

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERIA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS  
Y BIOTECNOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA ZOOTECNISTA**

**DIAGNÓSTICO DE MASTITIS SUBCLÍNICA MEDIANTE  
RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y CMT EN VACAS  
SIMMENTAL, DISTRITO DE FLORIDA POMACOCHAS**

**Autor(a):**

**Bach. Zoila Esperanza Bovadilla Valqui**

**Asesor(a):**

**Dr. Rainer Marco López Lapa  
Dr. Nilton Luis Murga Valderrama**

**Registro: (....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ  
2023**

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



## ANEXO 3-H

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

#### 1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): BOVADILLA VALQUI ZOILA ESPERANZA  
DNI N°: 75941814  
Correo electrónico: zoilita.0299@gmail.com  
Facultad: INGENIERIA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGIA  
Escuela Profesional: INGENIERIA ZOOTECNISTA

#### Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
DNI N°: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Facultad: \_\_\_\_\_  
Escuela Profesional: \_\_\_\_\_

#### 2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

DIAGNÓSTICO DE MASTITIS SUBCLÍNICA MEDIANTE RECuento DE CÉLULAS SONÁTICAS Y CMT EN VACAS SIMMENTAL, DISTRITO DE FLORIDA POMACOCHAS.

#### 3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: LÓPEZ LAPA RAINER MARCO  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 9122 95 80  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0002-2879-5138>

#### Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: MURGA VALDERRAMA NILTON LUIS  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 33430926  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0002-1473-9055>

#### 4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

[https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde\\_ford.html](https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html)  
4.00.0 - Ciencias agrícolas, 4.02.00 - Ciencia animal, Ciencia de productos lácteos;  
4.02.01- Ciencia animal, ciencia de productos lácteos

#### 5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

#### 6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 16 / MARZO / 2023

Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

## **DEDICATORIA**

*Dedico esta tesis a mis padres, hermanos, tíos; ellos fueron mi inspiración para seguir adelante durante mi formación académico profesional.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero agradecer de manera muy especial a todas las personas e instituciones que contribuyeron con sus diferentes aportes para la realización de mi tesis.*

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

PH.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

**RECTOR**

DR. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

DRA. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

**VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

DR. HÉCTOR VLADIMIR VÁSQUEZ PÉREZ

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,  
AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS




### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (  )/Profesional externo (  ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada DIAGNÓSTICO DE MASTITIS SUBCLÍNICA MEDIANTE RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y CMT EN VACAS SIMMENTAL, DISTRITO DE FLORIDA POMACochAS del egresado Bach. ZOLDA ESPERANZA BOVADILLA VALQUI de la Facultad de INGENIERIA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGIA Escuela Profesional de INGENIERIA ZOOTECNISTA de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 16 de MARZO de 2023

  
Firma y nombre completo del Asesor  
Dr. RAINER MARCO LÓPEZ LAPA

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L


#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (  )/Profesional externo (  ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada DIAGNÓSTICO DE MASTITIS SUBCLÍNICA MEDIANTE RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y CMT EN VACAS SIMMENTAL, DISTRITO DE FLORIDA POMACOCHAS; del egresado Bach. ZOLA ESPERANZA BOVADILLA VAQUI de la Facultad de INGENIERIA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGIA, Escuela Profesional de INGENIERIA ZOOTECNISTA de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 16 de MARZO de 2023



  
Firma y nombre completo del Asesor  
Dr. Nilton Luis MURGA VALDEERRAMA



**JURADO EVALUADOR DE LA TESIS**



---

**DR. HUGO FRÍAS TORRES**  
**Presidente**



---

**M.SC. CÉSAR AUGUSTO MARAVÍ CARMEN**  
**Secretario**



---

**MG. LENIN YOEL DELGADO SANTILLÁN**  
**Vocal**



# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

DIAGNÓSTICO DE MASTITIS SUBCÚNICA MEDIANTE RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y CMT EN VACAS SIMMENTAL, DISTRITO DE FLORIDA POMACOCCHAS

presentada por el estudiante ( ) / egresado (X) ZOLA ESPERANZA BOVADILLA VALQUI

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA ZOOTECNISTA

con correo electrónico institucional 7894181461@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 22 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 16 de MARZO del 2023

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-5

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 16 de MARZO del año 2023, siendo las 10:00 horas, el aspirante: ZOLA ESPERANZA BOVADILLA VALQUI, asesorado por DR. RAIVER MARCO LOPEZ LAPA Y DR. NILTON LUIS MURGA VALDERAMA defiende en sesión pública presencial (  ) / a distancia (  ) la Tesis titulada: DIAGNÓSTICO DE MASTITIS SUBCLÍNICA MEDIANTE RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y CMT EN VACAS SIMMENTAL DISTRITO DE FLORIDA POMACOCHAS, para obtener el Título Profesional de INGENIERO ZOOTECNISTA, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: DR. HUGO FRÍAS TORRES

Secretario: M.S. CESAR AUGUSTO MARANI CARMEN

Vocal: Mg. LENIN YOEL DELGADO SANTILAN

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (  ) por Unanimidad (  ) / Mayoría (  ) Desaprobado (  )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11:30 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

## ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ .....	v
DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS .....	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS .....	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS .....	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	17
1.2. Bases Teóricas.....	23
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
2.1. Ubicación .....	30
2.2. Variables de estudio .....	30
2.3. Tipo y Diseño de Investigación.....	30
2.4. Población y Muestra.....	31
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	31
2.6. Análisis de datos .....	35
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>45</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resultados de la prueba RCS por cuartos mamarios.....	36
<b>Tabla 2.</b> Incidencia acumulada (IA) e intervalos de confianza (IC) al 95%, de la mastitis subclínica durante el periodo de estudio, mediante el método RCS.....	37
<b>Tabla 3.</b> Resultados de la prueba CMT por cuartos mamarios .....	38
<b>Tabla 4.</b> Incidencia acumulada (IA) e intervalos de confianza (IC) al 95%, de la mastitis subclínica durante el periodo de estudio, mediante el método CMT.....	39
<b>Tabla 5.</b> Prevalencia e intervalos de confianza (IC) al 95% de la mastitis subclínica por etapa de lactancia, mediante el método RCS.....	39
<b>Tabla 6.</b> Resumen de características fenotípicas obtenidas en fichas de registro, para cada cuarto mamario (n= 15).....	40
<b>Tabla 7.</b> Tabla de contingencia de los resultados positivos y negativos de la prueba CMT vs RCS, para cada cuarto mamario y total.....	41
<b>Tabla 8.</b> Factores asociados a la mastitis subclínica (RCS) .....	43
<b>Tabla 9.</b> Frecuencias absolutas (Fa) y relativas (Fr %) de la asociación entre la mastitis subclínica y la limpieza de manos.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estructura Interna de la Ubre de la Vaca. ....	24
<b>Figura 2.</b> Mapa de ubicación geográfica .....	30
<b>Figura 3.</b> Flujograma de actividades.....	34
<b>Figura 4.</b> Relación entre el número de casos con fibrosis de pezón con la sensibilidad (A) y especificidad (B) de la prueba CMT para la detección de mastitis subclínica. R: correlación de Pearson.....	42
<b>Figura 5.</b> Frecuencias relativas (%) de la asociación entre la mastitis subclínica con la limpieza de manos.....	44

## RESUMEN

La mastitis se puede definir como la inflamación de la ubre que puede presentarse como una respuesta a la invasión por microorganismos (infección) y se caracteriza por daños en el epitelio glandular y además por una inflamación clínica o subclínica, pudiendo darse con cambios patológicos localizados o bien, generalizados, dependiendo de la magnitud del daño. El objeto de este estudio fue determinar si el nivel de mastitis subclínica en vacas simmental (si su prevalencia supera el 50%) en el distrito de la Florida Pomacochas. Se trata de una investigación no experimental transversal descriptiva. Se realizó la identificación de las vacas en producción de leche, haciendo una visita de campo al distrito de la Florida en la provincia de Bongará, lográndose identificar 15 animales en producción. Se realizó la aplicación del CMT y el muestreo, recolectando las muestras en tubos tipo falcon de 15ml esteriles, identificados asignado códigos para luego transportarlas en un cooler con geles refrigerantes al Laboratorio de Enfermedades Infecciosas y Parasitarias de Animales Domésticos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Amazonas. Se halló una prevalencia total de 73% de vacas con mastitis subclínica en la muestra analizada, utilizando exitosamente los métodos de CMT y RCS. Así como una incidencia acumulada superior al 35% medida por cuartos mamarios y una correlación poco significativa con variables del entorno (métodos de ordeño) y los resultados hallados.

**Palabras clave:** Mastitis, vacas, CMT, RCS, zootecnia, ganado.

## **ABSTRACT**

Mastitis can be defined as inflammation of the udder that can occur as a response to invasion by microorganisms (infection) and is characterized by damage to the glandular epithelium and also by clinical or subclinical inflammation, and may occur with localized pathological changes. or, generalized, depending on the magnitude of the damage. The purpose of this study was to determine if the level of subclinical mastitis in simmental cows (if its prevalence exceeds 50%) in the district of Florida Pomacochas. This is a descriptive cross-sectional non-experimental research. The identification of the cows in milk production was carried out, making a field visit to the district of Florida in the province of Bongará, achieving the identification of 15 animals in production. The application of the CMT and the sampling were carried out, collecting the samples in sterile 15ml falcon-type tubes, identified by assigned codes and then transported in a cooler with cooling gels to the Laboratory of Infectious and Parasitic Diseases of Domestic Animals of the National University Toribio Rodríguez de Mendoza Amazon. A total prevalence of 73% of cows with subclinical mastitis was found in the analyzed sample, successfully using the CMT and RCS methods. As well as an accumulated incidence greater than 35% measured by mammary quadrants and a little significant correlation with variables of the environment (milking methods) and the results found.

