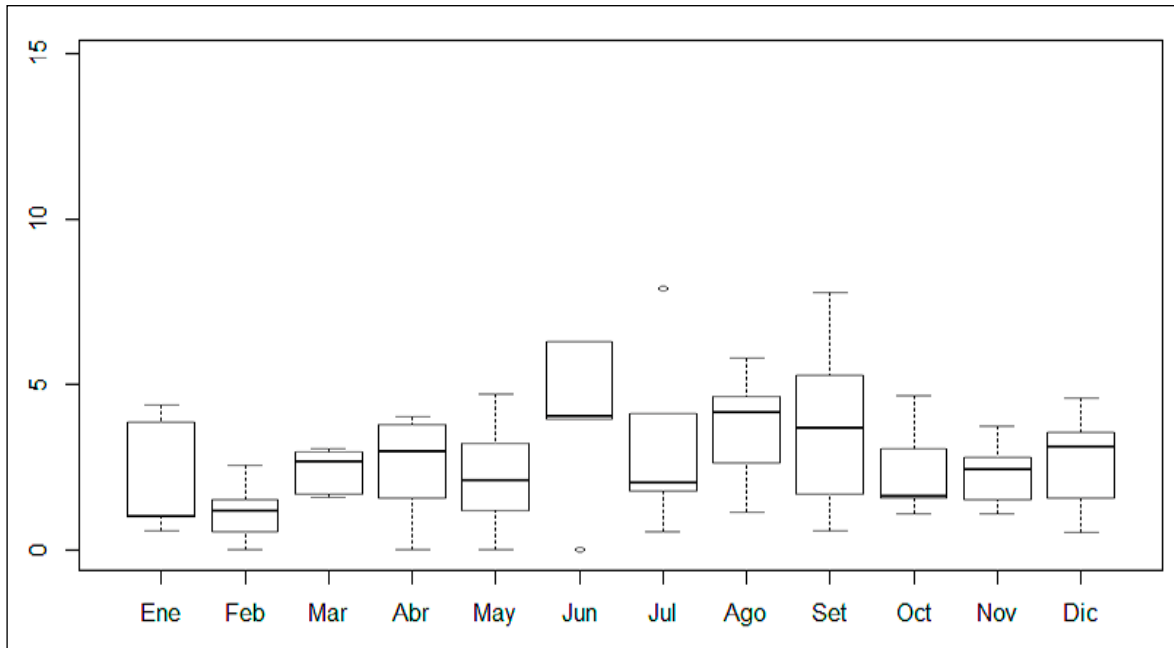
**Figura 1: Prevalencia mensual de mastitis clínica según año (Establo Labrador)**



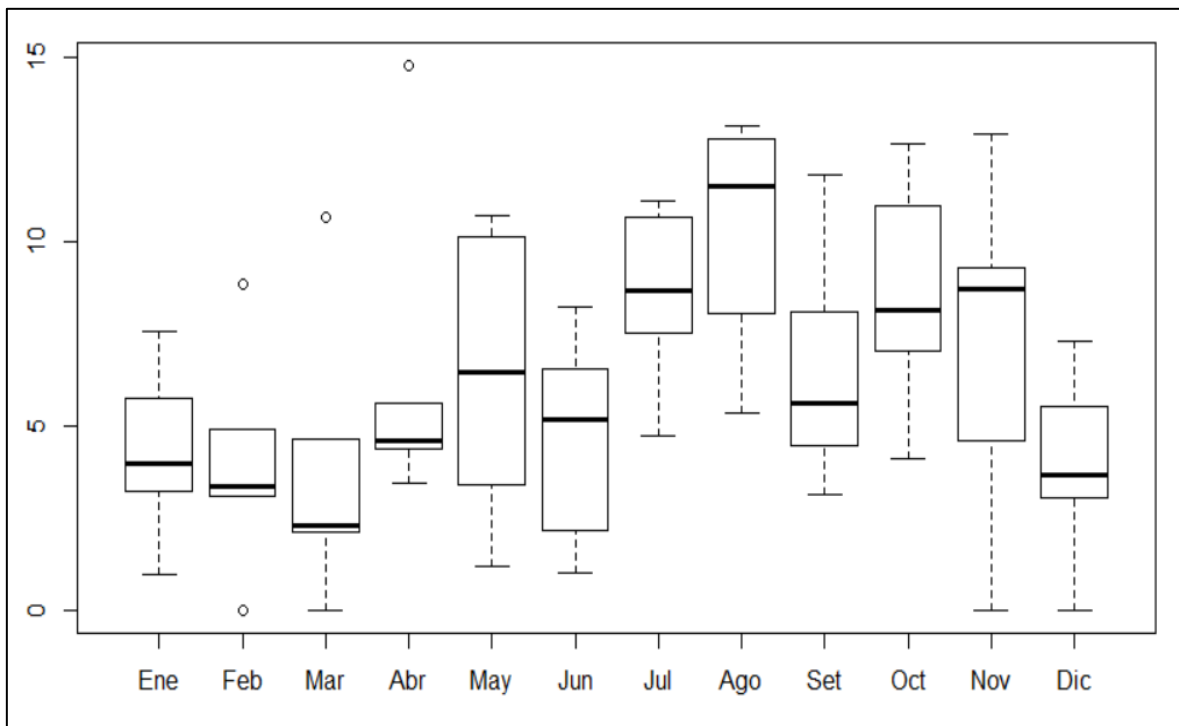
**Figura 2: Prevalencia mensual de mastitis clínica según año (Establo UEZ)**



**Figura 3: Diagrama de cajas de la prevalencia mensual de mastitis clínica para los años 2012 - 2016 (Establo Labrador)**



**Figura 4: Diagrama de cajas de la prevalencia mensual de mastitis clínica para los años 2012 - 2016 (Establo UEZ)**





Acorde a los diagramas de cajas ilustrados en las figuras 3 y 4, podemos observar que los valores de prevalencia de mastitis se distribuyen más uniformemente en los meses de febrero, marzo y abril; presentando además una baja variabilidad con respecto a los demás meses, comparando establos vemos que la UEZ presenta una mayor amplitud de prevalencia en el periodo evaluado así como un mayor número de casos extremos.

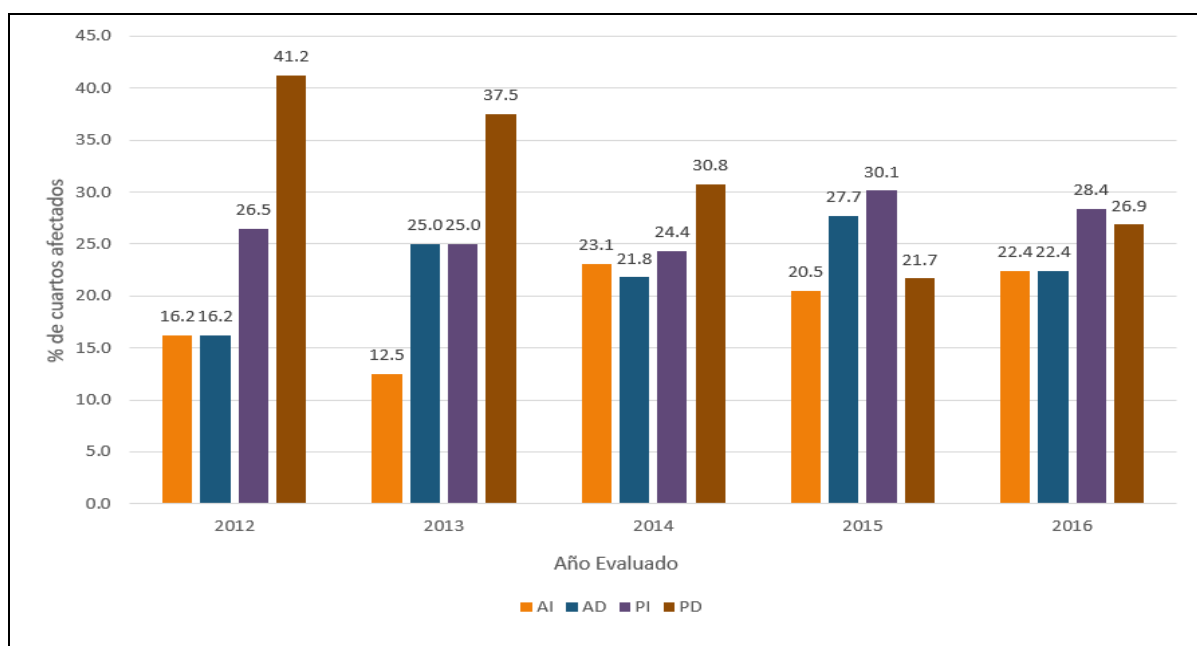
#### 4.6.2. Prevalencia de mastitis clínica según cuarto afectado

El cuadro 16 muestra los resultados de evaluar la prevalencia de mastitis para cada cuadro en el establo Labrador. Para el análisis de esta variable se han tomado el total de cuartos afectados y la cantidad observada de cuartos afectados en cada posición. Se determinó el porcentaje para cada cuarto.

**Cuadro 16: Prevalencia mensual de mastitis clínica según cuarto afectado**

Año	Cuartos Mamarios			
	AI	AD	PI	PD
<i>Establo Labrador</i>				
2012	16.18	16.18	26.47	41.18
2013	12.50	25.00	25.00	37.50
2014	23.08	21.79	24.36	30.77
2015	20.48	27.71	30.12	21.69
2016	22.39	22.39	28.36	26.87
$\bar{x}$	18.92	22.61	26.86	31.60

**Figura 5: Prevalencia de mastitis clínica según cuarto afectado (Establo Labrador)**



Según la figura 5, se puede observar que los cuartos posteriores presentan mayor prevalencia de mastitis, sin embargo todos los cuartos presentan riesgo de presentar mastitis de manera similar (Meglia y Mata, 2001; Bonetto, 2014)

#### 4.6.3. Prevalencia de Mastitis clínica según Etapa de Producción

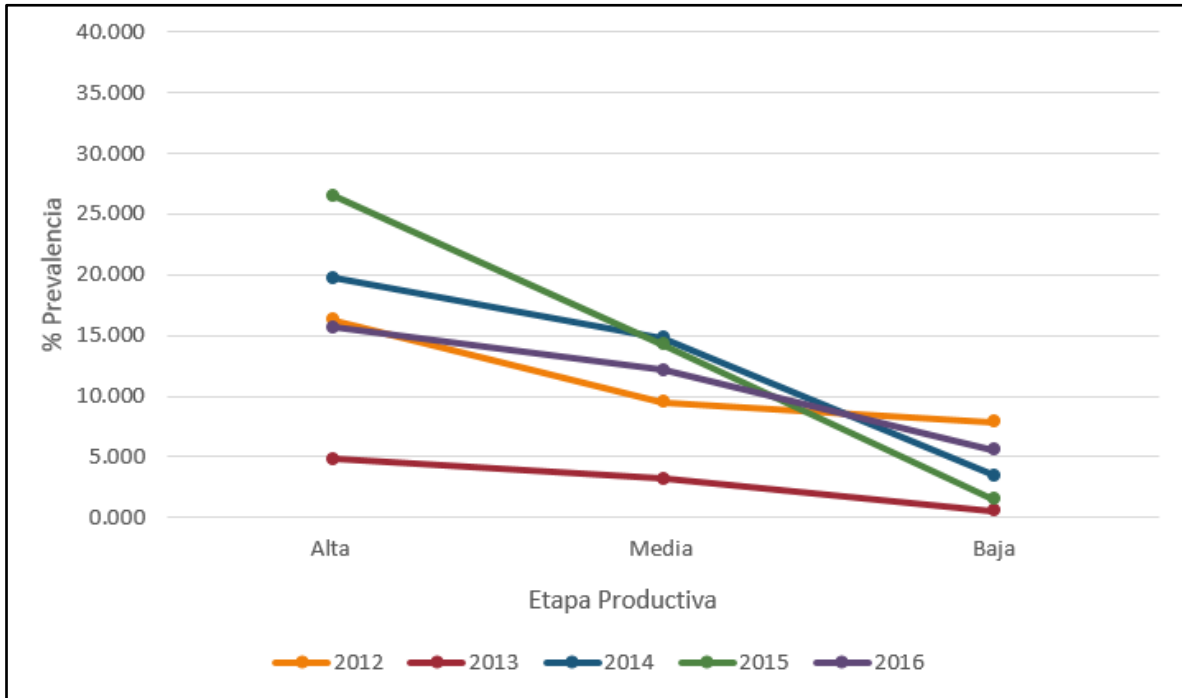
El cuadro 17 muestra la información obtenida del cálculo de la prevalencia de mastitis clínica según la etapa productiva, para los dos establos evaluados. Esta variable se calculó separando los casos de mastitis anuales según la etapa productiva de las vacas afectadas y comparando con el total de las vacas en producción anuales (Promedio de las vacas en producción mensual). Se consideró alta los primeros 90 días de campaña, a partir de los 91 días hasta los 210 se considera Media y desde los 211 hasta el fin de la campaña (305 días aprox.) es la etapa de Baja (Almeyda 2011; Pallette 1993).