***Key words:*** Mastitis, cows, CMT, RCS, zootechnics, cattle.



## I. INTRODUCCIÓN

La mastitis como patología, de etiología usualmente infecciosa y de tipo inflamatoria, es en el ganado vacuno, una de las causas de pérdidas económicas más importantes en la ganadería de leche ya que representa un importante porcentaje del costo en el tratamiento de enfermedades. El daño causado por la mastitis, además de incidir en la producción, se expresa por disminuir el volumen y la calidad de la leche, por el costo de los antibióticos empleados y a veces, por el sacrificio obligado del animal.

En este sentido, vale la pena mencionar para citar un ejemplo en Latinoamérica, donde se realizó un estudio en una finca ganadera de doble propósito con 35 vacas en un sistema semiestabulado, ubicado en México; en el que se buscó comparar el estado de salud de la ubre y el estado de calidad de la leche en vacas ordeñadas a mano y máquina, mostrando una prevalencia de mastitis subclínica del 57%. De igual forma, en Colombia se han publicado estudios sobre la mastitis como un factor importante en la reducción de la cantidad y la calidad de la producción de leche. Sin embargo, es poco probable que los ganaderos de la región sepan acerca de la mastitis, a pesar de la creciente cantidad de información en otros países como el Perú, estos ignoran la mastitis.

Como se explicará en este estudio, se verá que la mastitis subclínica es gran importancia, ya que provoca pérdidas crónicas de productividad con cambios imperceptibles en la leche, esto lleva muchas veces a la implementación de medidas contra el proceso cuando ya la supresión de productividad es muy grande y el procedimiento para la curación muy cuesta arriba en esfuerzo y gastos monetarios.

Así pues, tal y como se describirá más adelante, existen métodos que facilitan la detección de la mastitis en su etapa subclínica, por ejemplo, a través de la cuantificación del grado de reacción de los núcleos celulares con sustancias de superficie activa, como la prueba de California para Mastitis (CMT), técnica que por su simplicidad, y efectividad, sigue siendo muy usada para el diagnóstico de la mastitis subclínica, al igual que el Recuento de Células Somáticas (RCS).

De esta manera, el trabajo de investigación que a continuación se desarrolla, busca la realización y estudio del diagnóstico de mastitis subclínica mediante el recuento de células somáticas y CMT en una población de vacas simmental del distrito de la Florida Pomacochas. Constará de tres importantes fases, como lo son: el Marco teórico, los Materiales y métodos; y, finalmente; la presentación de los resultados con su Análisis y Discusión, para proceder finalmente a describir las conclusiones y recomendaciones respectivas.

### **1.1. Antecedentes de la Investigación**

A continuación, se presentan una serie de estudios y trabajos de investigación publicados, que, de una u otra forma, guardan relación con el presente trabajo de investigación con el fin de que le sirva de precedente y de fundamentación bibliográfica a modo de referentes:

Primeramente, se halla el estudio de Gámez et al, 2020, quienes buscaron identificar la correlación entre la calidad composicional y la calidad sanitaria de la leche cruda (RCS/ml). La investigación se ejecutó en tres distritos del Departamento de Nariño, Colombia. El muestreo y la información se recolectaron entre los años 2016 y 2017. Para determinar la relación se utilizó el análisis de componentes principales el cual demostró que existe relación entre las variables composicionales; y el modelo mixto indicó que existe una relación significativa entre el RCS y la calidad de la leche. Los autores concluyeron que un conteo de células somáticas mayor a los 500,000 UFC/ml tiene efectos negativos sobre la proteína, la caseína y la producción de leche.

Seguidamente, se halla el de Sumon et al., 2020, con una investigación en Bangladesh el cual tuvo como objetivo determinar el umbral de RCS a nivel de vaca para diferenciar la leche de vacas afectadas por SCM de la leche normal, en donde se determinaron la sensibilidad (Se) y la especificidad (Sp) junto con otras características de diferentes umbrales de RCS considerando el cultivo bacteriano como prueba estándar de oro. Se establecieron tres definiciones de infección intramamaria (IMI) basadas en el grupo de patógenos involucrados.

Se consideraron cinco categorías de umbrales de CCE para el análisis. Se y Sp de los umbrales de RCS variaron enormemente a medida que cambiaban las definiciones de IMI. Independientemente de los umbrales de RCS, Se aumentó cuando el aislamiento de los principales patógenos se incluyó en las definiciones del IMI. Se disminuyó cuando aumentaron los umbrales de RCS (de 100 a  $300 \times 10^3$  células / ml) para todas las definiciones de IMI y varió de 60,6% a 20,3%. El Se más alto se encontró en un umbral de CCE bajo ( $100 \times 10^3$  células / ml), lo que resultó en un resultado menos falso negativo. Por otro lado, Sp aumentó con el incremento de los umbrales de RCS dando lugar a un resultado menos falso positivo. Los autores concluyeron que el umbral de RCS a nivel de vaca de  $100 \times 10^3$  células / ml se consideró apropiado para identificar el IMI subclínico de las vacas lecheras.

Asimismo, se encontró la investigación de Kandeel et al., 2019, desarrollada en Suiza que tuvo como objetivo la evaluación y comparación de 2 pruebas en la granja para apreciar el RCS en muestras de un cuarto mamario de ganado lechero lactante para lo cual se utilizaron 111 vacas lecheras en el momento del secado y 92 vacas dentro de los 4-7 días posteriores al parto. Se consiguieron muestras de un cuarto de primera leche y se analizaron con un contador celular DeLaval (DCC, método de referencia), ST (prueba de Somaticell) y CMT.

El ST se ejecutó de manera simulada en el lado de la vaca usando leche a  $37^\circ\text{C}$  en lugar de  $0$  a  $8^\circ\text{C}$  como lo recomienda el fabricante. El rendimiento de la prueba para diagnosticar IMI (DCC RCS  $> 200.000$  células / ml) se evaluó calculando el área bajo la curva característica de funcionamiento del receptor (AUC) y el coeficiente kappa ( $\kappa$ ) en el punto de corte óptimo para cada prueba. En comparación con el método de referencia, la prueba ST de una manera simulada al lado de la vaca tuvo un AUC = 0,68 y  $\kappa = 0,24$  en el secado, y AUC = 0,74 y  $\kappa = 0,40$  en vacas frescas. El CMT se desempeñó mucho mejor que el ST en el diagnóstico de IMI subclínico con AUC = 0.88 y  $\kappa = 0.77$  en el secado, y AUC = 0.87 y  $\kappa = 0.76$  en vacas frescas. El valor de ST medido disminuyó al aumentar la temperatura de la mezcla de leche / reactivo. Los autores concluyeron que el ST está optimizado para su uso en

leche a 0-8 ° C y, por lo tanto, está diseñado para uso en granjas en muestras de leche refrigerada.

Así también, en Suecia (Kandeel et al., 2019) realizaron un estudio cuyo objetivo principal fue evaluar la utilidad clínica de medir el pH de la leche usando 3 pruebas de resolución de pH creciente: Multistix 10 SG Reagent Strips for Urinary Analysis (tiras Multistix, Bayer HealthCare Inc., Elkhart, IN), papel pH Hydrion (Microessential Laboratory, Brooklyn, NY) y el medidor de pH Piccolo plus (Hanna Instruments, Woonsocket, RI), para el diagnóstico de SCM e IMI en ganado lechero. Se recolectaron muestras de un cuarto de primera leche de 115 vacas lecheras al secarse y de 92 vacas frescas dentro de los 4 a 7 días posteriores al parto. El recuento trimestral de células somáticas (SCC) se midió utilizando un contador de células DeLaval, con SCM definido como  $SCC > 200.000$  células / mL e IMI definido como  $SCC > 100.000$  células / mL y la presencia de microorganismos a  $\geq 10$  ufc / mL de leche. El pH de la leche se midió a 37 ° C utilizando los 3 métodos de prueba.

El papel Hydrion pH tuvo un desempeño deficiente en el diagnóstico de SCM e IMI. El estudio de la curva de trabajo del receptor proporcionó puntos de corte de pH óptimos para diagnosticar SCM para el medidor de pH (secado,  $\geq 6.67$ ; refrescante,  $\geq 6.52$ ) y tiras Multistix (secado y refrescado,  $\geq 7.0$ ). El rendimiento de la prueba del medidor de pH y las tiras Multistix fue de pobre a regular según el área inferior la curva de trabajo del receptor, la sensibilidad, la especificidad, la relación de probabilidad positiva y el coeficiente kappa. El medidor de pH y las tiras Multistix funcionaron mal en el diagnóstico de IMI al secarse y refrescarse.

Por otro lado, estudios realizados en la India por (Jadhav et al., 2018) donde tenían como objetivo encontrar el umbral exacto de SCC, para lo cual utilizaron un total de 214 muestras de leche de cruzados Holstein Friesian se sometieron a extracción de ADN bacteriano y estimación de SCC mediante PortaCheck digital. El CMT y la PCR basada en la amplificación del organismo utilizando cebadores informados se realizaron para diagnosticar la mastitis subclínica. Obteniendo como resultados que el 93% de los casos

podrían predecirse correctamente como mastitis infectada utilizando SCC como marcador ( $p < 0,001$ ).

A un nivel de puntuación de corte de 282 000 células / ml, 285 000 células / ml y 288 000 células / ml, la sensibilidad se mantuvo en un 92,6% y la especificidad aumentó en un 86,3%, 87,2% y 88%, respectivamente. Con un valor de RCS de 310.000 células / ml de leche, la sensibilidad y la especificidad fueron óptimas, a saber, 92,6% y 91,5%, respectivamente. La función ajustada demostró una precisión del 89,2% con  $p < 0,001$ . Las funciones en los centroides del grupo fueron -0,982 y 1,209, respectivamente, para animales normales e infectados con mastitis y el valor  $\log_{10}$  RCS fue el factor más importante que contribuyó al 38,30% de la distancia total medida. Los autores concluyeron que el estudio apoya que el valor umbral para delinear el caso de mastitis subclínica del normal es 310.000 células somáticas / ml de leche y un modelo así ajustado usando la variable RCS puede usarse con éxito en el campo para el diagnóstico de casos subclínicos de mastitis.