<b>Cuadro 17: Prevalencia de mastitis clínica según etapa productiva (%)</b>			
<b>Año</b>	<b>Etapa Productiva</b>		
	<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
<i>Establo Labrador</i>			
2012	16.26	9.53	7.85
2013	4.84	3.23	0.54
2014	19.74	14.80	3.45
2015	26.53	14.25	1.47
2016	15.69	12.15	5.57
<b><math>\bar{x}</math></b>	<b>16.61</b>	<b>10.79</b>	<b>3.78</b>
<i>Establo UEZ</i>			
2012	33.59	34.64	14.70
2013	15.28	9.16	16.30
2014	12.93	19.40	34.50
2015	14.68	23.72	28.25
2016	20.34	28.71	40.68
<b><math>\bar{x}</math></b>	<b>19.36</b>	<b>23.13</b>	<b>26.89</b>

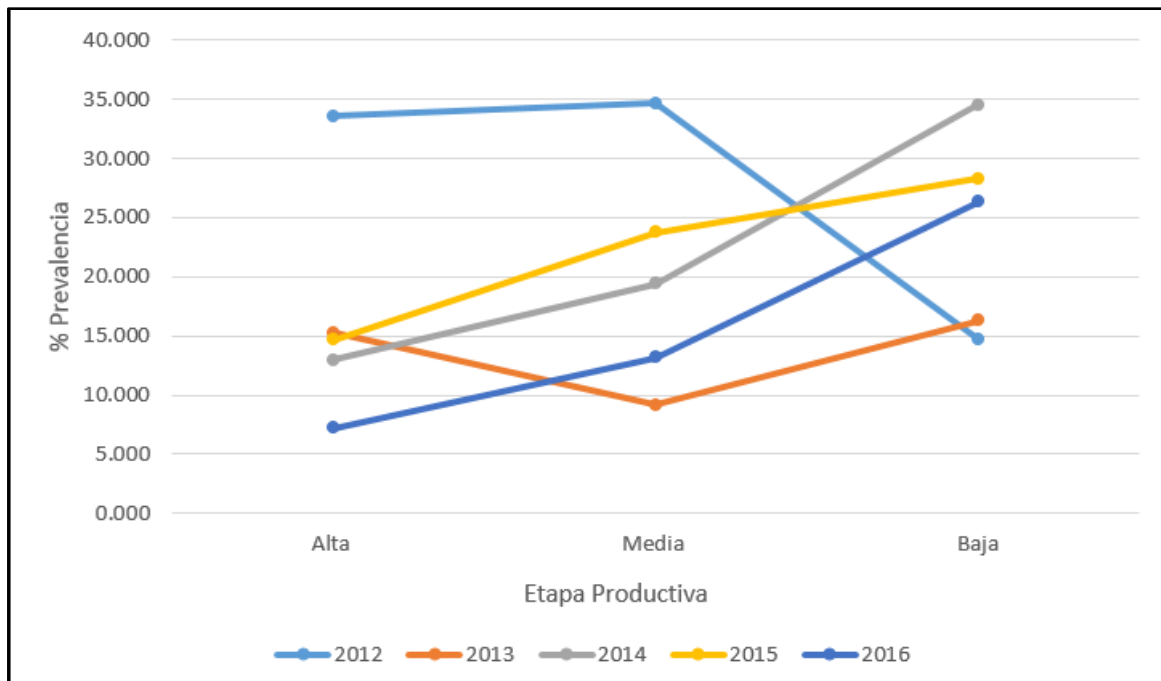
Como podemos observar en la figura 6, el establo Labrador muestra una prevalencia elevada en vacas de alta producción, conforme a la información teórica que determina que la mastitis es mayor en los primeros días de la etapa productiva, por lo tanto lo observado se justifica en que las vacas en alta tienen un mayor volumen de producción que las hace susceptibles a la mastitis. A diferencia como podemos ver en la figura 7, el establo UEZ muestra que la

mastitis clínica presenta una mayor prevalencia conforme aumentan los días de lactación del establo, esta tendencia se puede ver en casi todos los años. (Ramírez *et al.*, 2011; Gómez-Cifuentes *et al.*, 2014; Blowey y Edmondson, 2010)

**Figura 6: Prevalencia de mastitis clínica según etapa productiva (Establo Labrador)**



**Figura 7: Prevalencia de mastitis clínica según etapa productiva (Establo UEZ)**



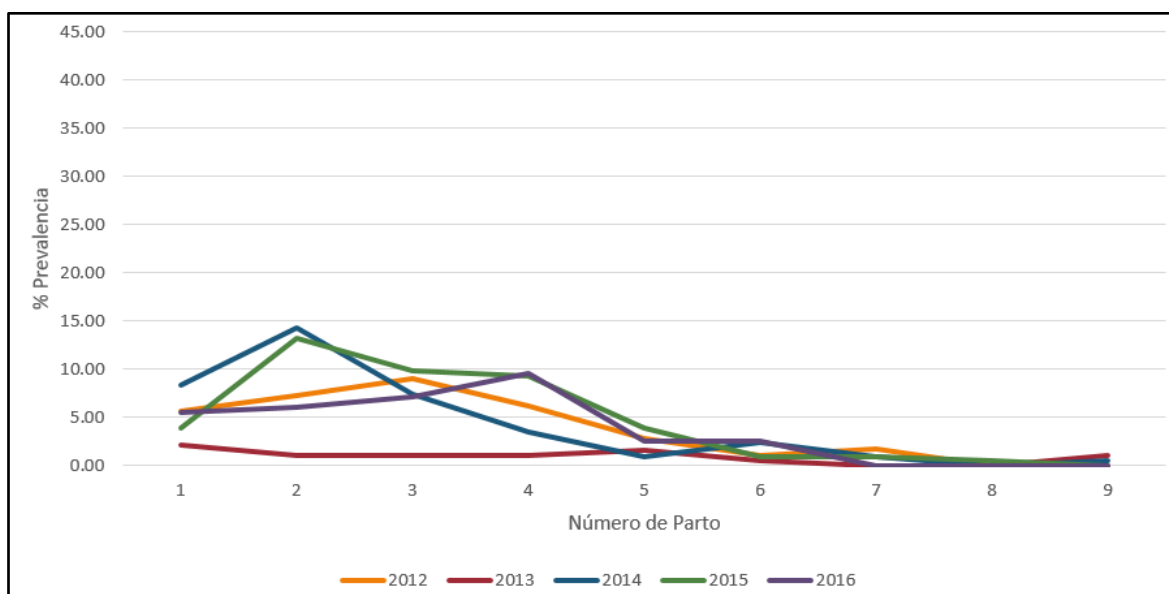
#### 4.6.4. Prevalencia de Mastitis Clínica Según Número de Partos

El cuadro 18 muestra la prevalencia de mastitis clínica según número de partos para ambos establos. Esta variable se calculó separando los casos de mastitis anuales según el número de parto programado de la vaca y comparando con el total de las vacas en producción anuales (Promedio de las vacas en producción mensual).

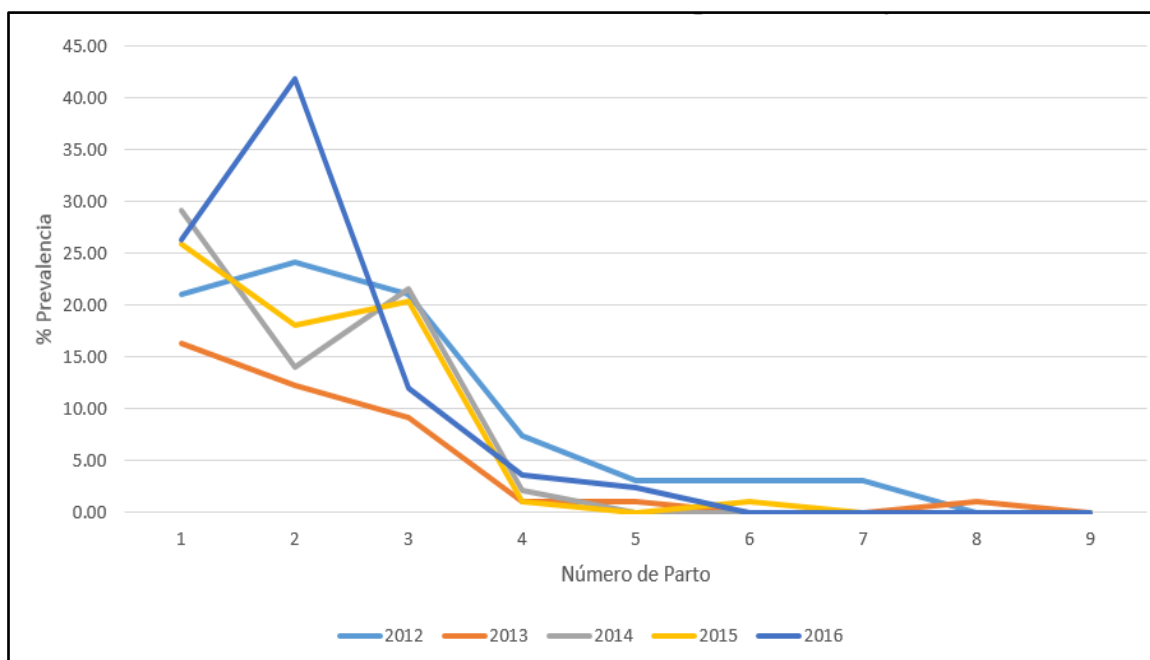
**Cuadro 18: Prevalencia de mastitis clínica según número de parto de la vaca**

Año	Numero de Parto								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Establo Labrador</i>									
2012	5.61	7.29	8.97	6.17	2.80	1.12	1.68	0.00	0.00
2013	2.15	1.08	1.08	1.08	1.62	0.54	0.00	0.00	1.08
2014	8.39	14.31	7.40	3.45	0.99	2.47	0.99	0.00	0.49
2015	3.93	13.26	9.82	9.33	3.93	0.98	0.98	0.49	0.00
2016	5.57	6.07	7.09	9.62	2.53	2.53	0.00	0.00	0.00
<b><math>\bar{x}</math></b>	<b>5.13</b>	<b>8.40</b>	<b>6.87</b>	<b>5.93</b>	<b>2.37</b>	<b>1.53</b>	<b>0.73</b>	<b>0.10</b>	<b>0.31</b>
<i>Establo UEZ</i>									
2012	21.00	24.15	21.00	7.35	3.15	3.15	3.15	0.00	0.00
2013	16.30	12.22	9.17	1.02	1.02	0.00	0.00	1.02	0.00
2014	29.11	14.02	21.56	2.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	25.99	18.08	20.34	1.13	0.00	1.13	0.00	0.00	0.00
2016	25.13	39.49	19.15	3.59	2.39	0.00	0.00	0.00	0.00
<b><math>\bar{x}</math></b>	<b>23.50</b>	<b>21.59</b>	<b>18.24</b>	<b>3.05</b>	<b>1.31</b>	<b>0.86</b>	<b>0.63</b>	<b>0.20</b>	<b>0.00</b>

**Figura 8: Prevalencia de mastitis clínica según número de parto (Establo Labrador)**



**Figura 9: Prevalencia de mastitis clínica según número de parto (Establo UEZ)**



En la figura 8 y 9 se observa el comportamiento de mastitis clínica según el número de partos donde se muestran que en ambos establos, hay una mayor prevalencia en animales de 1, 2 y 3 partos y a medida que la edad aumenta, la prevalencia disminuye. Esto se contradice con las investigaciones dado que a mayor edad, debe aumentar el riesgo de mastitis, sin embargo esto se puede explicar por el hecho que los animales mayores a 3 partos en gran medida son descartados. (Ramírez *et al.*, 2011; Gómez-Cifuentes *et al.*, 2014; Blowey y Edmondson, 2010) Por lo que se observa en los figuras dados, la prevalencia de mastitis clínica es menos en el establo San Isidro Labrador que en de la UEZ.

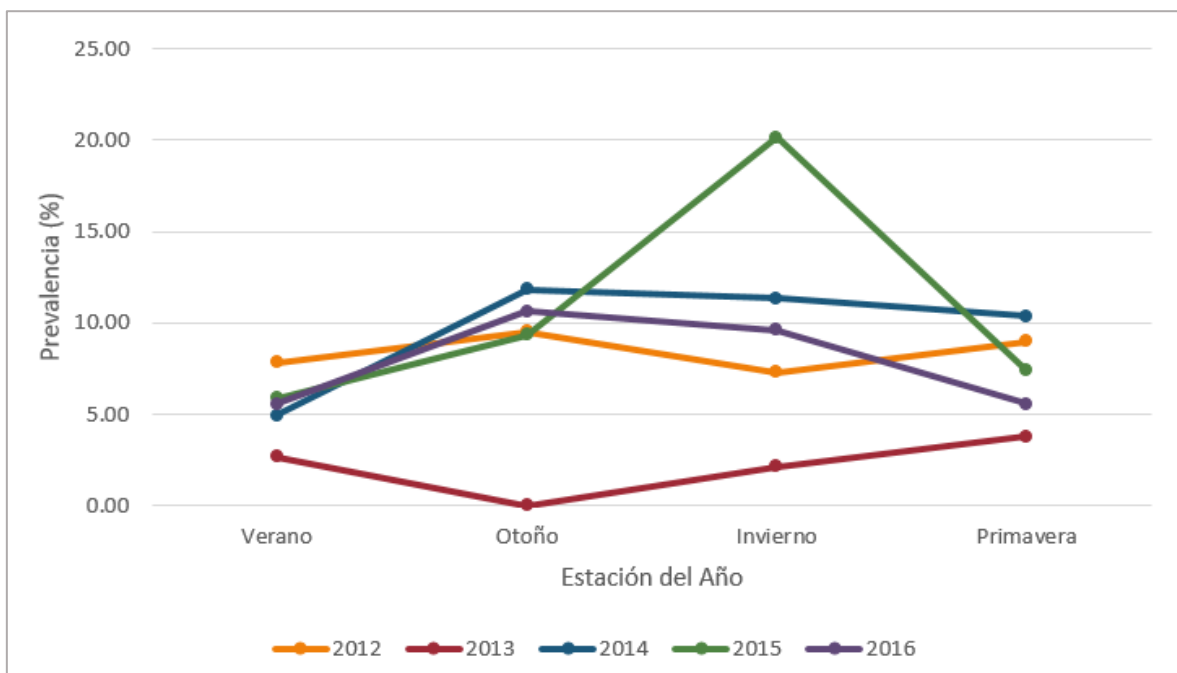
#### **4.6.5. Prevalencia de Mastitis Clínica según estación del año**

El cuadro 19 muestra los resultados de prevalencia de mastitis clínica según estación del año en ambos establos. Analizando los resultados obtenidos se observa un leve incremento de los casos de mastitis en las estaciones que coinciden con mayor productividad de leche en la cuenca de Lima, que son invierno y primavera. Las investigaciones han podido determinar que a mayor producción de leche se incrementa el riesgo de mastitis. (Oltenucu y Broom 2010) Las figuras 10 y 11 ilustran como varia la prevalencia de mastitis clínica según la estación del año para ambos establos. Cabe resaltar que el invierno del año 2015, el establo San Isidro Labrador tuvo un pico importante