Igualmente, (Bach et al., 2019) en un hato lechero de Nueva York que tuvo como objetivo evaluar un punto de corte del RCS de 200.000 células / ml tanto a nivel de trimestre, donde se utilizaron 107 muestras de vacas Holstein. Todas las vacas fueron elegibles para la inscripción siempre que tuvieran 4 cuartos de ubre de trabajo, estuvieran  $> 14$  y  $< 365$  d en leche y no tuvieran un evento clínico de mastitis o tratamiento con antibióticos intramamarios  $\leq 14$  d antes del muestreo. Sobre la base compuesta, el punto de corte basado en vacas multíparas solamente fue de 152.000 células / ml, con una sensibilidad correspondiente del 60,0%, una especificidad del 82,0% y un AUC de 0,65. Los autores indican que el punto de corte de 200.000 células / ml fue ineficaz para identificar animales infectados subclínicamente, independientemente de si se utilizó un muestreo trimestral o compuesto. La baja prevalencia de infecciones subclínicas, así como la gran proporción de patógenos menores, especialmente en primíparas, contribuyeron a esta ineficiencia.

Ahora bien, ubicando los antecedentes de Latinoamérica, en investigación realizada por (Coronel & Espinosa, 2017) en Ecuador, se analizaron las muestras de cuartos mamarios de 2413 vacas y se encontrando una prevalencia del 42.1%. En base al total de cuartos mamarios se encontró que la prevalencia era del 21.2% correspondientes a 2041 cuartos afectados. Según el número de ordeños la prevalencia fue 85.3% cuando se ordeño dos veces al día. Según el ordeño manual y mecánico, la prevalencia fue 73.7% y 100% respectivamente. Según el número de partos, en animales con más de 03 partos se encontró una prevalencia mayor al (50.5%), y los animales menores a 03 partos presentaron un 37,5%.

Del mismo modo, en un estudio realizado por (Sebastino et al, 2020) el cual tuvo como objetivo cuantificar los cambios en el RCS durante 20 años en 11 hatos en Chile además de evaluar el efecto del número de partos, los días de lactancia, la producción, el contenido de grasa y proteína de la leche. Para el cual utilizaron la regresión lineal múltiple para modelar el RCS en variables fijas como el año de prueba, número de paridad, temporada de prueba y etapa de lactancia. Las covariables incluída en el modelo fueron producción de leche, grasa y proteína y concentración de urea en la leche. El RCS fue mayor en los meses más cálidos y, como RCS aumentó, el rendimiento disminuyó. Los autores concluyeron que a medida que aumentaba el año de prueba, el RCS disminuía, lo que indicó que la salud de ubre mejoró y la calidad de la leche fue mejorando.

Por otra parte, ya a nivel nacional, en una investigación realizada por (Santamaria, 2020) cuyo objeto fue determinar la incidencia de MSC bovina mediante el CMT en 13 establos en Lambayeque, se tomaron muestras de 840 cuartos mamarios, teniendo en cuenta factores como: procedencia, número de partos, periodo de lactancia, raza, y ubicación anatómica del cuarto mamario. Donde se determinaron una prevalencia de  $29.05 \pm 6.14\%$  (61/210). El autor concluye que hay una prevalencia moderada de MSC bovina en la provincia de Lambayeque.

Asimismo, una investigación que realizó (Santa Cruz, 2017) en Cajamarca, cuyo objeto fue determinar la incidencia de MSC en CMT en relación con el número de partos y los cuartos afectados. Se recolectaron 976 muestras de cada cuarto procedentes de 244 vacas productoras de leche aparentemente sanas. Los resultados mostraron que la prevalencia de MSC en 73 vacas lecheras fue de 29.92%. La incidencia de MSC en los cuartos de la ubre el más afectado fue el AD (anterior derecho) con 16,39%, y el menos afectado fue el PI (posterior izquierdo) 13,93%, resultando los cuartos anteriores más afectados con 15,57% a diferencia de los cuartos posteriores con 14,95 %. En relación al número de partos la prevalencia de MSC fue mayor en vacas con 5 partos en 52,60%.

Por otro lado (Guerrero, 2017) en un estudio realizado por MSC en las vaquerías de Universidad Nacional Agraria La Molina, mediante conteos de células somáticas (Porta Scc Milk Test) para dos establos; los valores comunes son el RCS por vaca de 1254 células / ml y 873 células / ml para el establo de Labrador y UEZ, respectivamente. La incidencia de MSC, dependiendo de la etapa de producción, para los rebaños de Labrador y UEZ, se obtuvieron tasas más altas en bovinos de producción media (1.86%) en comparación con vacas de producción alta (31.01%) y baja (27.13%) y de baja producción mayor tasa de infección (55,77%) en comparación con alta (25,00%) y media (19,23%).

A nivel local, se realizó un estudio (Wigoberto et al, 2019) en la Florida Pomacochas con el objetivo de identificar los principales factores causales en la prevalencia de la MSC, utilizando 50 vacas en etapa de producción láctea bajo ordeño manual, donde utilizaron los métodos CMT y el test DCC (DeLaval Direct Cell Counter). La prevalencia de MSC fue del 52% por el método DCC (DeLaval Direct Cell Counter) y 51% por CMT sin diferencia significativa, los autores concluyeron que los principales factores de prevalencia se debieron a prácticas inadecadas de ordeño e inadecuadas instalaciones.



Del mismo modo, (Malik et al, 2018) en su investigación que lleva por título Células somáticas en relación con la salud de la ubre y la calidad de la leche: una revisión, considera un umbral de <200.000 células / ml tener el valor más práctico para determinar la salud del cuarto mamario. Frente a este problema se pretende diagnosticar la MSC mediante el RCS y CMT con el fin de identificar la prevalencia en bovinos simmental por número de lactaciones, etapa de lactancia, y evaluar la posibilidad de implementar un diagnóstico de fácil uso, rápido y barato para el ganadero a su vez estaríamos contribuyendo con la mejora en la práctica de ordeño en cada uno de los hatos de ganado de leche lo que traería como resultado la rentabilidad en la actividad productiva de leche.

## **1.2. Bases Teóricas**

Glándula Mamaria

Ubre

De acuerdo con Escobar y Mercado (2018) la ubre está conformada de cuatro cuartos de origen dérmico, considerada por varios autores, desde el punto de vista embriológico e histológico, como una glándula sudorípara modificada y recubierta externamente por una capa de piel pilosa, con apariencia sacular, se halla fuera de la cavidad corporal, unida a la pared abdominal por medio del aparato suspensorio.

Por tanto, el sostén de la ubre lo proporcionan distintas estructuras. La piel y el tejido subcutáneo, son las estructuras más superficiales que ayudan a sostener y estabilizar los cuartos mamarios (Galina et al., 1986 citados por Escobar y Mercado, 2018). Además el tejido de la ubre es grande y voluminoso, con fuertes ligamentos suspensorios para los cuartos. A cada lado de la ubre, el ligamento suspensorio lateral, consistente en láminas de tejido fibroso, alcanza hacia abajo los costados de la ubre desde los tendones que rodean al hueso pubis para formar un cabestrillo que sostiene la ubre.

Igualmente, de acuerdo con Homan y Wattiaux, (1998), (citados por Escobar y Mercado, 2018), en la parte anterior de la ubre, láminas de tejido conjuntivo fibroso acopla a la ubre con la parte anterior del abdomen.

La flexibilidad del ligamento medio le permite actuar como un amortiguador cuando la vaca se mueve y también mantiene la ubre adherida a la pared abdominal a medida que el tamaño y el peso de la ubre cambian con la producción de leche y la edad. La piel y el potente sistema suspensor (conocido desde hace décadas por el latinismo de *Aparatus suspensorius mamarius*), que evita que la misma se desprenda y se lesione (Ver Figura 1).

Por otra parte, se conoce, que la piel que recubre la ubre es delgada, flexible y móvil sobre la fascia subyacente, a excepción de los pezones que están conectados a las capas más profundas que forman su pared. El mencionado aparato suspensor mamario, tal y como se ha descrito, está formado entonces, por hojas laterales superficiales de tejido conjuntivo denso y fibroso. Las cuales, protegen los vasos mamarios que circulan por el canal inguinal, y cubren los nódulos linfáticos mamarios de la ubre.



Figura 1 (Fuente: Escobar y Mercado, 2018, tomado de Ayadi, 2003)

### Mastitis

El término, mastitis proviene del griego mastos = glándula mamaria y del sufijo itis = inflamación y se puede definir como la inflamación de la glándula mamaria que puede presentarse como una respuesta de a la invasión por microorganismos (infección), caracterizada por causar daños en el epitelio glandular y además sus formas de presentación puede ser una inflamación clínica o subclínica (Mazo, 2012, citado por Reyes y Argüello, 2016).

También mencionan aquellos autores, la definición de Scaramelli y González, (2005) como la inflamación de la ubre se produce como respuesta al daño causado por diferentes agentes agresores, microorganismos y sus toxinas, así como otros agentes externos tales como: traumas, temperaturas extremas, entre otros . Caracterizándose por daños en el epitelio glandular, seguido por una inflamación clínica o subclínica, pudiendo presentarse con cambios patológicos focalizados o generalizados (Ávila, 2006, citado por Escobar y Mercado, 2018).