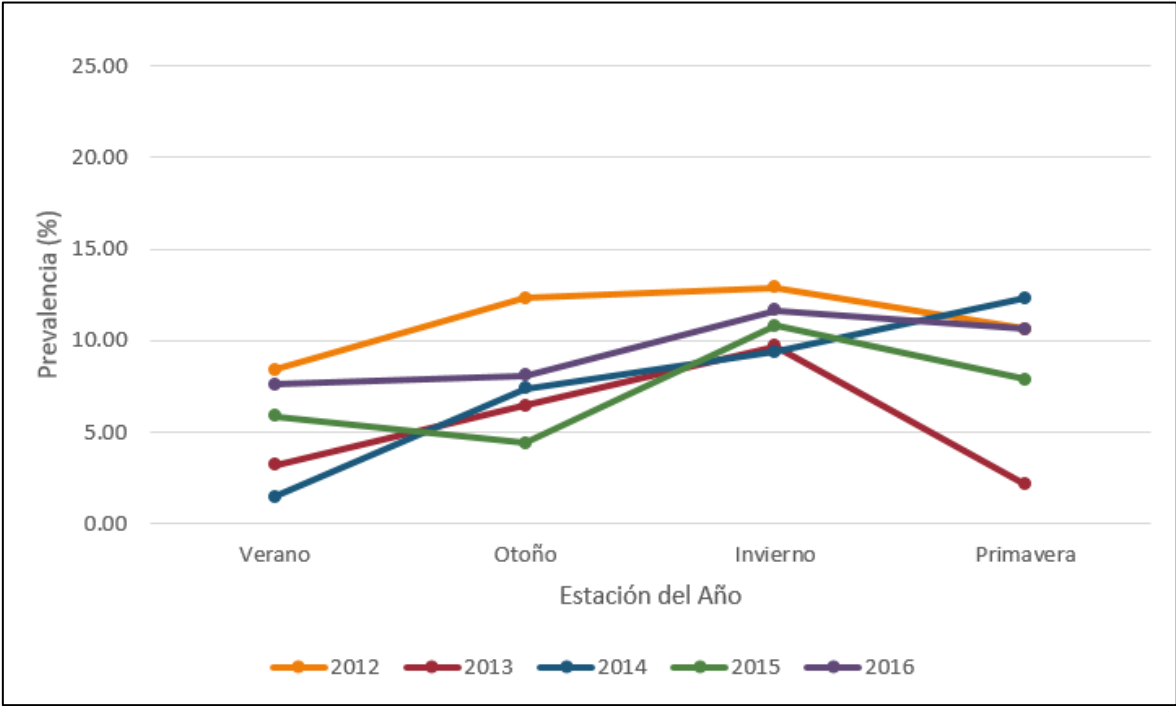
**Cuadro 19: Prevalencia de mastitis clínica según estación del año**

Año	Estación			
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
<i>Establo Labrador</i>				
2012	7.85	9.53	7.29	8.97
2013	2.69	0.00	2.15	3.77
2014	4.93	11.84	11.35	10.36
2015	5.89	11.84	11.35	10.36
2016	5.57	10.63	9.62	5.57
$\bar{x}$	<b>5.39</b>	<b>8.27</b>	<b>10.11</b>	<b>7.21</b>
<i>Establo UEZ</i>				
2012	8.41	12.34	12.90	10.65
2013	3.23	6.46	9.69	2.15
2014	1.48	7.40	9.38	12.34
2015	5.89	4.42	10.81	7.86
2016	7.59	8.10	11.64	10.63
$\bar{x}$	<b>5.32</b>	<b>7.74</b>	<b>10.88</b>	<b>8.73</b>

**Figura 10: Prevalencia de mastitis clínica del establo Labrador según estación del año.**



**Figura 11: Prevalencia de mastitis clínica del establo UEZ según estación del año.**



#### 4.6.6. Prevalencia promedio mensual en los años 2012 – 2016 del establo Labrador

El cuadro 20 muestra los resultados de la evaluación estadística de las prevalencias anuales de mastitis clínica en el establo Labrador. Podemos ver que el año que estadísticamente relevante presentó una menor prevalencia fue el año 2013, en cambio no se observan diferencias significativas para el año 2012, 2014, 2015, 2016. Este resultado puede ser explicado dado que el 2013 se alcanzó el promedio de temperatura anual y humedad más bajo de Lima, de los últimos 35 años. (SENAMHI, 2017) Se observa que la prevalencia de mastitis clínica es afectada por factores climáticos como la temperatura, que al incrementarse aumenta la incidencia de esta enfermedad. (Biffa *et al*, 2005)

**Cuadro 20: Diferencia de prevalencia mensual de mastitis clínica para el periodo 2012 -2016 en el establo Labrador**

	Año				
	2012	2013	2014	2015	2016
Prevalencia Promedio Mensual	2.918 <sup>b</sup>	0.721 <sup>a</sup>	3.326 <sup>b</sup>	3.716 <sup>b</sup>	2.938 <sup>b</sup>

Grupos diferentes difieren estadísticamente a un nivel de confianza del 95%

#### 4.6.7. Prevalencia promedio mensual en los años 2012 – 2016 del establo UEZ

El cuadro 21 muestra los resultados de la evaluación estadística de las prevalencias anuales de mastitis clínica en el establo de la UEZ. Podemos ver que el año que estadísticamente relevante presentó una menor prevalencia fue el año 2013, en cambio no se observan diferencias significativas para el año 2012, 2014, 2015, 2016. Este resultado es similar al encontrado en el establo Labrador, reforzando que la explicación de que las bajas temperaturas que presento el 2013 en Lima influyeron en una disminución de la prevalencia de mastitis clínica. (Biffa *et al*, 2005)

**Cuadro 21: Diferencia de prevalencia mensual de mastitis clínica para el periodo 2012 -2016 en la UEZ**

	Año				
	2012	2013	2014	2015	2016
Prevalencia Promedio Mensual	7.490 <sup>b</sup>	3.610 <sup>a</sup>	6.130 <sup>b</sup>	6.000 <sup>b</sup>	7.230 <sup>b</sup>

Grupos diferentes difieren estadísticamente a un nivel de confianza del 95%



**4.6.8. Comparación de resultados entre los establos Labrador y UEZ según prevalencia anual de mastitis clínica y mastitis subclínica.**

**Cuadro 22: Resultados de la prueba Chi-Cuadrado con permutaciones para mastitis clínica**

		AÑO				
		2012	2013	2014	2015	2016
Sanas	Labrador	173	184	196	196	192
	UEZ	89	95	88	84	79
Enfermas	Labrador	5	1	7	7	6
	UEZ	7	3	5	5	4
P-valor		0.1189	0.1219	0.5302	0.5107	0.6998
Sig.		**	**	**	**	**

**Cuadro 23: Resultados de la prueba Chi-Cuadrado calculado para mastitis subclínica**

		Mastitis Subclínica					
		Al menos 1	Cuartos Totales	AI	AD	PI	PD
Sanas	Labrador	8	285	73	64	70	78
	UEZ	34	231	58	58	63	52
Enfermas	Labrador	129	263	64	73	67	59
	UEZ	52	113	28	28	23	34
P-valor		<0.001	<0.001	0.0511	0.0039	0.0017	0.0039
Sig.		NS	NS	**	NS	NS	NS

Se realizó la prueba de Chi – cuadrado para homogeneidad de proporciones, tanto para la prevalencia anual de mastitis clínica como para la de mastitis subclínica. Al encontrarse valores esperados menores a 5 en el caso de mastitis clínica se procedió con una simulación de Montecarlo de 2000 repeticiones (Prueba con permutaciones), los resultados de significancia se muestran en el cuadro 22. En el caso de mastitis subclínica se procedió a calcular el estadístico de Pearson, dado que los datos de prevalencia se ajustan a la distribución normal. El resultado obtenido en el caso de la mastitis clínica es que las prevalencias son diferentes en todos los casos. En mastitis sub clínica solo observamos diferencias en los 2 establos con respecto al cuarto anterior izquierdo, con un p valor muy débil, siendo la prevalencia predominantemente homogénea, tal como se observa en el cuadro 23.

## 4.7. Calidad de la leche

### 4.7.1. Análisis físico químico de la leche

El cuadro 24 muestra el análisis proximal y físico de la leche de los dos establos. La leche del establo Labrador, al compararla con la Norma Técnica Peruana (INDECOPI, 2001) es baja en sólidos totales. Esto se puede deber a que, al ser un establo intensivo, de alta producción, donde la genética predominante es la Holstein. La cual se caracteriza por producir leche baja en sólidos totales. A diferencia del establo Labrador, la UEZ presenta un buen porcentaje de vacas Brown Suizas y Simmental, que son razas conocidas por producir leche con mayor porcentaje graso. (Almeyda 2011; Pallete 1993) Las investigaciones en el impacto de la mastitis sobre la calidad de la leche sugieren que la disminución de los sólidos se puede deber a una prevalencia de mastitis mayor a la esperada. (Wolter *et al.*, 2004).

**Cuadro 24: Análisis Proximal - Físico de la leche**

Medida	Labrador	UEZ	V. Referencia
Temperatura (°C)	27	27	-
Grasa (%)	03.12	03.29	Mínimo 3.2
SNG (%)	08.12	08.11	Mínimo 8.2
Densidad (g/ml)	1,030.01	1,029.84	1,0296 - 1,0340
Proteína (%)	03.60	03.59	-
Lactosa (%)	04.43	04.43	-
Agua añadida (%)	02.29	02.23	-
Punto de congelamiento (°C)	-0.508	-0.508	-
Conteo Células Somáticas (1000/ml)	680	690	Máximo 500

Valores de Referencia según la Norma técnica de la leche NTP 202.001

En el cuadro 24 también podemos observar los resultados obtenidos en el conteo de células somáticas es superior al máximo permitido. Aunque un aumento en este conteo es un claro indicio de mastitis para varios investigadores. (Bonetto, 2014; Reyes *et al.*, 2005) se puede deber también a la presencia de vacas recién paridas que al presentar un proceso inflamatorio debido al parto, en consecuencia muestran un conteo muy elevado de células somáticas en leche.

#### 4.7.2. Antibiograma de las vacas de los establos

**Cuadro 25: Antibiograma para los establos – Diciembre 2016**

Antibiótico	Resistencia (% de Vacas analizadas)	
	Labrador	UEZ
<i>Resultados en Vacas</i>		
Penicilina	0.00	14.29
Ciprofloxacina	14.29	0.00
Enrofloxacina	71.43	28.51
Furazolidona	28.51	0.00
Fosfomicina	14.29	0.00
Amoxicilina + Ac. Clavulánico	0.00	14.29
Oxitetraciclina	14.29	14.29
<i>Resultados en Tanque</i>		
Estreptomicina	Resistente	Sensible
Fosfomicina	Resistente	Intermedio
Enrofloxacina	Sensible	Resistente
Sulfatrimetoprim	Sensible	Resistente

En el cuadro 25 se presenta un antibiograma, el cual se realizó en 7 vacas para cada establo, y a la leche del tanque. Se pudo encontrar que los antibióticos más simples presentan resistencia, por lo tanto, en caso de infecciones como la mastitis el costo del tratamiento se incrementa. Se debe mencionar que los antibióticos son el tratamiento adecuado para la mastitis, sumado a una bioseguridad óptima. (UNAM, 2008; National Mastitis Council, 2009)

Acorde a la investigación de Betancourt (2009) en el sur de Chile, los mejores antibióticos que se pueden emplear para un plan eficiente de control de mastitis clínica y subclínica, son cloxacilina, neomicina y enrofloxacina. Sin embargo este último, según los antibiogramas efectuados, se presenta resistencia en el establo de la UEZ por lo que se debe descartar su uso. Tanto Betancourt (2009) en Chile, como Ramírez (2016) en Colombia, encontraron que el uso de penicilina no es recomendable dado que se presenta resistencia. Se debe respetar el protocolo de uso de estos medicamentos, siempre por indicación de un médico veterinario registrado, para evitar el incremento de resistencia a los antibióticos que aún son efectivos en la lucha contra la mastitis.

### 4.7.3. Análisis bacteriológico de la leche

**Cuadro 26: Resultados del Análisis Bacteriológico**

Cepa bacterial	Resultado	
	Labrador <sup>1</sup>	UEZ <sup>2</sup>
<i>Resultados en Vacas (% positivos)</i>		
<i>Streptococcus</i> sp.	14.29	57.14
<i>Staphylococcus</i> sp.	14.29	0
<i>Corynebacterium</i> sp.	14.29	0
<i>Escherichia coli</i>	42.86	14.29
<i>Basillus</i> sp.	0	28.58
<i>Resultados en Tanque</i>		
<i>Escherichia coli</i>	Positivo	Positivo
<i>Proteus</i> sp.	Positivo	Negativo

En el cuadro 26 se muestran los resultados de los cultivos bacteriológicos de los dos establos. Se muestra una alta presencia del genero *Streptococcus* sp en el establo UEZ, el cual según las investigaciones es posible erradicarlo por completo con buenas practicas sanitarias y de bioseguridad. (Pinzón, 2007). Su alta presencia se explica probablemente por la alta afluencia de visitantes a la unidad experimental de la Universidad. Los dos establos se aisló la bacteria *E. coli*, en mayor porcentaje para el establo Labrador, esto significa que la higiene durante la rutina de ordeño se debe mejorar, sobre todo al encontrar este patógeno en tanque en ambas instalaciones. (Miranda *et al*, 2008)

#### 4.8. Impacto Económico de la Mastitis Clínica

En el cuadro 27 se muestran los resultados de la evaluación del costo unitario por vaca diagnosticada con mastitis clínica. Se observa un valor mayor para el establo UEZ con respecto al establo Labrador. Esto se puede explicar en que el primer establo presenta un periodo de tratamiento más complejo usándose medicamentos de última generación en protocolos combinados. Además el registro llevado por la Unidad Experimental de Zootecnia es más específico con respecto a la dosis y a los días de tratamiento. En ambos estudios vemos que el mayor porcentaje del costo total lo obtenemos por la pérdida en leche de la mastitis, acorde a las investigaciones en las cuencas lecheras peruanas. (Ajahuana, 2009)

**Cuadro 27: Costos de la mastitis clínica en los establos Labrador y UEZ durante el periodo 2012 - 2016**

	Año				
	2012	2013	2014	2015	2016
<i>UEZ</i>					
<b>Perdida de Leche (L)</b>	7 276.70	3 616.80	4 518.10	4 290.52	3 136.60
<b>Descarte de Leche (L)</b>	6 969.00	3 610.80	4 519.50	4 443.12	2 831.69
<b>Total Leche (L)</b>	14 245.70	7 227.60	9 037.60	8 733.64	5 968.29
<b>Precio leche (S./ L)</b>	2.00	2.00	2.00	2.10	2.30
<b>Costo Medicamento (S/)</b>	8 350.74	2 806.14	6 360.64	5 804.55	2 406.57
<b>Costo Leche (S/)</b>	28 491.40	14 455.20	18 075.20	18 340.64	13 727.06
<b>Costo Mano de Obra (S/)</b>	5 119.30	2 398.50	3 395.41	3 355.03	2 241.80
<b>Casos de mastitis</b>	79	40	62	59	39
<b>Costo unitario (S./ Vaca)</b>	531.16	491.50	448.89	466.11	471.16
<b>Costo anual (S./)</b>	41 961.44	19 659.84	27 831.25	27 500.22	18 375.43
<i>Labrador</i>					
<b>Perdida de Leche (L)</b>	5 539.25	1 444.26	8 395.98	9 154.91	4 209.21
<b>Descarte de Leche (L)</b>	5 539.25	1 444.26	8 395.98	9 154.91	4 209.21
<b>Total Leche (L)</b>	11 078.49	2 888.51	16 791.96	18 309.82	8 418.42
<b>Precio leche (S./ L)</b>	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
<b>Costo Medicamento (S/)</b>	6 342.33	1 122.46	8 002.09	8 559.25	2 406.57
<b>Costo Leche (S/)</b>	13 294.19	3 466.21	20 150.35	21 971.78	10 102.11
<b>Costo Mano de Obra (S/)</b>	2 728.54	637.61	3 911.84	4 242.35	1 738.11
<b>Casos de mastitis</b>	60	16	78	87	39
<b>Costo unitario (S./ Vaca)</b>	372.75	326.64	411.08	399.69	365.30
<b>Costo anual (S./)</b>	22 365.06	5 226.27	32 064.29	34 773.38	14 246.79

Mixan (2008) encontró para el establo de la UEZ un costo menor por vaca para el año 2006, sin embargo en su estudio no se consideró mano de obra ni tampoco una pérdida de leche de tres días por descarte de leche con signos físicos y organolépticos claros de mastitis clínica, así como tres días más de retiro por el uso de antibióticos.

#### **4.9. Plan de contingencia para disminuir la prevalencia de mastitis clínica y subclínica de los establos de la UNALM.**

El siguiente plan de contingencia contempla una serie de acciones cuyo cumplimiento nos permite alcanzar uno de los objetivos que persigue la disminución de la prevalencia de mastitis clínica y subclínica de los animales con finalidad de mejorar el nivel de producción de leche de óptima calidad y un adecuado rendimiento, dado que el cumplimiento de ciertas políticas en el manejo de los animales nos permite incrementar la productividad de establo.

##### **Objetivos**

- Células somáticas igual o menor a 200 000 por mililitro de leche.
- Reducir la mastitis clínica a un nivel de 2.5 a 3 % de casos por mes.
- Reducir las vacas con mastitis clínica a 0.5 por ciento en un día cualquiera
- Cero por ciento de vacas infectadas con *Streptococcus agalactiae*.
- Reducir a menos de 5 por ciento el número vacas infectadas con *Staphylococcus aureus*.

##### **Acciones**

###### Capacitación del personal

- Establecer un sistema de capacitación con cierta periodicidad 2 o 3 veces al año.
- Disponer de procedimientos operativos estandarizados para la detección y manejo de los animales enfermos y para la utilización de los productos químicos veterinarios.
- Asegurarse de que todo el personal está suficientemente capacitado para desarrollar sus tareas.

Seleccionar fuentes competentes para el asesoramiento e intervenciones.

###### Exámenes de mastitis subclínica

- Revisar regularmente a los animales para detectar presencia de enfermedades.
- Realizar la prueba de mastitis subclínica con CMT, como mínimo una vez al mes.

## Orden en el ordeño

- Se debe ordeñar primero los animales sanos, iniciando con las vacas de primera lactación, dejando para el final las vacas con calostro, seguidas de las vacas que presentan alguna dificultad en el ordeño. A continuación se procederá con el ordeño de las vacas que presentan una infección crónica de mastitis subclínica o clínica, finalmente se deben ordeñar las vacas en tratamiento por mastitis clínica.
- Asegurarse de la preparación adecuada de las ubres para el ordeño.
- Asegurar el establecimiento de una rutina de ordeño.
- Asegurarse de que el equipo de ordeño está correctamente instalado y recibe el mantenimiento adecuado.
- Asegurar un suministro suficiente de agua limpia.
- Asegurarse de que el área de ordeño está siempre limpia.
- Asegurar que con las rutinas de ordeño no se lesiona a las vacas ni se introducen contaminantes en la leche.

## Indumentaria adecuada

- La indumentaria debe ser de color blanco o en su defecto de color claro para visualizar mejor su estado de limpieza y nunca deberá ser utilizada en áreas diferentes a la de proceso o a la de los vestidores
- Asegurarse de que las personas que realizan el ordeño siguen las reglas básicas de higiene.
- Mantener las manos y brazos limpios, especialmente durante el ordeño.
- Cubrirse cortes o heridas.
- Utilizar desinfectante para las manos.

## Diseño de instalaciones

- Adquisición de equipos garantizados.
- Diseñar y construir instalaciones seguras.
- Asegurar una ventilación adecuada en los establos.
- Pisos antideslizantes para evitar lesiones a operarios y animales.

- Las instalaciones deben estar diseñadas para proporcionar un buen drenaje y ventilación, y para evitar cualquier lesión a los animales.
- Instalaciones con dimensiones adecuadas y adaptadas al tamaño del animal.

Manejo adecuado de las vacas con mastitis clínica:

- Enviar muestras de laboratorio e identificar las bacterias que producen la mastitis.
- Realizar el antibiograma de las bacterias aisladas o identificadas en el cultivo y ver a que antibiótico son sensibles, de acuerdo a eso dar el tratamiento más adecuado.
- Los animales enfermos deben ser atendidos rápida y adecuadamente.
- Mantener aislados a los animales enfermos y separar la leche procedente de animales enfermos o en tratamiento.
- Mantener registros escritos de todos los tratamientos e identificar adecuadamente a los animales en tratamiento.
- Utilizar los productos químicos de acuerdo con las indicaciones, calcular las dosis cuidadosamente y observar rigurosamente los periodos de espera.

Correcto manejo de las vacas en seca:

- Realizar a todas las vacas la terapia de secado, ya que aquí es la única etapa donde se puede tratar la mastitis subclínica.
- El periodo de seca no debe ser mayor ni menor de 60 días.
- Administrar 21 días antes del parto vitamina ADE y complejo B.
- Suministrar concentrado de las vacas en lactación de manera gradual.
- Asegurarse de que el suministro de agua es de buena calidad, y que es controlado y mantenido regularmente.
- Proporcionar espacios amplios y camas limpias.



## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que fue realizado el presente estudio, se llegan a las siguientes conclusiones:

1. El establo San Isidro Labrador del distrito de Cañete y el de la Unidad Experimental de Zootecnia presentan una prevalencia promedio mensual de mastitis clínica, con respecto al total de vacas en producción, de 2.72% y 6.09% respectivamente, durante el periodo 2012 – 2016.
2. La de prevalencia de mastitis sub clínica del total de los cuartos afectados, son de <43.75– 57.27> y <27.96 – 38.13> para los establos San Isidro Labrador y el de la Unidad Experimental de Zootecnia.
3. Según la etapa productiva, la prevalencia de mastitis clínica fue mayor en vacas de alta producción con 16.61% en el establo San Isidro Labrador y en la etapa de baja producción de 26.88% para la Unidad Experimental de Zootecnia.
4. Se encontró mayor prevalencia de mastitis en vacas jóvenes para ambos establos tomando en cuenta el número de partos.
5. El costo promedio total por vaca con mastitis clínica resulto de S/ 394.57 y S/481.76 para los establos San Isidro Labrador del distrito de Cañete y el de la Unidad Experimental de Zootecnia respectivamente, lo cual representa un alto egreso de dinero por este problema sanitario.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones del presente estudio son:

1. Implementar el plan de control de mastitis clínica en ambos establos, sobre todo en el establo de la unidad experimental de zootecnia para reducir su prevalencia e incrementar las ganancias.
2. Realizar nuevas investigaciones y adoptar medidas de control según el plan de contingencia propuesto, para disminuir la mastitis sub clínica, logrando un recuento de células somáticas en ambos establos menor a 200 000 células/ml.
3. Capacitar al personal para mejorar el manejo del ordeño y en general de las vacas de los dos establos tal como se refleja en el plan de contingencia propuesto.
4. Investigar el impacto económico de la mastitis sub clínica, así como la disminución del potencial productivo de las vacas con mastitis clínica, para enriquecer la información obtenida en este estudio.

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

AJAHUANA, O. 2009. Efecto de la mastitis clínica y subclínica en la producción, calidad de leche y costos en un establo lechero de manejo intensivo. Tesis Mg Sc. UNALM. Lima, PE.

ALMEYDA, J. 2011. Manual de manejo y alimentación de vacunos-Crianza Intensiva. Editorial La Molina.

ARAUCO, F., SANTIVANEZ, C.S, ESPEZUA, O.H; MANRIQUE, J., GÓMEZ, O.E. 2015. Criterios de Interpretación para California Mastitis Test en el Diagnóstico de Mastitis Subclínica en Bovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, RIVEP, Enero-Marzo, 86-95.

ARAUZ, E. 2011. La mastitis subclínica y su influencia en la producción, calidad y economía lechera y medidas de manejo estratégico para su prevención y control apropiado. ENGORMIX. 2016. Disponible en: <http://www.engormix.com/> (Consultado el 25 de Junio de 2016)

ARIZNABARRETA, A; GONZALO, C; SAN PRIMITIVO, F. 2002. Microbiological Quality and Somatic Cell Count of Ewe Milk with Special Reference to Staphylococci. *Dairy Sci.* 85:1370-1375.

ÁVILA, T.S., GUTIÉRREZ, C.A.J. 2009. Producción de leche con Ganado bovino. 2ª edición. Editorial Euro ganadería. México. 580 pp.

AWALE, M.M., DUDHATRA, G.B., AVINASH, K., CHAUHAN, B.N., KAMANI, D.R., MODI, C.M., PATEL, H.B., O'KENNEDY, R. 2012. Bovine mastitis: a threat to economy. *Open Access Scientific Reports* 1, 295. doi:10.4172/scientific reports. 295

BAR, D., TAUER, L., BENNETT, G., GONZALEZ, R., HERTL, J., SCHUKKEN, Y., SCHULTE, H., WELCOME, F., GRÖHN, Y. 2008. The cost of generic clinical mastitis in dairy cows as estimated by using dynamic programming. *J. Dairy Sci.* 91, 2205–2214.

- BATAVANI, R. A., ASRI, S., NAEBZADEH, H. 2007. The effect of subclinical mastitis on milk composition in dairy cows. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 8(3), 205-211.
- BEDOLLA, C.C., CASTAÑEDA, V.H., WOLTER, W. 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina. *RedVet. Revista electrónica de Veterinaria*. Volumen VIII, N° 9:1695-7504
- BERRY, D.P., LEE, J.M., MACDONALD, K.A., STAFFORD, K., MATTHEWS, L. AND ROCHE, J.R., 2007. Associations among body condition score, body weight, somatic cell count, and clinical mastitis in seasonally calving dairy cattle. *Journal of dairy science*, 90(2), pp.637-648.
- BETANCOURT, O., SCARPA, C. Y VILLAGRÁN, K., 2003. Estudio de resistencia de cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de mastitis subclínica bovina frente a cinco antibióticos en tres sectores de la IX Región de Chile. *Revista Científica*, 13(5), pp.413-417.
- BETTERA, S.G., DIESER, S.A., VISSIO, C., GEUNA, G., DÍAZ, C., LARRIESTRA, A.J., ODIERNO, L.M. AND FRIGERIO, C., 2011. Calidad microbiológica del agua utilizada en establecimientos lecheros de la zona de Villa María (Córdoba). *Revista argentina de microbiología*, 43(2), pp.111-114
- BIFFA D., DEBELA E., BEYENE F. 2005. Prevalence and Risk Factors of Mastitis in Lactating Dairy Cows in Southern Ethiopia. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine* 3:189-198.
- BLOWEY, R., & EDMONDSON, P. 2010. Somatic cell count. *Mastitis Control in dairy herds*, (Ed. 2), 152-170.
- BLUM, S. E., & LEITNER, G. 2013. Genotyping and virulence factors assessment of bovine mastitis *Escherichia coli*. *Veterinary microbiology*, 163(3), 305-312.
- BONETTO, C.C. 2014. Mastitis bovina causada por *Staphylococcus coagulasa* negativos. Trabajo de tesis realizado como requisito para optar el título de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. 229 pp
- BOTERO, R., ESTEBAN, J. 2012. Diagnóstico molecular del *Staphylococcus aureus* en leche de vacas afectada por mastitis. Corpioca. Colombia
- BRITTEN, A.M., 2012. The role of diagnostic microbiology in mastitis control programs. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 28(2), pp.187-202.