Vale recordar, que gran parte de los casos de mastitis son causados por la invasión bacteriana. De hecho, según el Consejo Nacional de Mastitis, la mastitis es la inflamación de la ubre que resulta del daño local por infección, trauma o tóxico. De hecho, suele ser una enfermedad infecciosa provocada por más de 137 especies bacterianas, de las cuales los principales microorganismos patógenos son *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*.

Por tanto, se considera una enfermedad muy importante y compleja, resultante de la interacción de varios factores del animal y su entorno, en la que el hombre juega un papel decisivo. Sin embargo, no debe olvidarse que las infecciones de las glándulas mamarias siempre ocurren a lo largo de la ruta de los conductos lácteos y, a primera vista, el desarrollo de la inflamación posinfecciosa se considera un fenómeno natural.

Factores asociados a la mastitis

Es importante considerar la fuente y el modo de transmisión de la mastitis: los agentes causantes viven en diferentes ambientes (heces, piel, camas, entre otras). Por lo tanto, la higiene general de las vacas y sus corrales, así como las buenas prácticas de ordeño y manejo son formas de controlar la propagación de esta enfermedad.

Entonces, en primer lugar, el daño físico daña la piel del pezón. Estas lesiones implican la apertura de la punta del pezón, por lo general, no se recuperan del modo adecuado. Estas lesiones elevan el riesgo de entrada de los microorganismos a la glándula causando así nuevas infecciones con altos recuentos de células somáticas (González, 2012, citado por Reyes y Argüello, 2016). Los trabajadores de la sala de ordeño son uno de los elementos más importantes en la producción de leche, dado que el ordeñador está en contacto directo con la ubre de la vaca, el mismo que puede funcionar como un vector para la transmisión de microorganismos causantes de mastitis.

La mastitis es el resultado de varios eventos que interactúan. La enfermedad tiene muy pocos "factores de riesgo"; esto significa que su control puede mejorarse al enfocarse en varios factores contribuyentes (Novoa, 2003, citado por Escobar y Mercado, 2018).

Así autores como Philpot y Nickerson, (1993); Novoa, (2003) citados por Escobar y Mercado, (2018) definen como factores de riesgo: El hombre, el manejo, la vaca, los microorganismos y el medio ambiente. Sin embargo, el Consejo Nacional de Mastitis los divide en tres grupos principales: factores del huésped (animal), factores microbianos y ambientales.

Según el orden de ideas, también podemos agregar algunos factores, como la existencia o no tener resistencia natural a la mastitis, la presencia de mecanismos de defensa, si existen y si son funcionales y que; estos factores, pueden estar asociados a la inmunidad específica, así como a mecanismos de defensa no específicos. Sin embargo, la resistencia general de los animales está relacionada con la predisposición genética, las características anatómicas, el estado nutricional, el parto, el estado de lactación, etc.

## Mastitis subclínica

La mastitis subclínica es definida como la presencia de un microorganismo en combinación con un conteo elevado de células somáticas de la leche (Tollersrud, 2000, citado por Escobar y Mercado, 2018). A menudo suele considerarse una enfermedad sutil y difícil de tratar, porque las vacas parecen saludables, las ubres no siempre muestran signos y la leche parece normal. Sin embargo, el alto número de células somáticas en la leche, que es indicativo de la respuesta inflamatoria, así como el número de bacterias, se acompaña de una disminución del nivel de producción de la secreción láctea, así como de la alteración de su composición. Por otro lado, esta se considera el tipo de mastitis más importante porque es más común que la mastitis clínica, es de larga duración, difícil de tratar con antibióticos, pero sobre todo es difícil de detectar, reduce la producción y calidad de la leche. A nivel mundial, la pérdida anual provocada por esta enfermedad es de unos 35 mil millones de pesos por año (Pech et al., 2007, citados por Reyes y Argüello, 2016). Así, aunque la mastitis subclínica no tiene un costo directo, las ubres infectadas producen un 5% menos leche por cada 100 000 células somáticas adicionales por mililitro de leche. Si bien las pérdidas en la producción de leche, debidas a la mastitis subclínica, y los costos de reposición bovina, relacionados con el número de células somáticas, se estima, según Reyes y Argüello, 2016, en altas sumas en dólares.

## Prueba California Mastitis Test (CMT)

Esta es una prueba de diagnóstico para la mastitis, que consiste en agregar un detergente a la leche, denominado: Alquilauril Sulfonato de Sodio, que provoca la liberación de ADN de los leucocitos presentes en la ubre y este se combina con agentes proteicos de la leche en un gel; donde, cuantas más células estén presentes, mayor será la concentración de ADN liberado, por lo tanto, mayor será la formación de gel, traduciéndose, así como el grado más elevado de inflamación.

El CMT puede detectar la respuesta inflamatoria basándose en la viscosidad de un gel formado al mezclar un reactivo, denominado púrpura de bromocresol con la misma cantidad de leche en una paleta con cuatro compartimentos separados, lo que permite evaluar cada cuarto independientemente (Smith 1990; Saran y Chaffer, 2000; Medina y Montaldo, 2003 Citados por Bedolla et al., 2007 y por Reyes y Argüello, 2016). El CMT es un método de diagnóstico con una sensibilidad del 97% y una especificidad del 93%, según los autores antes mencionados.

### Mastitis Subclínica con Relación a los Cuartos Mamarios

Las características anatómicas del pezón y la ubre afectan la resistencia a la mastitis en general, por lo que las vacas con ubres muy caídas son más susceptibles a lesiones, por pisotones, cortes y hematomas en los pezones, lo cual aumenta el riesgo de mastitis. Por lo tanto, el hecho de que las barreras físicas del pezón formen la primera línea de defensa contra la mastitis, hace que el mantenimiento de la integridad de ductal sea un factor importante a considerar.

Por su parte Mc Donald en 1975, descubrió que los cuartos mamarios infectados tenían diámetros ductales más grandes que los cuartos no infectados, así como un mayor número de células somáticas asociados a canales amplios. Las células somáticas son una asociación de leucocitos y células epiteliales. Por lo tanto, los glóbulos blancos se introducen en la leche en respuesta a la inflamación que puede resultar de una enfermedad o, a veces, de un trauma.

Así, el contenido de células somáticas de la leche nos permite conocer datos claves sobre la función y salud de la ubre, y por su estrecha relación con la composición de la leche un criterio muy importante de calidad de la leche (Wolter y Kloppert, 2004, citados, por Escobar y Mercado 2018). Las bacterias ambientales están presentes en el medio ambiente del ganado de leche, pasando a través de la ubre bajo ciertas condiciones. Una vez que las bacterias atacan las células dentro de la glándula mamaria la respuesta inmune

del cuerpo es enviar glóbulos blancos para neutralizar las bacterias invasoras. Estos glóbulos blancos son esencialmente los que componen el recuento de células somáticas también conocido como conteos de células somáticas (CCS). El presente trabajo tuvo como objetivo realizar el diagnóstico de mastitis subclínica mediante el recuento de células somáticas y CMT en vacas simmental del distrito de la Florida Pomacochas.



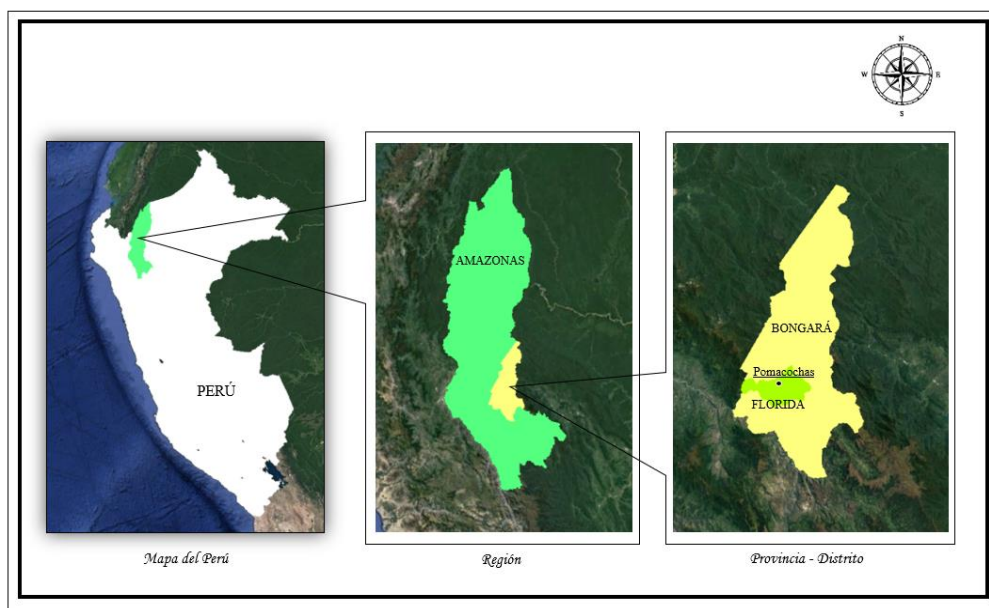
## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación

La investigación se llevó a cabo en el distrito la Florida, provincia Bongará región Amazonas – Perú a 2220 m.s.n.m., con una temperatura promedio anual de 14°C y una precipitación pluvial de 3300 mm/año, con 87% de humedad promedio (Salas et al., 2016).