- CARRIÓN, G.M. 2002. Principios básicos para el control de la mastitis y el mejoramiento de la calidad de la leche. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional de Michoacán 6: 20, 55.
- CENTRO METEOROLÓGICO VON HUMBOLDT. 2003. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- CERÓN-MUÑOZ, M.F., AGUDELO, E.J., Y MALDONADO-ESTRADA, J.G. 2007. Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de leche y la prueba CMT en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(4), 472-483.
- CÉZAR, C.R. 2004. Bioseguridad y control de mastitis. *Revista electrónica de investigación Mundo Ganadero*: (167).
- CONCHA, C. 2010. Perspectivas de estimulación de la respuesta inmune de la glándula mamaria bovina. Recuperado el 13 de Marzo de 2013, de <http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/perspectivas.htm.pdf>.
- COREA, E.E., ALVARADO, J.F. AND LEYTON, L.V., 2008. Efecto del cambio en la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. *Agronomía mesoamericana*, 19(2). <http://www.redalyc.org/html/437/43711425010/>
- COTRINO, B.V. 2003. Como se determina la calidad microbiológica de la leche cruda. Consultado el 25 de Junio de 2016 en: <http://www.lmvltda.com/cms/index.php?section=19>
- DE MOL, R.M. 2000. Chapter 1 "A framework for automated dairy cow status monitoring". Automated detection of oestrus and mastitis in dairy cows. PhD thesis. Wageningen University, Netherlands. pp. 1-13.
- DHAKAL, K., TIEZZI, F., CLAY, J.S., MALTECCA, C. 2016. Causal relationships between clinical mastitis events, milk yields and lactation persistency in US Holsteins. *Livestock Science*. 189: 8–16
- EDIFARM. 2000. Vademécum Veterinario. Ecuador: Los Andes.
- ELBABLY, M. A., EMEASH, H. H., & ASMAA, N. M. 2013. Risk factors associated with mastitis occurrence in dairy herds in benisuef, egypt. *World's Veterinary Journal*, 3(1), 5-10.

FERNÁNDEZ BOLAÑOS, O.F., TRUJILLO GRAFFE, J.E., PEÑA CABRERA, J.J., CERQUERA GALLEGO, J. AND GRANJA SALCEDO, Y.T., 2012. Mastitis bovina: generalidades y métodos de diagnóstico. *Revista electrónica de Veterinaria (REDVET)*

FERREIRA, D.H., CARVALHO, M.D.G., NARDELLI, M.J., SOUSA, F.G.C., & OLIVEIRA, C.J.B. 2014. Occurrence of enterotoxin-encoding genes in *Staphylococcus aureus* causing mastitis in lactating goats. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34(7), 633-636. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2014000700004>

GIANNEECHINI, R, CONCHA C, DELUCCI I, GIL J, SALVARREY L, RIVERO R. 2014. Mastitis bovina, reconocimiento de los patógenos y su resistencia antimicrobiana en la Cuenca Lechera del Sur de Uruguay. *Veterinaria* 50: 1-29

GÓMEZ-CIFUENTES, C. I., MOLINERI, A. I., SIGNORINI, M. L., SCANDOLO, D., & CALVINHO, L. F. 2014. The association between mastitis and reproductive performance in seasonally-calved dairy cows managed on a pasture-based system. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 46(2).

GÓMEZ-QUISPE, O. E., SANTIVANEZ-BALLÓN, C. S., ARAUCO-VILLAR, F., ESPEZUA-FLORES, O. H., Y MANRIQUE-MEZA, J. 2015. Criterios de interpretación para California Mastitis Test en el diagnóstico de mastitis subclínica en bovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(1), 86-95.

GÜNTHER, J., ESCH, K., POSCHADEL, N., PETZL, W., ZERBE, H., MITTERHUEMER, S., BLUM, H., AND SEYFERT, H.M. 2011. Comparative kinetics of *Escherichia coli*- and *Staphylococcus aureus*-specific activation of key immune pathways in mammary epithelial cells demonstrates that *S. aureus* elicits a delayed response dominated by interleukin-6 (IL-6) but not by IL-1A or tumor necrosis factor alpha. *Infect Immun* 79, 695–707.

HINRICHS, D., STAMER, E., JUNGE, W., KALM, E. 2005. Genetic analyses of mastitis data using animal threshold models and genetic correlation with production traits. *J. Dairy Sci.* 88, 2260–2268. [http://www.cuencarural.com/lecheria/bioseguridad\\_y\\_control\\_de\\_mamitis](http://www.cuencarural.com/lecheria/bioseguridad_y_control_de_mamitis)

INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ – IGP (2017) Web institucional de estadísticas <https://www.igp.gob.pe/> (Acceso el 11 de Julio de 2017)

KOECK, A., MIGLIOR, F., KELTON, D., SCHENKEL, F. 2012. Short communication: genetic parameters for mastitis and its predictors in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 95, 7363–7366.

KREWER, C.C., LACERDA, I.P., DE, S.A, EVANDRO, S., CAVALCANTE, N.B., PEIXOTO, RODOLFO, D.M., PINHEIRO, J., COSTA J.W., MATEUS, M.D.A, & MOTA, R.A. 2013. Etiology, antimicrobial susceptibility profile of *Staphylococcus* spp. and risk factors associated with bovine mastitis in the states of Bahia and Pernambuco. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 33(5), 601-606.

LAGGER, J.R., MATA, H.T., PECHIN, G.H., LARREA, A.T., OTROSKY, R.N., CESAN, R.O., CAIMIER, A.G. AND MEGLIA, G.E., 2000. La importancia de la calidad del agua en producción lechera. *Veterinaria Argentina*, 27(165), pp.346-354. [http://produccion-animal.com.ar/agua\\_bebida/32-calidad\\_agua\\_en\\_produccion\\_lechera.pdf](http://produccion-animal.com.ar/agua_bebida/32-calidad_agua_en_produccion_lechera.pdf)

LE ROUX, Y; LAURENT, F; MOUSSAOUI. F. 2003. Polymorphonuclear proteolytic activity and milk composition change. *Vet Res* 2003 34(5):629-645.

LÓPEZ, J. E., BASTO, A. M., AZCARATE, D. P., ACEVEDO, G., & DÍAZ, P. A. 2017. Levante de novillas de razas lecheras en confinamiento. *Revista Universidad de La Salle*, 8(16), 153-160.

LÓPEZ, J., HIGUERA, J., OCHOA, A., CHASSIN, O., VALDEZ, J., BRAVO, A., BAIZABAL, V. 2006. Molecular characterization of *Staphylococcus* spp. isolates associated with bovine mastitis in Tarímbaro, Michoacán, *Tec Pecu Mex.* 44: 91-106.

LÓPEZ DUARTES, J. D., Y SUAREZ PÉREZ, J. R. 2014. Diagnóstico zoonosanitario del hato lechero en el Centro Integral de Investigación, Innovación, Producción, Extensión y Enseñanza Agropecuaria las Lomas durante el período de Marzo-Junio 2014 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

MARSHALL R., EDMONDSON J. 2017 Using the California Mastitis Test. Universidad de Missouri - <http://extension.missouri.edu/p/G3653>

MEDINA, C. M., & MONTALDO, V. H. 2003. El uso de la prueba de conductividad eléctrica y su relación con la prueba de California para mastitis. In CNM. V Congreso Nacional de Control de Mastitis. Aguascalientes, Ags., México (pp. 29-31).

MEGLIA, G., Y MATA, H. 2001. Mecanismos Específicos e Inespecíficos de Defensa, con Referencia a la Glándula Mamaria de los Bovinos Productores de Leche. La Pampa. En: revista Ciencia Veterinaria. Facultad de ciencias Veterinarias UNLPam. 29-40 pp.

MIRANDA-MORALES, R.E., ROJAS-TREJO, V., SEGURA-CANDELAS, R., CARRILLO-CASAS, E.M., SÁNCHEZ-GONZALEZ, M.G., CASTOR, R.S. AND TRIGO-TAVERA, F.J. 2008. Prevalence of pathogens associated with bovine mastitis in bulk tank milk in Mexico. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1149(1), pp.300-302.

MIXÁN VARGAS, E. 2009. Efectos sobre la productividad lechera, calidad de leche, mastitis y costos en ambiente de ordeño provisional – caso UNALM. Tesis Ing. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 26 p.

MORENO, A. A., HERNÁNDEZ, J. M., & ARIAS, S. P. 2017. Tópicos en mastitis bovina: desde la etiología hasta algunas terapias alternativas. *Journal of Agriculture and Animal Sciences*, 6(1).

MOTA, R.A., MEDEIROS, E.S., SANTOS, M.V., PINHEIRO, J.W., MOURA, A.P.B.L., & COUTINHO, L.C.A. 2012. Participação dos *Staphylococcus spp.* na etiologia das mastites em bovinos leiteiros no estado de Pernambuco (Brasil). *Ciênc. Anim. Bras.* 13:124-130.

MURPHY, S., CRANKER, K., SENYK, G., BARBANO, D., SAEMAN, A. AND GALTON, D. 1989 Influence of bovine mastitis on lipolysis and proteolysis in milk. *Journal of dairy science*, 72, 3 1989), 620-626

NICKERSON, S.C. 1998. Estrategias para controlar la mastitis. *Memorias del Congreso Panamericano de Control de Mastitis y Calidad de la Leche*. Mérida, Yucatán, México. p. 5.

NIELSEN C. 2009. Economic Impact of Mastitis in Dairy Cows. Tesis Doctoral. Uppsala, Suecia, Swedish University of Agricultural Sciences. 81 p.

NOBOA, J. 1998. Calidad sanitaria y composición nutricional de leche de estanque en predios de la provincia de Valdivia, durante el periodo primavera-verano. Tesis para optar el Grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. En: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/1998/fvn744c/doc/fvn744c.pdf>



- NYMAN, A., EKMAN, T., EMANUELSON, U., GUSTAFSSON, A., HOLTENIUS, K., PERSSON, K. Y HALLÉN SANDGREN, C. 2007. Risk factors associated with the incidence of veterinary-treated clinical mastitis in Swedish dairy herds with a high milk yield and a low prevalence of subclinical mastitis. *Preventive veterinary medicine*, 78 (2), 142-160.
- OLIVEIRA, A.A., MELO, C.B., AZEVEDO, H.C. 2009. Diagnóstico e determinação microbiológica da mastite em rebanhos bovinos leiteiros nos tabuleiros costeiros de Sergipe. *Ciê. Anim. Bras.* 10, 226-230.
- OLIVEIRA, C.S.F., HOGEVEEN, H., BOTELHO, A.M., MAIA, P.V., COELHO, S.G., HADDAD, J.P.A. 2015. Cow-specific risk factors for clinical mastitis in Brazilian dairy cattle. *Preventive Veterinary Medicine* <http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.08.001>
- OLIVERA, S.L. 2013. Sanidad del Ganado Lechero de la Cuenca del Sur. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 12(2): 78-86. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v12i2.1636>
- OLTENACU P.A., BROOM D.M. 2010. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare* 19(S):39-49.
- ORTIZ, Z., VERA, A. 2006. Recuento de células somáticas en hatos lecheros de diferente nivel tecnológico en Arequipa. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 17(2), 104-107.
- PAAPE, M., DUENAS, M., WETTEMANN, R. AND DOUGLASS, L. 2000. Effects of intramammary infection and parity on calf weaning weight and milk quality in beef cows. *Journal of animal science*, 78, 10 2000), 2508
- PALLETE, A. 1993. Mejoramiento del ganado vacuno de leche. Fondo editorial La Molina.
- PAULA, M.C., RIBAS, N.P., MONARDES, H.G., ARCE, J.E., y ANDRADE, U.V. 2004. Contagem de células somáticas em amostras de leite. *R. Bras. Zootec.* 33 (5): 1303-1308.
- PÉREZ-CABAL, M.A., YAICI, S., ALENDA, R. 2008. Clinical mastitis in Spanish dairy cows: incidence and costs. *Spanish Journal of Agricultural Research*, [S.I.], 6(4), 615-622. ISSN 2171-9292. Disponible en: <http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/354>
- PINZÓN, A. 2007. Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá). Trabajo de grado. Bogotá D. C.

Universidad de la Salle-Medicina Veterinaria. Recuperado el 25 de Junio de 2016 de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/6031/1/14001088.pdf>

PROAÑO, S., VÁSCONEZ, P. 2013. Determinación de Mastitis Bovina Mediante California Mastitis Test, Recuento De Células Somáticas y Cultivo Bacteriológico en la Comunidad de Llanos de Albas del Cantón Cayambe – Provincia de Pichincha, pág. 20- 23.

PYÖRÄLÄ, S., TAPONEN, S. 2009. Coagulase-negative staphylococci—Emerging mastitis pathogens. *Vet. Microbiol.* 134: 3–8.

RAMÍREZ, N., GAVIRIA, G., ARROYAVE, O., SIERRA, B. AND BENJUMEA, J., 2016. Prevalencia de mastitis en vacas lecheras lactantes en el municipio de San Pedro de los Milagros, Antioquia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 14(1), pp.76-87.

RENEAU JK. 2001. Somatic cell counts: Measures of farm management and milk quality. *Proc National Mastitis Council*, Reno, Nevada, USA, Pp 29-37.

REYES, J.F., VALERO-LEAL, K., D'POOL, G., GARCÍA, U.A., ALLARA, C.M. 2005. Sensibilidad a los agentes antimicrobianos de algunos patógenos mastitogénicos aislados de leche de cuartos de bovinos mestizos doble propósito. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XV, Nº 3*, 227 – 234.

SAMPIERI, R. H., COLLADO, C. F., & LUCIO, M. D. 2010. Metodología de la investigación (quinta edición ed.). Mexico DF: Mc-Graw Hill

SCHUKKEN, Y.H., GONZALEZ, R.N., TIKOFSKY, L.L., SCHULTE, H.F., SANTISTEBAN, C.G., WELCOME, F.L., BENNETT, G.J., ZURAKOWSKI, M.J., AND ZADOKS, R.N. 2009. CNS mastitis: Nothing to worry about? *Vet. Microbiol.* 134: 9-14.

SCHRICK, FN; HOCKET, ME; SAXTON, AM; LEWIS, MJ; DOWLEN, HH; OLIVER, SP. 2001. Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. *Dairy Sci.* 84:1407-1412.

SHARMA, N., RHO, G.Y., HONG, Y.H., LEE, T.Y., HUR, T.Y., & JEONG, D.K. 2012. Bovine mastitis: an Asian perspective. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7: 454–476.

SHIM, E., SHANKS, R., MORIN, D. 2004. Milk loss and treatment costs associated with two treatment protocols for clinical mastitis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 2702–2708.

- SORDILLO, L.M., STREICHER, K.L. 2002. Mammary gland immunity and mastitis susceptibility. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia* 7, 135–146.
- TAPONEN, S., PYÖRÄLÄ, S. 2009. Coagulase-negative staphylococci as cause of bovine mastitis—Not so different from *Staphylococcus aureus*?. *Veterinary microbiology*, 134(1)
- THE R FOUNDATION. 2017. R Licenses. <https://www.r-project.org/Licenses/>. Access on 1<sup>st</sup> June 2017.
- TIMÓN, R., JIMENEZ, L. 2006. Mastitis causada por *Streptococcus uberis*. Situación en España.
- TOLLERSRUD, T; KENNY, K; REITZ, A; LEE, J. 2000. Genetic and serologic evaluation of capsule production by bovine mammary isolates of *staphylococcus aureus* and other *Staphylococcus* spp. from Europe and the United States. *Clinical Microbiology*. 38:2998-3003.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM). 2008. Enciclopedia Bovina. Recuperado en agosto 25 de 2014 de [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e\\_bovina/04MastitisBovina.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/04MastitisBovina.pdf)
- VAN ASSELDONK, R; RENES, L; HOGEVEEN, H. 2010. Awareness and perceived value of economic information in controlling somatic cell count. *Vet Rec* 166, 263-267.
- VAN DER VOORT, M., HOGEVEEN, H. (2016). Comparing the economic impact of production diseases in dairy cattle between countries. In Book abstracts of the 16th International Conference on Production Diseases in Farm Animals (pp. 122-122).
- VASI, J., FRYKBERG, L., CARLSSON, L. E., LINDBERG, M., GUSS, B. 2000. M-like proteins of *Streptococcus dysgalactiae*. *Infection and immunity*, 68(1), 294-302.
- VELÁSQUEZ, C.R. 2010. Factores que influyen en la presentación de mastitis subclínica en establos lecheros de la irrigación San Felipe, Huacho-2010. *Revista Infinitum*. 1: 16-21.
- VIGUIER, C., ARORA, S., GILMARTIN, N., WELBECK, K., & O'KENNEDY, R. 2009. Mastitis detection: current trends and future perspectives. *Trends Biotechnol.*, 27, 486-493.
- VISSIO, C. 2015. Pérdidas productivas y económicas diarias ocasionadas por la mastitis y erogaciones derivadas de su control en establecimientos lecheros de Córdoba , Argentina. *Arch Med Vet* 14: 7-14.

WELLNITZ, O., BERGER, U., SCHAEREN, W., BRUCKMAIER, R. 2012. Mastitis severity induced by two *Streptococcus uberis* strains is reflected by the mammary immune response in vitro. *Schweiz Arch Tierheilkd* 154: 317–323.

WOLTER, W., CASTAÑEDA, H., KLOPPERT, B., Y ZSCHÖCK, M. 2004. Mastitis bovina. Prevención, diagnóstico y tratamiento. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. 146 pp.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE CMT

1-sample proportions test with continuity correction

```
data: 73 out of 137, null probability 0.5
X-squared = 0.46715, df = 1, p-value = 0.4943
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
 0.4459620 0.6178625
sample estimates:
      p
0.5328467
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
 0.8844183 0.9725941
sample estimates:
      p
0.9416058
```

### *Cuartos Afectados*

1-sample proportions test with continuity correction

```
data: 263 out of 548, null probability 0.5
X-squared = 0.80474, df = 1, p-value = 0.3697
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
 0.4374804 0.5226592
sample estimates:
      p
0.479927
```

### *Anterior Izquierdo*

1-sample proportions test with continuity correction

```
data: 64 out of 137, null probability 0.5
X-squared = 0.46715, df = 1, p-value = 0.4943
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
 0.3821375 0.5540380
sample estimates:
      p
0.4671533
```

Anterior

derecho

### *Posterior Izquierdo*

1-sample proportions test with continuity correction

```
data: 67 out of 137, null probability 0.5
X-squared = 0.029197, df = 1, p-value = 0.8643
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
 0.4032581 0.5754671
sample estimates:
      p
0.4890511
```

### *Posterior Derecho*

1-sample proportions test with continuity correction

```
data: 59 out of 137, null probability 0.5
X-squared = 2.365, df = 1, p-value = 0.1241
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
 0.3472828 0.5179779
sample estimates:
      p
0.4306569
```

## ANEXO 2: PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE CCS

### *Vacas que afectadas en al menos 1 cuarto*

```
> prop.test(21, 24, conf.level = 0.95)

1-sample proportions test with continuity correction

data: 21 out of 24, null probability 0.5
X-squared = 12.042, df = 1, p-value = 0.0005202
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
 0.6653891 0.9671473
sample estimates:
      p
0.875
```

### *Cuartos Afectados*

```
> prop.test(59, 96, conf.level = 0.95)

1-sample proportions test with continuity correction

data: 59 out of 96, null probability 0.5
X-squared = 4.5938, df = 1, p-value = 0.03209
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
 0.5093736 0.7105137
sample estimates:
      p
0.6145833
```

### *Anterior Izquierdo*

```
> prop.test(10, 24, conf.level = 0.95)

1-sample proportions test with continuity correction

data: 10 out of 24, null probability 0.5
X-squared = 0.375, df = 1, p-value = 0.5403
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5
95 percent confidence interval:
 0.2279876 0.6305942
sample estimates:
      p
0.4166667
```



### *Anterior derecho*

```
> prop.test(15, 24, conf.level = 0.95)
```

```
1-sample proportions test with continuity correction
```

```
data: 15 out of 24, null probability 0.5  
X-squared = 1.0417, df = 1, p-value = 0.3074  
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5  
95 percent confidence interval:  
 0.4075759 0.8044981  
sample estimates:  
      p  
0.625
```

### *Posterior Izquierdo*

```
> prop.test(17, 24, conf.level = 0.95)
```

```
1-sample proportions test with continuity correction
```

```
data: 17 out of 24, null probability 0.5  
X-squared = 3.375, df = 1, p-value = 0.06619  
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5  
95 percent confidence interval:  
 0.4875243 0.8656176  
sample estimates:  
      p  
0.7083333
```

### *Posterior Derecho*

```
> prop.test(17, 24, conf.level = 0.95)
```

```
1-sample proportions test with continuity correction
```

```
data: 17 out of 24, null probability 0.5  
X-squared = 3.375, df = 1, p-value = 0.06619  
alternative hypothesis: true p is not equal to 0.5  
95 percent confidence interval:  
 0.4875243 0.8656176  
sample estimates:  
      p  
0.7083333
```

### ANEXO 3: PRUEBAS ESTADÍSTICAS DEL ANOVA PARA MASTITIS MENSUAL PROMEDIO EN EL ESTABLO LABRADOR.

El Análisis ANOVA efectuado en el software R muestra lo siguiente

```
> fit<-aov(Prev~Año, data=DatosDCA)
> summary(fit)
          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Año         4  65.04  16.261     6.19 0.000398 ***
Residuals  50 131.35   2.627
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Siendo el p-valor menor a 0.05 rechazamos la hipótesis nula.

Efectuando la prueba Ad-Hoc de Tukey para las medias obtenemos lo siguiente

```
> TukeyHSD(fit)
Tukey multiple comparisons of means
 95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = Prev ~ Año, data = DatosDCA)