#### Figura 2

*Mapa de ubicación geográfica*



**Fuente:** Elaboración propia

### 2.2. Variables de estudio

#### Variables independientes

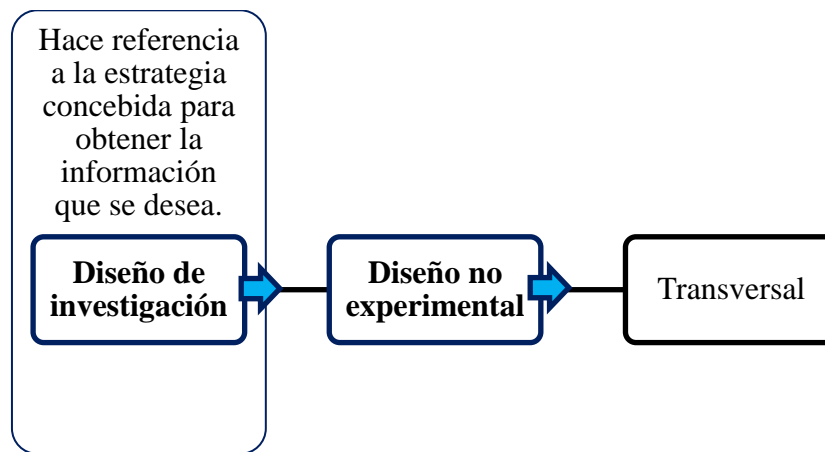
- Edad.
- Número de partos.
- Etapa de lactancia (Inicio (1<sup>er</sup>), medio (2<sup>do</sup>) y final (3<sup>er</sup>)).
- Ordeño.
- Higiene del ordeñador.
- CCS.
- CMT.

#### Variables dependientes

- Mastitis subclínica.

### 2.3. Tipo y Diseño de Investigación

No experimental transversal descriptivo porque se realizó en un momento determinado del tiempo. Diseño de la investigación (representación gráfica):



Fuente: elaboración propia

## 2.4. Población y Muestra

### **Población**

La población estuvo representada por quince vacas de la raza simmental en producción láctea de dos hatos ganaderos uno pertenecientes al señor Vicente Absalón Días Chavez y otro al señor José Simeón Vásquez en el distrito de la Florida Pomacochas.

### **Muestra**

Se realizó la identificación de las vacas en producción de leche, haciendo una visita de campo al distrito de la florida en la provincia de Bongará, lográndose identificar 15 animales en producción.

## 2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

### **Detección de mastitis por CMT**

Se utilizó el reactivo California (CMT®, reactivo original de Schalm, Thechni Vet, EE. UU.). Para diagnosticar diferentes condiciones de mastitis (CM (Mastitis clínica), RCM (Mastitis Clínica Recurrente) y SCM (Mastitis Subclínica)). Las puntuaciones CMT se clasificaron en cinco grados según la formación de gel en la mezcla de reacción a saber. 0 (negativo), T (rastros, posibles infecciones), 1 (positivo débil), 2 (positivo distinto) y + 3 (positivo fuerte). Las vacas con puntuación  $\geq 2$  CMT junto con signos visibles de mastitis (fibrosis, hinchazón inflamatoria, dolor, lesión o lesión visible, atrofia ceguera del tejido y del pezón, y presencia de coágulos, escamas, sangre y cambios en la consistencia de la leche) se agruparán como CM (Dingwell et al, 2003).

Las vacas con CM son las que reciben tratamientos con antibióticos durante 5-7 días, aparentemente se resolverán signos y síntomas clínicos, y una reinfección de cuartos o ubre 10 a 15 días después de la curación antimicrobiana (con o sin signos visibles de CM y puntuación  $\geq 2$  CMT) se definirán como RCM. Las vacas que tengan CMT puntuación de T (traza) o 1 (positivo débil) sin signos físicos visibles y síntomas, y ningún cambio en la leche se considera como positivo para SCM. Las vacas que no tengan antecedentes de mastitis ni en la lactancia actual ni anterior, y han tenido una buena salud con buenos registros de ordeño se agruparon como H. El CMT se repitió a los 7 y 14 días después del tratamiento para valorar la situación y evolución del tratamiento de las ubres afectados (Ferronato et al, 2018).

### **Detección de mastitis por recuento de células somáticas (RCS)**

Antes de la recogida, los pezones de los animales se limpian y secan y, posteriormente, de forma manual, primeros chorros de leche son desechados, seguidos de la recogida de aproximadamente 15 ml de leche en tubos tipo falcón estériles, identificados asignado códigos para luego ser transportados en un cooler con geles refrigerantes al Laboratorio de Enfermedades Infecciosas y Parasitarias de Animales Domésticos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Amazonas.

A continuación, se realizó el RCS utilizando el contador de células DeLaval, el cual tiene como principio aplicar fuente luminosa sobre la muestra de leche contenida en el caset, aumentando las señales de fluorescencia. Esta señal es convertida en una imagen que el DCC utiliza para hacer el RCS (Chengolova et al, 2021).

Para la lectura en el equipo, las muestras de leche se introducen en los casetes desechables y estos, a su vez, se introducirán en el dispositivo, donde se analizarán las muestras mediante tinción y se obtendrá el recuento celular en unos 45 segundos. Los valores medidos se emiten en la pantalla del dispositivo en células/microlitro.

### **Instrumentos para recopilar información**

Se utilizó la encuesta para fines de esta investigación, esta trata de recopilar información de acuerdo a la observación del evaluador in situ, el objetivo principal es obtener datos fehacientes, verídicos sin alteración de las variables, se tiene que aplicar al ganadero, consta de varias partes con todas las preguntas

necesarias, algunas de las cuales son: identificación del animal, raza, número de partos, antecedentes clínicos, periodo de seca, tipo de ordeño, entre otras de acuerdo a la adaptación de las encuestas.

Dentro de ellas tenemos los siguientes formatos:

- Formato para recolección de datos del ganadero: en el que se tomara datos como nombre del propietario, número de teléfono, localización en coordenadas, número de animales en producción de leche, alimentación, etc.
- Formato para la toma de datos de las vacas que entraran a la investigación: en lo que se levantara los siguientes datos dentro de ello tenemos la identificación del animal, número de partos, ausencia de síntomas durante el examen, antecedentes clínicos, fase de lactación y periodo de seca.
- Formato para ver la higiene del ordeño: en esta encuesta se recolectará la información de la persona o personas que realizan el ordeño para el cual se tendrá en cuenta los siguientes puntos tipo de ordeño, limpieza de manos, ropa exclusiva, utilización de sellante, bioseguridad, limpieza de los utensilios para el ordeño y registro de producción.
- Ficha de registro de datos y resultados: en esta se tomará datos como número de muestra, raza, tipo de ordeño y los resultados del CMT y número de células somáticas por cada cuarto mamario.

### **Criterios de selección, tratamiento de animales y muestreo**

Se trabajó con vacas de la raza Simmental de los ganaderos de la Florida Pomacochas. En este estudio se seleccionaron las comparaciones, de animales pertenecientes a un mismo rebaño, a los que se les diagnosticó mastitis subclínica.

#### • **Criterios de inclusión**

- Vacas de raza Simmental de 1 parto a más partos.
- Vacas que estén en producción de leche.
- Vacas con ordeño manual.
- Alimentación homogénea.

#### ▪ **Criterios de exclusión**

- Vacas que estén recibiendo un tratamiento con antibiótico.
- Vacas que muestran mastitis clínica.

- Vacas en las que se realizó ordeño mecánico.
- Calidad genética de las vacas.
- Vacas que no estén en produciendo leche.

**Figura 3.** Flujograma de actividades



Para la selección de los animales con mastitis subclínica, es necesario diagnosticar al menos a simple vista la mastitis clínica y la presencia anormal de la leche (es decir la presencia de hinchazón, enrojecimiento, coágulos de sangre, leche serosa) que provocan cambios químicos, físicos y habitualmente bacteriológicos en la leche (desde ligeros grumos en la leche hasta coágulos de fibrina en una leche de consistencia acuosa).

Así como cambios en la glándula mamaria (aumento de volumen, aumento de temperatura, presencia de dolor y enrojecimiento) durante el despunte realizado al momento del ordeño, esto contando con la presencia de un veterinario. Para que se separen los casos de mastitis clínica y subclínica y así se utilizaron los datos obtenidos para mastitis subclínica (Hoque, 2020).

Las muestras de leche fueron recolectadas siguiendo las recomendaciones de los estándares del manual del laboratorio mastitis bovina del consejo nacional de mastitis (Hogan et al., 1999). Se recolectaron aproximadamente 15ml de leche antes del ordeño y después de la limpieza externa del pezón con alcohol 70° (alcohol etílico hidratado 70° INPM), haciendo el despunte de cada uno de los pezones del animal que serán secados individualmente con papel toalla.

• **Materiales, equipos y otros:**

- 15 vacas Simmental en producción de láctea: Animales de los productores del distrito de la Florida.
- Reactivo californiana.

- Paleta para CMT.
- Jeringa 20ml.
- Tupos tipo falcon de 15ml.
- Alcohol 70°.
- Gradilla.
- Cooler.
- Gel refrigerante.
- Equipo de laboratorio
- Contador de células DeLaval (DCC)
- 60 casets.
- Equipos de oficina: Lapiceros, libreta de campo, papel A4, computadora portátil e impresora.
- Otros: balde con agua, jabón neutro, papel toalla, sogas, bolsas plásticas.

## **2.6. Análisis de datos**

Los análisis epidemiológicos de incidencia y prevalencia, así como las medidas predictivas de sensibilidad y especificidad fueron analizadas con la librería “epiR” (Stevenson & Sergeant, 2022). Todos los análisis y gráficos aquí presentados fueron realizados en el lenguaje de programación R (R Core Team, 2022).

### III. RESULTADOS

#### Obj. 1: Evaluar la incidencia de mastitis subclínica mediante el recuento de células somáticas, por cuartos mamarios:

A partir de la tabla de resultados de RCS (células/mL) por cuartos mamarios, se realizó una clasificación del grado de mastitis tomando en cuenta los valores de referencia: el contenido de células somáticas según la Norma Técnica Peruana el límite máximo se encuentra  $400 < RCS < 500$  valores superiores a lo establecido van a repercutir en la calidad de la leche (INDECOPI, 2003). Según Mellenberger y Roth, (2000) considera que de 0 -200 000 (Cuarto Sano), 200 000 – 400 000 (Mastitis subclínica), 400 000 – 1 200 000 (Mastitis Subclínica), 1 200 000 – 5 000 000 (Infección Seria), más de 5 000 000 (Infección Seria); y se obtuvo la cantidad de positivos (P) y negativos (N) para la mastitis (Tabla 1). Con la cantidad de positivos y negativos se determinó la incidencia por cuartos mamarios y sus intervalos de confianza al 95 %. La incidencia se define como el número de nuevos casos durante un periodo de tiempo, en este sentido como periodo de tiempo se tomará el del presente estudio, y se determinará la incidencia acumulada (la proporción de individuos sanos que desarrollan la enfermedad a lo largo de un periodo determinado). Los resultados de la incidencia total y para cada cuarto mamario se muestran en la tabla 2.

**Tabla 1**

*Resultados de la prueba RCS por cuartos mamarios*

ID	AD			AI			PD			PI		
	RCS	Clase	Mast.	RCS	Clase	Mast.	RCS	Clase	Mast.	RCS	Clase	Mast.
V1	15000	CS	N	23000	CS	N	3706000	IS°1	P	20000	CS	N
V2	112000	CS	N	40000	CS	N	98000	CS	N	1435000	IS°1	P
V3	27000	CS	N	4000	CS	N	13000	CS	N	12000	CS	N
V4	1417000	IS°1	P	1070000	MS°2	P	2539000	IS°1	P	2430000	IS°1	P
V5	1905000	IS°1	P	216000	MS°1	P	394000	MS°1	P	286000	MS°1	P
V6	3000	CS	N	98000	CS	N	98000	CS	N	3000	CS	N
V7	13000	CS	N	483000	MS°2	P	7000	CS	N	190000	CS	N
V8	8000	CS	N	2000	CS	N	27000	CS	N	1000	CS	N
V9	2000	CS	N	2000	CS	N	4000	CS	N	208000	MS°1	P
V10	7000	CS	N	1000	CS	N	4000	CS	N	502000	MS°2	P
V11	3000	CS	N	16000	CS	N	110000	CS	N	1000	CS	N
V12	571000	MS°2	P	30000	CS	N	0	CS	N	2000	CS	N
V13	3000	CS	N	2000	CS	N	2000	CS	N	286000	MS°1	P
V14	175000	CS	N	286000	MS°1	P	307000	MS°1	P	246000	MS°1	P
V15	175000	CS	N	286000	MS°1	P	307000	MS°1	P	246000	MS°1	P
<b>Total</b>	<b>P= 3 N= 12</b>			<b>P= 5 N= 10</b>			<b>P= 5 N= 10</b>			<b>P= 8 N= 7</b>		

Mast.: mastitis subclínica

**Tabla 2**

*Incidencia acumulada (IA) e intervalos de confianza (IC) al 95%, de la mastitis subclínica durante el periodo de estudio, mediante el método RCS*

Cuarto mamario	IA %	IC al 95%	
		Inferior	Superior
AD	20.00	4.33	48.09
AI	33.33	11.82	61.62
PD	33.33	11.82	61.62
PI	53.33	26.59	78.73
Total	35.00	23.13	48.40

**Obj. 2: Determinar la incidencia de mastitis subclínica mediante el California Mastitis Test (CMT).**

Para determinar la incidencia de mastitis subclínica mediante CMT, se siguió el mismo procedimiento que en el caso anterior. En el caso de esta prueba N= Negativo, °1= Grado 1, °2 = Grado 2, °3 = Grado 3. En la tabla 3 se muestran los resultados del test. Los valores de incidencia acumulada total y por cuarto mamario se muestran en la tabla 4.



**Tabla 3***Resultados de la prueba CMT por cuartos mamarios*

ID	AD		AI		PD		PI	
	CMT	Mast.	CMT	Mast.	CMT	Mast.	CMT	Mast.
V1	N	N	N	N	°2	P	N	N
V2	N	N	N	N	N	N	°2	P
V3	N	N	N	N	N	N	N	N
V4	°3	P	°2	P	°3	P	°2	P
V5	°3	P	N	N	°2	P	°1	P
V6	N	N	N	N	N	N	N	N
V7	N	N	°1	P	N	N	N	N
V8	N	N	N	N	N	N	N	N
V9	°1	P	N	N	N	N	°1	P
V10	N	N	N	N	N	N	N	N
V11	N	N	N	N	N	N	N	N
V12	°1	P	N	N	N	N	N	N
V13	N	N	N	N	N	N	°2	P
V14	°2	P	°2	P	°2	P	°2	P
V15	°2	P	°2	P	°3	P	°2	P
<b>Total</b>	<b>P= 6</b>		<b>P= 4</b>		<b>P= 5</b>		<b>P= 7</b>	
	<b>N= 9</b>		<b>N= 11</b>		<b>N= 10</b>		<b>N= 8</b>	

Según el resultado lo que se observa para cada grado cuando se realiza la adición del reactivo california a la leche, cuando es N= la leche y el reactivo siguen siendo acuosos, °1= con una viscosidad leve a moderada, °2 = con una viscosidad moderada, °3 = Grado 3 aquí la mezcla de la leche con el reactivo casi se solidifican, si se observa un resultado de °1, °2, °3; se considera como positivo (Jaramillo, 2017).

**Tabla 4**

*Incidencia acumulada (IA) e intervalos de confianza (IC) al 95%, de la mastitis subclínica durante el periodo de estudio, mediante el método CMT*

Cuarto mamario	IA %	IC al 95%	
		Inferior	Superior
AD	40.00	16.34	67.71
AI	26.66	7.79	55.10
PD	33.33	11.82	61.62
PI	46.67	21.27	73.41
Total	36.67	24.59	50.10

**Obj. 3: Evaluar la prevalencia de mastitis subclínica por etapa de lactancia**

Con los datos de mastitis subclínica determinados por el estándar oro RCS, se determinó el número de casos positivos (al menos un cuarto mamario infectado) y negativos de para cada etapa de lactancia. Con esta información se determinó la prevalencia, que es la proporción de la población (en este caso basado en la muestra) que presenta la enfermedad en un momento particular. Los resultados de la prevalencia para cada etapa de lactancia se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5**

*Prevalencia e intervalos de confianza (IC) al 95% de la mastitis subclínica por etapa de lactancia, mediante el método RCS*

Etapa	Mastitis		Prevalencia (%)	IC al 95%	
	Positivos	Negativos		Inferior	Superior
1er	3	2	60	14.66	94.72
2do	4	0	100	39.76	100
3er	4	2	66.66	22.28	95.67
Total	11	4	73.33	44.90	92.21

**Obj. 4: Establecer una correlación entre la sensibilidad de las dos pruebas, con relación a las características fenotípicas.**

Para el cálculo de la sensibilidad de la prueba CMT frente al estándar de oro RCS, previamente se elaboraron tablas de contingencia de la mastitis predicha por CMT frente a la mastitis positiva o negativa confirmada por RCS. También se evaluó la especificidad, que es otro valor predictivo importante, ya que se refiere a la probabilidad de que los resultados de una prueba sean negativos si realmente no tiene la enfermedad, por lo que es un parámetro que toma en cuenta los verdaderos negativos. Los valores de sensibilidad y especificidad se determinaron por cuarto mamario y se relacionaron con variables fenotípicas.

En la tabla 6, se muestra el resumen de las características fenotípicas por cuarto mamario, los datos de estas variables fueron obtenidos de las fichas de registro de cada vaca (n= 15). Se calculó el promedio de la edad y número de partos (Nº de partos) y en el resto de variables los valores representan los recuentos. Como se observa en la tabla 6, la única fuente de variación corresponde a la variable fibrosis del pezón ya que en el resto los valores fueron constantes; por este motivo solo se puede analizar la relación entre esta variable con la sensibilidad y especificidad, para lo cual se emplearon correlaciones de Pearson y se realizaron gráficos de dispersión.

**Tabla 6**

*Resumen de características fenotípicas obtenidas en fichas de registro, para cada cuarto mamario (n= 15)*

Cuarto mamario	Edad	Nº de partos	Fibrosis en el pezón	Antecedentes de mastitis	Recibiendo tratamiento	Síntomas durante examen
AI	4,27	3,27	3	1	3	0
AD	4,27	3,27	1	1	3	0
PI	4,27	3,27	0	1	3	0
PD	4,27	3,27	1	1	3	0

En la tabla 7 se muestran los resultados de las tablas de contingencia de los casos positivos y negativos de la prueba CMT frente a los verdaderos positivos y negativos conocidos mediante la prueba RCS, en cada cuarto mamario; también se indican los valores de sensibilidad y especificidad respectivamente. La relación entre la fibrosis del pezón y la sensibilidad fue negativa, esto significa que altos valores en el conteo de fibrosis del pezón disminuye la sensibilidad de la prueba CMT para la detección de mastitis, sin embargo, esta relación no fue significativa (Figura 4 A). Por su parte, la relación entre la fibrosis del pezón con la especificidad fue positiva indicando un aumento en la especificidad al aumentar el conteo de ubres con fibrosis, pero igualmente esta prueba no resultó significativa y el valor de correlación de Pearson fue muy bajo (Figura 4 B).