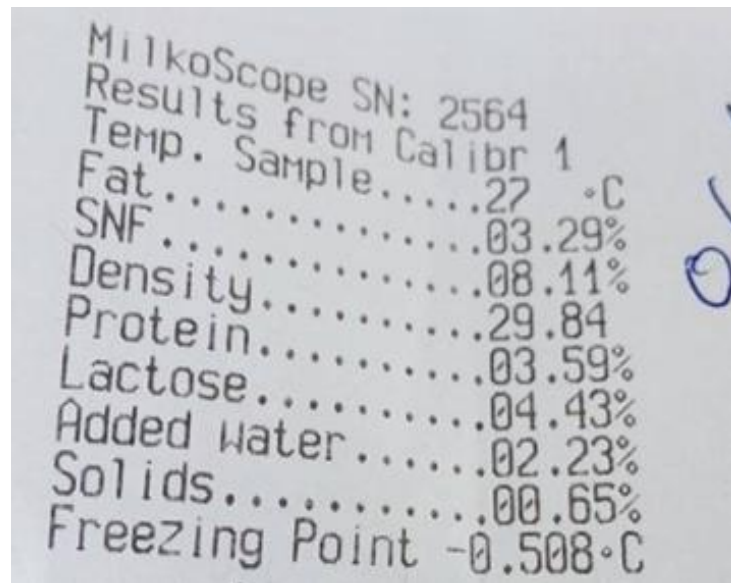
$`Año`
          diff          lwr          upr      p adj
t2013-t2012 -2.19691413 -4.06936916 -0.3244591 0.0139231
t2014-t2012  0.40792577 -1.46452926  2.2803808 0.9717961
t2015-t2012  0.79779861 -1.07465641  2.6702536 0.7480854
t2016-t2012  0.02027349 -2.16107060  2.2016176 0.9999999
t2014-t2013  2.60483990  0.73238488  4.4772949 0.0022840
t2015-t2013  2.99471275  1.12225772  4.8671678 0.0003478
t2016-t2013  2.21718763  0.03584354  4.3985317 0.0446105
t2015-t2014  0.38987284 -1.48258218  2.2623279 0.9760879
t2016-t2014 -0.38765227 -2.56899637  1.7936918 0.9867119
t2016-t2015 -0.77752512 -2.95886921  1.4038190 0.8501794
```

**ANEXO 4: ANÁLISIS PROXIMAL DE LA LECHE**



MilkoScope SN: 2564  
Results from Calibr 1  
Temp. Sample.....27 °C  
Fat.....03.12%  
SNF.....08.12%  
Density.....30.01  
Protein.....03.60%  
Lactose.....04.43%  
Added water.....02.29%  
Solids.....00.65%  
Freezing Point -0.508°C

Establo San Isidro Labrador



MilkoScope SN: 2564  
Results from Calibr 1  
Temp. Sample.....27 °C  
Fat.....03.29%  
SNF.....08.11%  
Density.....29.84  
Protein.....03.59%  
Lactose.....04.43%  
Added water.....02.23%  
Solids.....00.65%  
Freezing Point -0.508°C

Unidad Experimental de Zootecnia

## ANEXO 5: ANTIBIOGRAMA – ESTABLO LABRADOR

### RESULTADOS

MASTITIS SUBCLÍNICA			
IDENTIFICACIÓN	MUESTRA	INTERPRETACIÓN	
960	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Streptococcus</i> sp. a <i>Escherichia coli</i>
423	Leche	NEGATIVO	a bacterias
767	Leche	NEGATIVO	a bacterias
806	Leche	<b>POSITIVO</b>	<i>Staphylococcus</i> sp.

MASTITIS CLÍNICA			
IDENTIFICACIÓN	MUESTRA	INTERPRETACIÓN	
756	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Escherichia coli</i>
869	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Corynebacterium</i> sp.
658	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Escherichia coli</i>



LECHE DE TANQUE			
IDENTIFICACIÓN	MUESTRA	INTERPRETACIÓN	
TANQUE	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Staphylococcus</i> sp. a <i>Proteus</i> sp.

ANTIBIOGRAMA (VACA 960)		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Penicilina	10 mm	RESISTENTE
Enrofloxacin	22 mm	INTERMEDIO
Estreptomycin	20 mm	<b>SENSIBLE</b>
Amoxicilina + Ac. Clavulánico	16 mm	INTERMEDIO
Gentamicin	20 mm	<b>SENSIBLE</b>
Sulfatrimetoprim	24 mm	<b>SENSIBLE</b>
Ceftriaxona	28 mm	<b>SENSIBLE</b>
Oxitetracycline	11 mm	RESISTENTE
Ciprofloxacin	30 mm	<b>SENSIBLE</b>

ANTIBIOGRAMA (VACA 806)		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Penicilina	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Enrofloxacin	22 mm	INTERMEDIO
Estreptomycin	17 mm	<b>SENSIBLE</b>
Amoxicilina + Ac. Clavulánico	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Gentamicin	18 mm	<b>SENSIBLE</b>
Sulfatrimetoprim	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Ceftriaxona	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Oxitetracycline	28 mm	<b>SENSIBLE</b>
Ciprofloxacin	30 mm	<b>SENSIBLE</b>

<b>ANTIBIOGRAMA (VACA 756)</b>		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Enrofloxacin	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Estreptomycin	22 mm	<b>SENSIBLE</b>
Amoxicilina + Ac. Clavulánico	26 mm	<b>SENSIBLE</b>
Gentamicin	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Sulfatrimetoprim	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Ceftriaxona	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Oxitetraciclina	20 mm	<b>SENSIBLE</b>
Ciprofloxacina	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Fosfomicina	30 mm	<b>SENSIBLE</b>



<b>ANTIBIOGRAMA (VACA 658)</b>		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Enrofloxacin	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Estreptomycin	18 mm	<b>SENSIBLE</b>
Amoxicilina + Ac. Clavulánico	22 mm	<b>SENSIBLE</b>
Gentamicin	20 mm	<b>SENSIBLE</b>
Sulfatrimetoprim	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Ceftriaxona	28 mm	<b>SENSIBLE</b>
Oxitetraciclina	20 mm	<b>SENSIBLE</b>
Ciprofloxacina	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Fosfomicina	28 mm	<b>SENSIBLE</b>

ANTIBIOGRAMA (tanque)		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Amoxicilina + Ac. Clavulánico	32 mm	<b>SENSIBLE</b>
Penicilina	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Estreptomina	06 mm	RESISTENTE
Gentamicina	17 mm	<b>SENSIBLE</b>
Ciprofloxacina	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Sulfatrimetoprim	30 mm	<b>SENSIBLE</b>
Neomicina	17 mm	<b>SENSIBLE</b>
Lincomicina	26 mm	<b>SENSIBLE</b>
Fosfomicina	10 mm	RESISTENTE

San Borja, 09 de noviembre del 2016.

  
 .....  
**Dra. Sonia Calle Espinoza**  
 Responsable de la Sección



## ANEXO 6: ANTIBIOGRAMA – UNIDAD EXPERIMENTAL DE ZOOTECNIA

<b>Nº CASO</b>	<b>1087-16</b>
REMITENTE/PROPIETARIO	UNALM
PROCEDENCIA	La Molina
MÉDICO VETERINARIO	Verónica Guerrero
MUESTRA	Leche
ESPECIE	Bovino
RAZA/SEXO/EDAD	Hembra
IDENTIFICACIÓN	varias
Nº MUESTRAS/ANIMALES	08/07
ANÁLISIS SOLICITADO	Cultivo de bacterias aerobias y antibiograma
FECHA DE RECEPCIÓN	12/12/16

### RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN	MUESTRA	INTERPRETACIÓN	
1037	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Streptococcus</i> sp.
1093	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Escherichia coli</i>
1029	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Streptococcus</i> sp.
929	leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Bacillus</i> sp.
10103	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Streptococcus</i> sp.
1211	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Bacillus</i> sp.
1009	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Streptococcus</i> sp.
Tanque	Leche	<b>POSITIVO</b>	a <i>Escherichia coli</i>

  
 .....  
**Dra. Sonia Calle Espinoza**  
 Responsable de la Sección





ANTIBIOGRAMA 1037		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Enrofloxacin	13 mm	RESISTENTE
Ciprofloxacina	26 mm	SENSIBLE
Penicilina	30 mm	SENSIBLE
Sulfatrimetoprim	24 mm	SENSIBLE
Fosfomicina	20 mm	SENSIBLE
Furazolidona	22 mm	SENSIBLE
Gentamicina	18 mm	SENSIBLE
Amoxicilina	30 mm	SENSIBLE
Oxitetraciclina	26 mm	SENSIBLE

ANTIBIOGRAMA 1093		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Enrofloxacin	30 mm	SENSIBLE
Ciprofloxacina	30 mm	SENSIBLE
Penicilina	32 mm	SENSIBLE
Sulfatrimetoprim	29 mm	SENSIBLE
Fosfomicina	17 mm	SENSIBLE
Furazolidona	10 mm	RESISTENTE
Gentamicina	30 mm	SENSIBLE
Amoxicilina	30 mm	SENSIBLE
Oxitetraciclina	22 mm	SENSIBLE

ANTIBIOGRAMA 1029		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Enrofloxacin	19 mm	INTERMEDIO
Ciprofloxacina	25 mm	SENSIBLE
Penicilina	30 mm	SENSIBLE
Sulfatrimetoprim	26 mm	SENSIBLE
Fosfomicina	24 mm	SENSIBLE
Furazolidona	18 mm	SENSIBLE
Gentamicina	16 mm	SENSIBLE
Amoxicilina	20 mm	SENSIBLE
Oxitetraciclina	22 mm	SENSIBLE

  
 .....  
**Dra. Sonia Calle Espinoza**  
 Responsable de la Sección



<b>ANTIBIOGRAMA 929</b>		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Enrofloxacina	16 mm	SENSIBLE
Ciprofloxacina	24 mm	SENSIBLE
Penicilina	30 mm	SENSIBLE
Sulfatrimetoprim	23 mm	SENSIBLE
Fosfomicina	10 mm	SENSIBLE
Furazolidona	20 mm	SENSIBLE
Gentamicina	14 mm	INTERMEDIO
Amoxicilina	30 mm	SENSIBLE
Oxitetraciclina	26 mm	SENSIBLE