**Tabla 7**

*Tabla de contingencia de los resultados positivos y negativos de la prueba CMT vs RCS, para cada cuarto mamario y total*

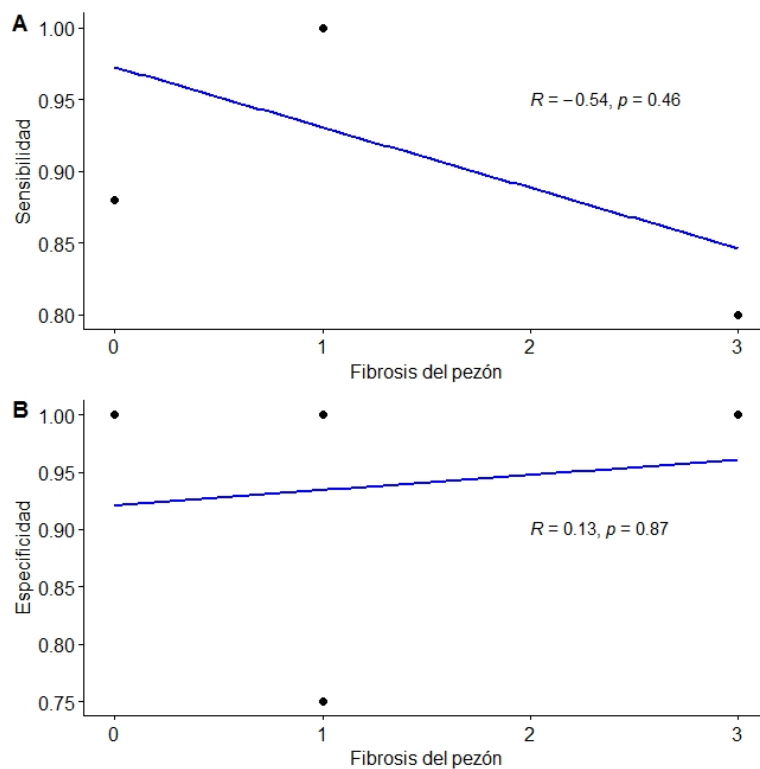
Cuarto mamario	Test	Mastitis (RCS) +	Mastitis (RCS) -	Total	Sensibilidad	Especificidad
AD	CMT	3	3	6		
	+					
	CMT	0	9	9	1,00	0,75
	-					
	Total	3	12	15		
AI	CMT	4	0	4		
	+					
	CMT	1	10	11	0,80	1,00
	-					
	Total	5	10	15		
PD	CMT	5	0	5		
	+					
	CMT	0	10	10	1,00	1,00
	-					
	Total	5	10	15		
PI	CMT	7	0	7		
	+					
	CMT	1	7	8	0,88	1,00
	-					
	Total	8	7	15		
Total	CMT	19	3	22		
	+					
	CMT	2	36	38	0,90	0,92
	-					
	Total	21	39	60		

**Obj. 5: Determinar factores asociados a la mastitis subclínica (factores del hato, condiciones de ordeño, utensilios, etc), mediante formatos de encuestas**

Para este objetivo se proporcionaron los datos sobre la higiene del ordeño (Formato para ver la higiene del ordeño), sin embargo, en estos datos la única fuentes de variación es la variable Limpieza de manos antes de ordeñar; ya que el resto de variables presentaron respuestas únicas, estas son: Procedencia (todas Pomacochas), Raza (todas Simmental), Tipo de ordeño (100% manual), Ropa exclusiva (100% no), Sellante (100% no), Bioseguridad (100% no), limpieza de Equipos y Materiales (100% si) y Registro de producción de leche (100% no). Por lo tanto, la única variable del factor ordeño que puede ser asociada con la mastitis subclínica diagnosticada por RCS, es la Limpieza de manos antes de ordeñar ya que la variable Productor, aunque varía, se corresponde en todos de limpieza de mano Si con VACD y No con JSV (tabla 8).

**Figura 4**

*Relación entre el número de casos con fibrosis de pezón con la sensibilidad (A) y especificidad (B) de la prueba CMT para la detección de mastitis subclínica.  
R: correlación de Pearson*



Para evaluar la asociación de la limpieza de manos con los casos positivos y negativos de mastitis subclínica, se obtuvo una tabla de contingencia con las frecuencias absolutas y relativas, y se procedió a realizar la prueba de independencia chi-cuadrado; sin embargo, debido a que las frecuencias esperadas fueron menores a cinco, fue empleada la prueba exacta de Fisher.

**Tabla 8**

*Factores asociados a la mastitis subclínica (RCS)*

ID	Productor	Limpieza de manos	Mastitis subclínica
V1	JSV	No	Positivo
V2	JSV	No	Positivo
V3	JSV	No	Negativo
V4	JSV	No	Positivo
V5	JSV	No	Positivo
V6	VADC	Si	Negativo
V7	VADC	Si	Positivo
V8	VADC	Si	Negativo
V9	VADC	Si	Positivo
V10	VADC	Si	Positivo
V11	VADC	Si	Negativo
V12	VADC	Si	Positivo
V13	VADC	Si	Positivo
V14	VADC	Si	Positivo
V15	VADC	Si	Positivo

Los resultados muestran una tendencia contradictoria, ya que se obtuvo una mayor frecuencia de casos positivos de mastitis subclínica con la limpieza de manos y de casos negativos con la no limpieza de manos (tabla 9, figura 5); sin embargo, estos resultados no son significativos ( $\chi^2 = 1,6472e-31$ ;  $df = 1$ ;  $P = 1 -$  Prueba Exacta de Fisher,  $P = 1$ ), por lo que no se puede llegar a una conclusión válida sobre la asociación entre estas dos variables.

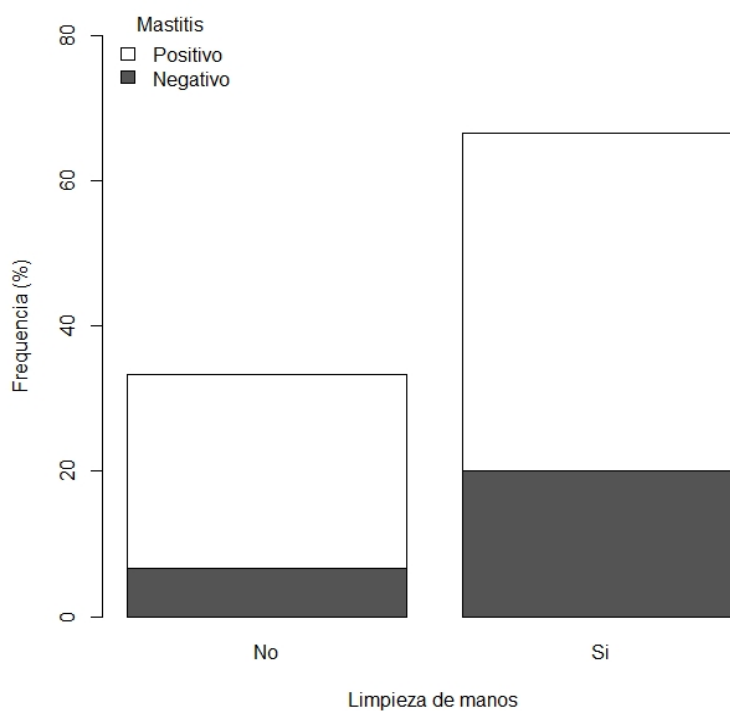
**Tabla 9**

*Frecuencias absolutas (Fa) y relativas (Fr %) de la asociación entre la mastitis subclínica y la limpieza de manos*

Mastitis	Limpieza de manos					
	Si		No		Total	
	Fa	Fr %	Fa	Fr %	Fa	Fr %
Positivo	7	46,67	4	26,67	11	73,34
Negativo	3	20	1	6,67	4	26,67
Total	10	66,67	5	33,34	15	100

**Figura 5**

*Frecuencias relativas (%) de la asociación entre la mastitis subclínica con la limpieza de manos*



#### IV. DISCUSIÓN

La presente investigación, estuvo orientada a la realización del diagnóstico de mastitis subclínica mediante el RCS y CMT en el distrito de la Florida Pomacochas; para tal fin, se generó el desarrollo de cinco objetivos específicos, los cuáles, fueron medidos a través de los datos y hallazgos observados en el apartado anterior, relacionado al análisis estadístico de los resultados, y serán discutidos, brevemente y del modo más preciso y esquemático posible en la siguiente discusión:

Primeramente, en lo concerniente al objetivo de: Evaluar la incidencia de mastitis subclínica mediante el recuento de células somáticas, por cuartos mamarios. Vale que se recuerde, antes que nada, que la incidencia se trató como el número de nuevos casos durante un período de tiempo, en este sentido como periodo de tiempo se tomó el delimitado en el presente estudio, habiéndose así, determinado, la incidencia acumulada (la proporción de individuos sanos que desarrollan la enfermedad a lo largo de un periodo determinado).

En dicho sentido, habiendo hecho el análisis por cuarto mamario se halló una prevalencia acumulada de la mastitis subclínica durante el periodo de estudio, mediante el método de RCS, en promedio, del 35% la cual es mucho menor a las reportadas por Atajo, (2019), el cual realizó un RCS en vacas de la provincia de Melgar Arequipa, hallando 25.28% de MSC. Cabe mencionar que la prevalencia encontrada fue mucho menor que otros estudios realizados en Etiopia con prevalencias de 59% Abebe et al, (2016) ; Tsegaye et al, (2019), posiblemente a que en dichos estudios se utilizaron un mayor número de animales. Por otro lado, Calderón y Rodríguez, (2018) en fincas de Bogotá ubicadas a 2500 m.s.n.m encontraron una prevalencia de 34.4% de MSC en vacas ordeñadas manual y mecánicamente.

Mientras que, en cuanto al objetivo de: Determinar la incidencia de mastitis subclínica mediante el California Mastitis Test (CMT), se halló, con los mismos parámetros de muestreo y tiempo de estudio y también realizando el análisis, por cuarto mamario, de una incidencia acumulada, en promedio para todos los



cuartos mamarios, del 36.67%, si se puede observar, bastante cercano al arrojado por el RCS, el cual, ha sido hasta ahora, el estándar de oro, como prueba diagnóstica para esta patología. Sin embargo, cabe destacar, que el margen de diferencia no es significativo, pues apenas alcanza un 1,6%, lo cual más bien, permite hablar de la prueba de CMT como un buen método confirmatorio. Vale a este hecho destacar, que tales hallazgos concuerdan con la investigación realizada en la Florida Pomacochas por Wigoberto et al, (2019) quienes lograron apreciar la prevalencia de MSC según el método DCC del 52% y con CMT del 51% sin diferencia significativa.