<b>ANTIBIOGRAMA 10103</b>		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Enrofloxacina	14 mm	RESISTENTE
Ciprofloxacina	22 mm	INTERMEDIO
Penicilina	30 mm	SENSIBLE
Sulfatrimetoprim	22 mm	SENSIBLE
Fosfomicina	22 mm	SENSIBLE
Furazolidona	18 mm	SENSIBLE
Gentamicina	16 mm	SENSIBLE
Amoxicilina	29 mm	SENSIBLE
Oxitetraciclina	24 mm	SENSIBLE

<b>ANTIBIOGRAMA 1211</b>		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Enrofloxacina	08 mm	RESISTENTE
Ciprofloxacina	21 mm	SENSIBLE
Penicilina	30 mm	SENSIBLE
Sulfatrimetoprim	18 mm	SENSIBLE
Fosfomicina	10 mm	RESISTENTE
Furazolidona	08 mm	RESISTENTE
Gentamicina	16 mm	SENSIBLE
Amoxicilina	30 mm	SENSIBLE
Oxitetraciclina	12 mm	RESISTENTE

  
 .....  
**Dra. Sonia Calle Espinoza**  
 Responsable de la Sección



<b>ANTIBIOGRAMA 1009</b>		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Enrofloxacina	16 mm	RESISTENTE
Ciprofloxacina	23 mm	SENSIBLE
Penicilina	29 mm	SENSIBLE
Sulfatrimetoprim	25 mm	SENSIBLE
Fosfomicina	22 mm	SENSIBLE
Furazolidona	18 mm	SENSIBLE
Gentamicina	18 mm	SENSIBLE
Amoxicilina	30 mm	SENSIBLE
Oxitetraciclina	25 mm	SENSIBLE

<b>ANTIBIOGRAMA Tanque</b>		
ANTIBIÓTICO	HALO DE INHIBICIÓN	INTERPRETACIÓN
Enrofloxacina	16 mm	RESISTENTE
Ciprofloxacina	29 mm	SENSIBLE
Penicilina	26 mm	SENSIBLE
Sulfatrimetoprim	06 mm	RESISTENTE
Fosfomicina	14 mm	INTERMEDIO
Furazolidona	18 mm	SENSIBLE
Gentamicina	20 mm	SENSIBLE
Amoxicilina	18 mm	SENSIBLE
Oxitetraciclina	22 mm	SENSIBLE

San Borja, 20 de diciembre del 2016.

  
 .....  
**Dra. Sonia Calle Espinoza**  
 Responsable de la Sección




## ANEXO 7: ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL AGUA (ESTABLO LABRADOR)

### ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

**SOLICITANTE** : VERONICA GUERREROS LEON  
**PROCEDENCIA** : Cañete - Herbay Alto - Establo San Isidro Labrador  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 03 de Noviembre del 2016

N° LABORATORIO		3324
N° DE CAMPO		Agua
Turbiedad	NTU	2.91
Sólidos Totales	mg/L	308.00
Hierro	mg/L	<0.08
Plomo	mg/L	<0.001
Cobre	mg/L	<0.035
Cadmio	mg/L	<0.005
Manganeso	mg/L	<0.03
Zinc	mg/L	0.01
Boro	mg/L	0.78
Magnesio	mg/L	9.90
Sulfatos	mg/L	76.61
Cloruros	mg/L	28.76
Dureza Total	mg/CaCO <sub>3</sub> /L	200.79
Alcalinidad Total	mg/CaCO <sub>3</sub> /L	111.49
pH		8.11
Nitratos	mg/L	0.00
Sodio	mg/L	11.00

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO

  
Ing. Nore Velázquez Arévalo  
JEFE DE LABORATORIO



## ANEXO 8: ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL AGUA (UEZ)

**SOLICITANTE** : VERONICA GUERRERO  
**PROCEDENCIA** : Establo de la Universidad Agraria La Molina  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 09 de Diciembre del 2016

<b>N° LABORATORIO</b>	<b>3381</b>
<b>N° DE CAMPO</b>	Agua
Turbiedad NTU	0.50
Sólidos Totales mg/L	2,641.00
Hierro mg/L	<0.08
Plomo mg/L	<0.001
Cobre mg/L	<0.035
Cadmio mg/L	<0.005
Manganeso mg/L	<0.03
Zinc mg/L	<0.012
Boro mg/L	0.41
Magnésio mg/L	53.00
Sulfatos mg/L	620.47
Cloruros mg/L	636.93
Dureza Total mg/CaCO <sub>3</sub> /L	1,010.86
Alcalinidad Total mg/CaCO <sub>3</sub> /L	84.03
pH	7.93
Nitratos mg/L	19.56
Sodio mg/L	275.00

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO  
  
 Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano  
 JEFE DE LABORATORIO



## ANEXO 9: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA (UEZ)

PROCEDENCIA : UNALM  
 TIPO DE ENVASE : Botella de plástico  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 1000 mL aprox.  
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado  
 FECHA Y HORA DE MUESTREO : 2016 - 11 - 29  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 11 - 29  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 11 - 29  
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 12 - 09

### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1611663	Estándares Nacionales De Calidad Ambiental Para Agua (*)
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes totales (NMP/100 ml)	54 x 10	50 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes fecales (NMP/100 ml)	17 x 10	10 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)	17 x 10	10 x 10
<sup>2</sup> Enumeración de <i>Enterococcus sp</i> (NMP/100 ml)	7.8	20
<sup>3</sup> Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/L)	0	< 1

(\*) Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM - ANA. Categoría 3: Parámetros para bebida de animales.

#### Métodos:

<sup>1</sup>SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.  
<sup>2</sup>SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9230B. APHA-AWWA-WEF.  
<sup>3</sup>SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

#### Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 12 de diciembre del 2016



DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
 y Biotecnología "Marino Tabusso"  
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274  
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe





## ANEXO 10: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA (Labrador)

### INFORME DE ENSAYO N° 1611627- LMT

SOLICITANTE : VERÓNICA GUERRERO LEÓN  
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO  
MUESTRA : AGUA DE ESTABLO PARA BEBIDA DE ANIMALES  
1611627)

PROCEDENCIA : Cañete  
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 800 mL aprox.  
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado  
FECHA Y HORA DE MUESTREO : 2016 - 11 - 07  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 11 - 07  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 11 - 07  
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 11 - 16

### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1611627	Estándares Nacionales De Calidad Ambiental Para Agua (*)
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes totales (NMP/100 ml)	13 x 10	50 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes fecales (NMP/100 ml)	11	10 x 10 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)	< 1,8	10 x 10
<sup>2</sup> Enumeración de <i>Enterococcus sp</i> (NMP/100 ml)	< 1,8	20
<sup>3</sup> Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (N°/L)	< 1	< 1

#### Métodos:

- <sup>1</sup>SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.  
<sup>2</sup>SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9230B. APHA-AWWA-WEF.  
<sup>3</sup>SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

#### Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.



  
DRA. DORIS ZUNIGA DÁVILA

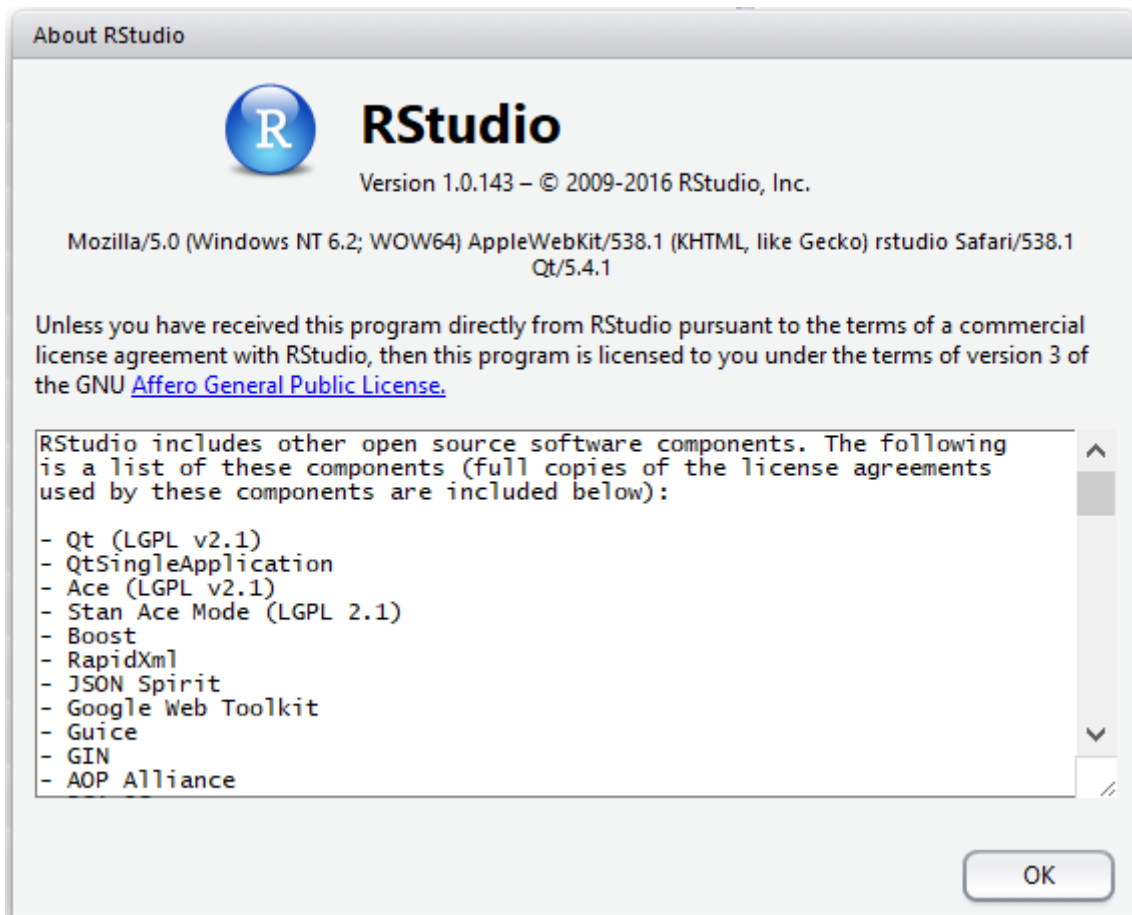
Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
y Biotecnología "Marino Tabusso"  
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

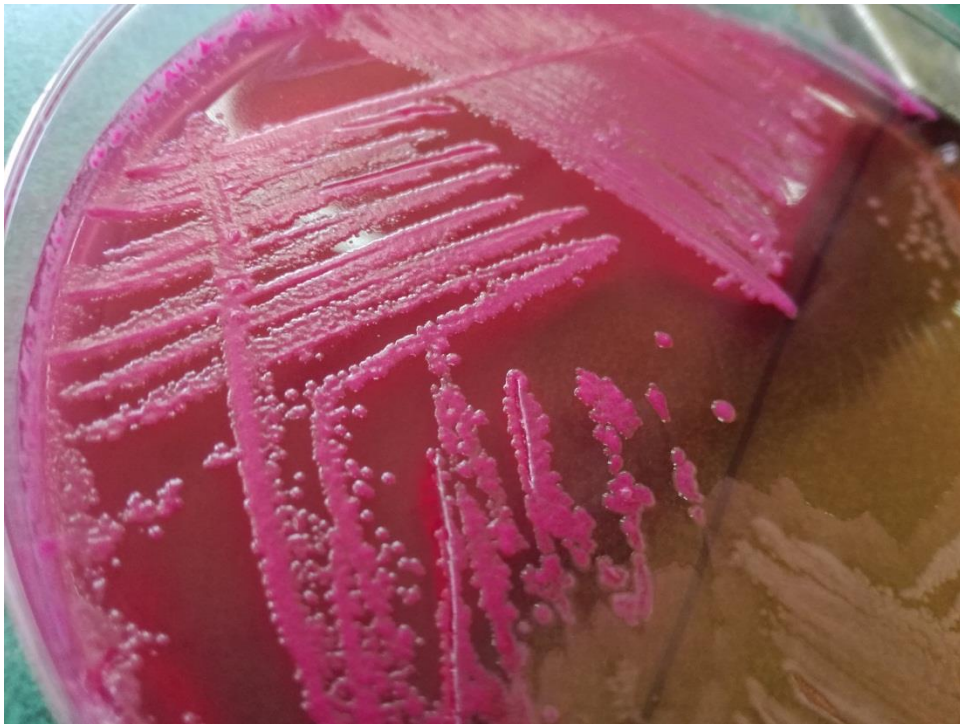
La Molina, 16 de noviembre de 2016

## ANEXO 11: SOFTWARE ESTADÍSTICO R – INFORMACIÓN GENERAL

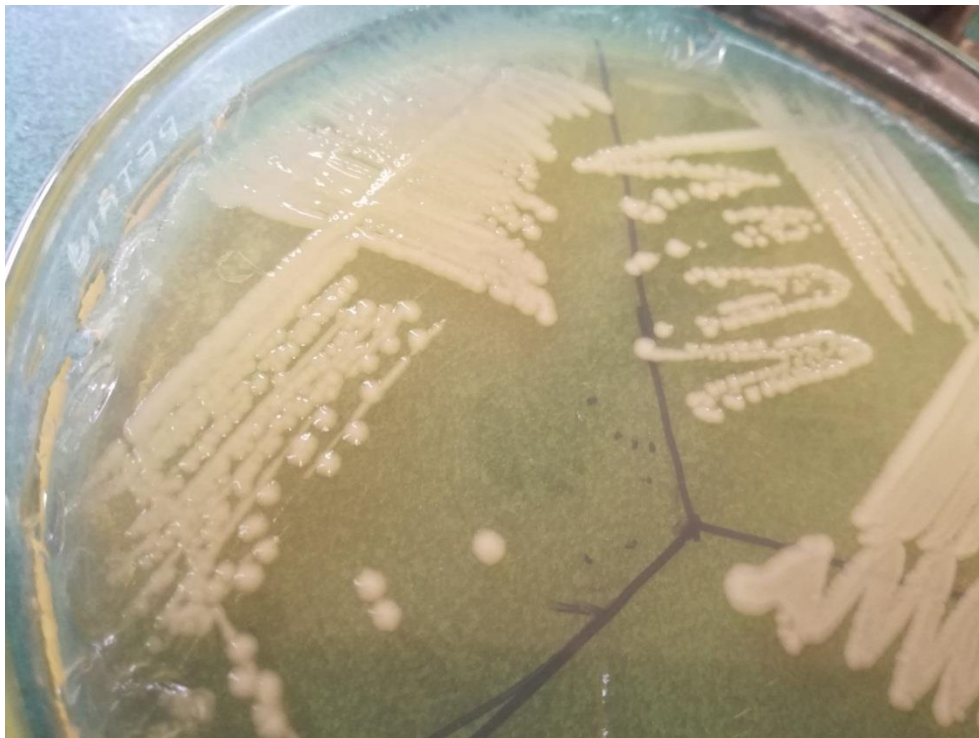




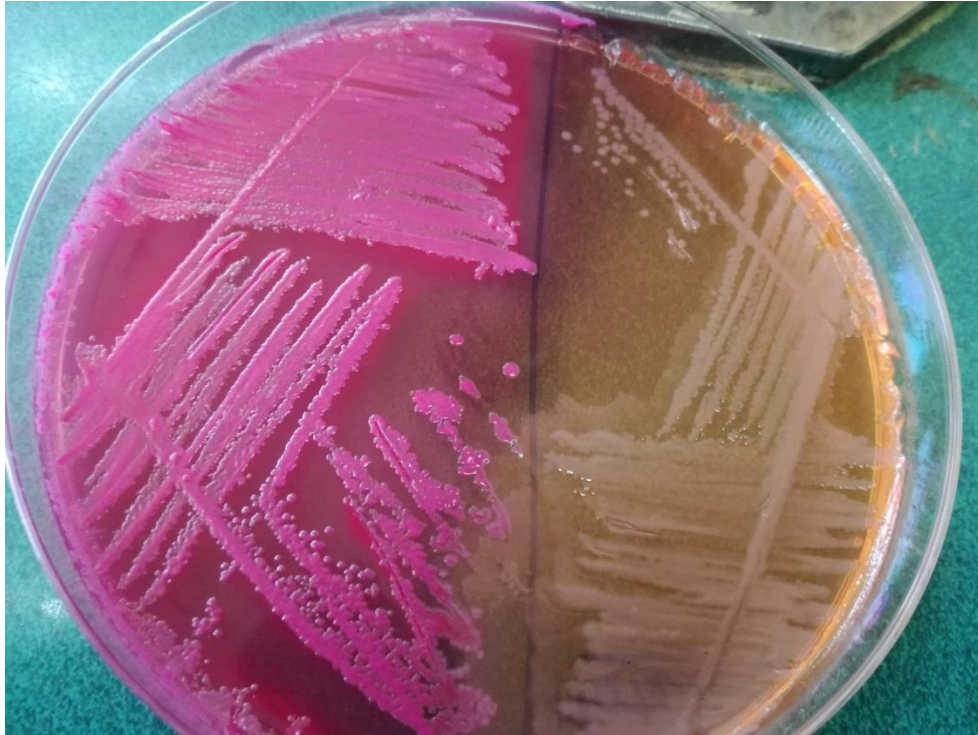
**ANEXO 12: CULTIVOS BACTEREOLÓGICOS DEL ESTABLO SAN ISIDRO  
LABRADOR**



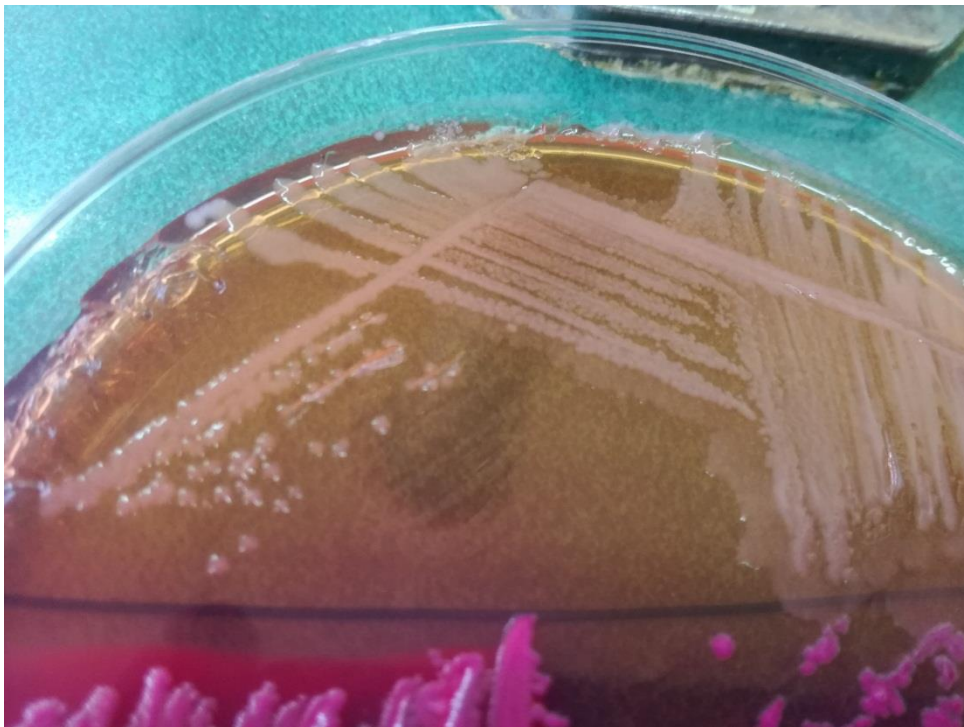
*E. coli* en agar Mc Conkey



*E. coli* en agar TSA

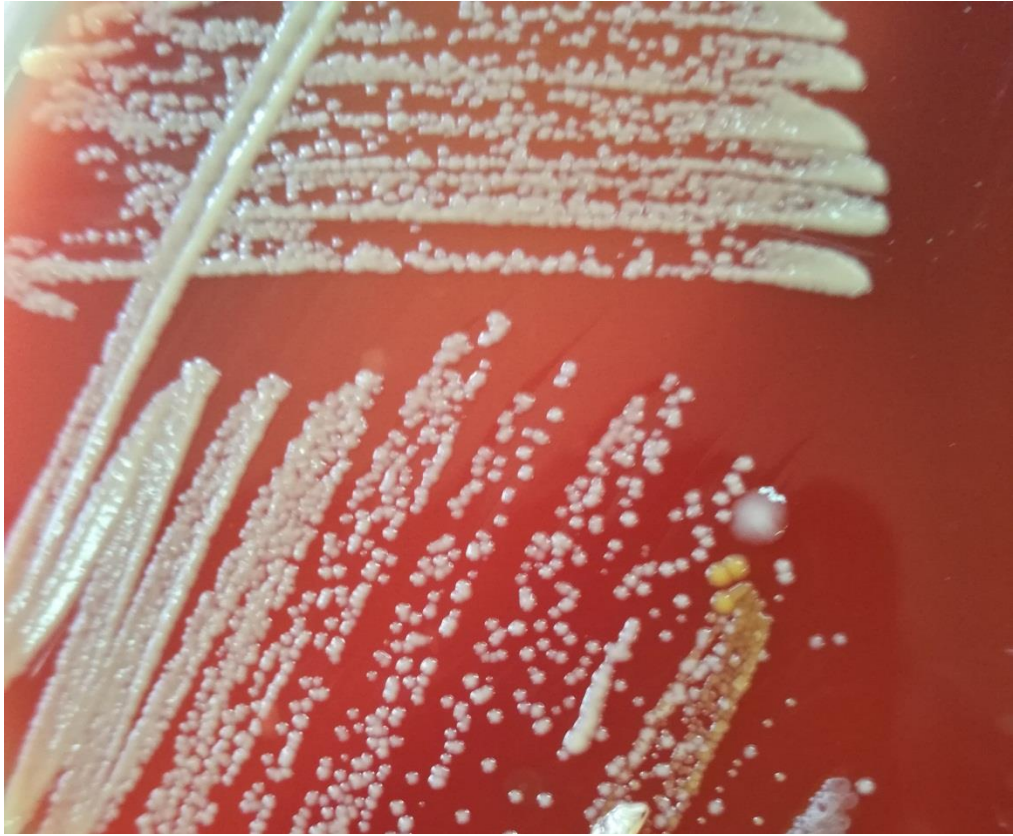


*E. coli* y *Proteus* sp. en agar *Mc Conkey*



*Proteus* sp. en agar *Mc Conkey*

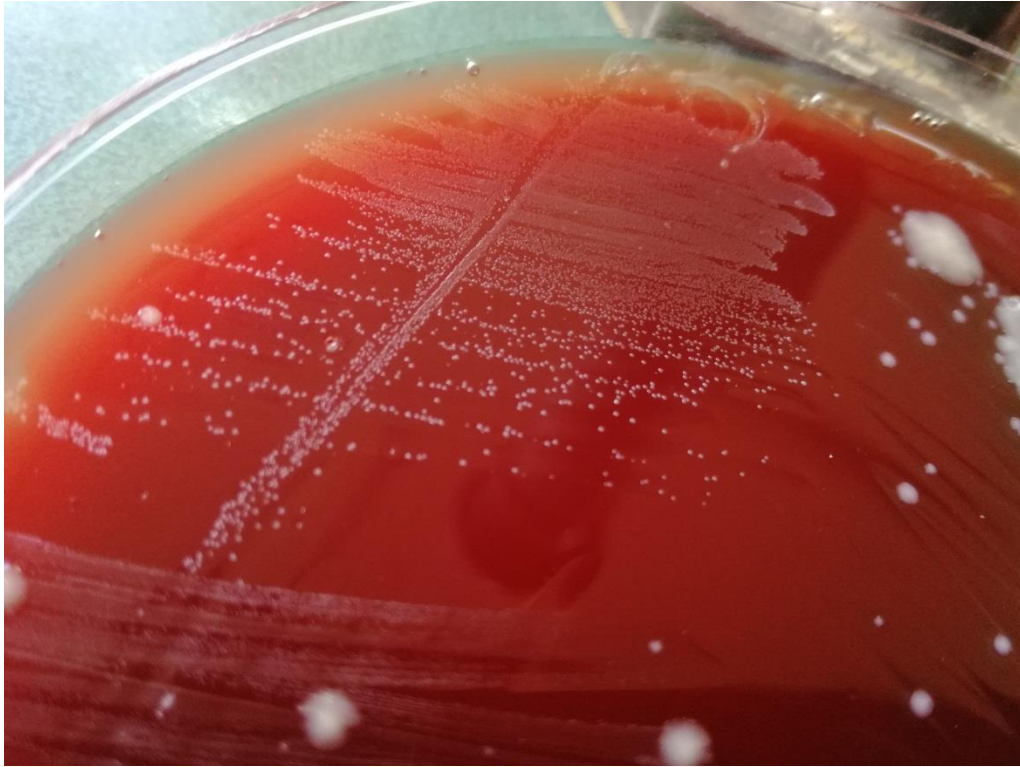




*Staphylococcus* agar sangre



*Staphylococcus* agar TSA



*Streptococcus* agar sangre