Con respecto al objetivo correspondiente a: Evaluar la prevalencia de mastitis subclínica por etapa de lactancia; tal y como se observa en el análisis estadístico, con los datos de mastitis subclínica determinados por el estándar oro RCS, se determinó el número de casos positivos (al menos un cuarto mamario infectado) y negativos para cada etapa de lactancia. Existe un incremento de RCS en las primeras y últimas semanas de lactancia, en lo cual distintos autores postulan que sería provocado por una mayor o menor dilución, asociada a las variaciones que experimenta la producción durante la lactancia Azócar, (2001). También, el aumento en las infecciones intramamarias juega un papel importante en esta curva, ya que animales bacteriológicamente negativos no presentarían un aumento notorio de células somáticas Laevens et al, (1997), en el presente estudio se encontró una prevalencia de MSC del 100% en la segunda etapa mayor a los resultados obtenidos por Bonifaz y Conlago, (2016) 28% esto se debe a que ellos en el estudio que realizaron utilizaron un mayor número de animales e hicieron el muestreo de leche en dos etapas y se puede considerar que el estudio fue un poco más exacto en comparación a los resultados obtenidos en la presente investigación.

Con esta información se determinó la prevalencia, que, en el caso de este estudio, se trató de la proporción de la población (en este caso, por supuesto, basado en la muestra) que presenta la enfermedad en un momento particular. Observándose entonces, que, en algún momento del estudio, de las 15 vacas analizadas, un total de 11 tuvieron mastitis subclínica positiva al menos en una de las etapas y al menos en un cuarto mamario, generando una prevalencia del 73.33%, lo cual

permite confirmar la hipótesis de que más del 50% de la población analizada, presenta o presentó mastitis subclínica. Vale mencionar, que estos resultados no coinciden con los de Santamaria (2020), donde se determinó una prevalencia de  $29.05 \pm 6.14\%$  (61/210) y cuyo autor concluía en que hay una prevalencia moderada de MSC bovina en la provincia de Lambayeque.

Ahora bien, en cuanto al objetivo de: Establecer una correlación entre la sensibilidad de las dos pruebas, con relación a las características fenotípicas; como ya se describió; para el cálculo de la sensibilidad de la prueba CMT frente al estándar de oro RCS, previamente se elaboraron tablas de contingencia de la mastitis predicha por CMT frente a la mastitis positiva o negativa confirmada por RCS. El CMT fue eficiente en discriminación del RCS con una sensibilidad de 100% y una especificidad del 75% lo cual discrepa con los hallazgos por García y Monzón, (2018) en cuanto a la sensibilidad ya que el CMT mostro un valor del 69.2% menor a lo encontrado, por otro lado, la especificidad fue del 71% cercano a lo que se obtuvo.

También se evaluó la especificidad, que es otro valor predictivo importante, ya que, tal y como se ha mencionado; se refiere a la probabilidad de que los resultados de una prueba sean negativos si realmente no tiene la enfermedad, por lo que es un parámetro que toma en cuenta los verdaderos negativos. Es bueno recordar nuevamente, que los valores de sensibilidad y especificidad se determinaron por cuarto mamario y se relacionaron con variables fenotípicas, tales como: la relación entre la fibrosis del pezón y la sensibilidad, la cual resultó negativa, esto significa que altos valores en el conteo de fibrosis del pezón disminuye la sensibilidad de la prueba CMT para la detección de mastitis, sin embargo esta relación no fue significativa estadísticamente, tal y como se observó en el gráfico pertinente.

Por su parte, la relación entre la fibrosis del pezón con la especificidad fue positiva indicando un aumento en la especificidad al aumentar el conteo de ubres con fibrosis, pero igualmente esta prueba no resultó significativa y el valor de correlación de Pearson fue muy bajo, quizás debido, probablemente a la proporción de la muestra analizada. El rango de variación en sensibilidad y

especificidad en el presente estudio fue de 0.90 a 0.92, mientras que en otras investigaciones de Signorini et al, (2008) fue de 0.5 a 0.95 respectivamente, por otro lado, en el ensayo de Carpenter y Gardner (1996) la variación fue de 0.85 y 1.00. Por la cercanía en los resultados con estos autores, se observó una relación inversa entre la sensibilidad y especificidad de la prueba diagnóstica y la fibrosis del pezón.

Finalmente, al abordar el objetivo correspondiente a: Determinar factores asociados a la mastitis subclínica (factores del hato, condiciones de ordeño, utensilios, etc), mediante formatos de encuestas; sobre los datos previamente descritos, relacionados con la higiene del ordeño, la única fuente de variación realmente válida o significativa es la variable: Limpieza de manos antes de ordeñar; ya que el resto de variables presentaron respuestas únicas, tal y como se describió en el análisis previo.

Por lo tanto, la única variable del factor ordeño que puede ser asociada con la mastitis subclínica diagnosticada por RCS, es la Limpieza de manos antes de ordeñar ya que la variable Productor, aunque varía, se corresponde en todos de limpieza de mano Si con VACD y No con JSV, para este resultado, como se ha podido demostrar en el análisis, los resultados muestran una tendencia contradictoria, ya que se obtuvo una mayor frecuencia de casos positivos de mastitis subclínica con la limpieza de manos y de casos negativos con la NO limpieza de manos, sin embargo, como se mencionó: estos resultados no son significativos desde el punto de vista estadístico, por lo que no se puede llegar a una conclusión válida sobre la asociación entre estas dos variables. Dicho resultado es refutado por Ramírez et al, (2014) quienes encontraron que la falta de higiene del ordeñador, constituyeron factores fundamentales para el desarrollo de un porcentaje relativamente alto de vacas y cuartos afectados de mastitis subclínica.

## V. CONCLUSIONES

Se logró realizar el diagnóstico de mastitis subclínica mediante el recuento de células somáticas y CMT en el distrito de la Florida Pomacochas de una muestra de 15 vacas Simmental de los ganaderos en Florida Pomacochas en cuyo estudio se seleccionaron las comparaciones, de animales pertenecientes a un mismo rebaño con los criterios de inclusión ya definidos, pero vale acotar que dicha muestra, no es estadísticamente significativa en proporción a la población del total de vacas del rebaño. Sin embargo, el muestreo se realizó con todo el cuidado de respetar los criterios de inclusión.

Se evidenció una alta prevalencia de mastitis subclínica aguda en la muestra estudiada (superior a un 50% del total de la muestra), de alrededor de 73%. Con una prevalencia acumulada por cuartos mamarios, que no arrojó diferencias significativas entre los dos tipos de métodos de diagnóstico (RCS y CMT).

Las características fenotípicas correlacionadas con la especificidad y sensibilidad de las pruebas diagnósticas, arrojaron relación negativa con la sensibilidad y positiva con la especificidad, pero no con cifras estadísticamente significativas.

No hubo variaciones determinantes en cuanto a las condiciones de ordeño, puesto que las condiciones fueron homogéneas (sin posibles patrones de comparación o contraste). Salvo en la variable del lavado de manos, el cual, resultó estar relacionado negativamente con los casos positivos, o no tener relación entre esta variable y los casos detectados.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se sugiere, en esta y otras poblaciones (rebaños), realizar estudios más profundos, que permitan un mayor tamizaje, es decir, la detección de esta enfermedad en distintas fases, y de ser posible recoger datos cualitativos y cuantitativos con distintos patrones o criterios.

Se recomienda la estandarización del *California Mastitis Test* con el fin de categorizar entre las vacas sanas y afectadas, ya que resulta un método bastante sensible y por tanto confiable.

Finalmente, se sugiere el tratar de manera adecuada los casos diagnosticados con mastitis subclínica ordeñando y aplicando el antibiótico correcto y específico para los microorganismos causantes de este tipo de mastitis en los animales objeto de este estudio.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [NMC] National Mastitis Council. (2016). Glossary of terms [Internet]. Available in: <http://www.nmconline.org/wp-content/uploads/2016/08/Glossaryof-Terms.pdf>
- Abebe R, Hatiya, Megersa B, Asmare K. (2016). *Bovine mastitis: prevalence, risk factors and isolation of Staphylococcus aureus in dairy herds at Hawassa milk shed, South Ethiopia*. BMC Vet Res 12: 1-11. doi: 10.1186/s12917-016-0905-3
- Agresti, A. Categorical Data Analysis. (Wiley, 1990). ISBN: 978-0-470-46363.
- Aguilar AA, Bañuelos PJ, Pimienta BE, et al. (2014). Prevalencia de mastitis subclínica en la región ciénega del estado de jalisco. AbanicoVet.4(1):24-31.
- Alva F. (2013). Prevalencia de mastitis subclínica bovina mediante la prueba de California Mastitis Test, en el distrito de Calzada - Alto Mayo, provincia Moyobamba 2012. [Tesis para optar el título de Médico Veterinario] Lambayeque: Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Anderson, M. J. (2005). PERMANOVA: Permutational multivariate analysis of variance. Austral Ecol., <https://doi.org/10.1139/cjfas-58-3-626>
- Atajo H. (2019). Prevalencia de la mastitis subclínica en vacas a partir del recuento de células somáticas en el distrito de Cupi-Melgar. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional del Altiplano. 69 p.

- Azócar, J.E. (2001). Prevalencia, incidencia y etiología de mastitis en un centro de acopio lechero, comuna de María Pinto, Región Metropolitana. Memoria de Titulo, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile.
- Bach, K. D., Sipka, A., & McArt, J. A. A. (2019). Case study: Evaluating quarter and composite milk sampling for detection of subclinical intramammary infections in dairy cattle. *Prev Vet Med*, 163, 51-57. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.12.013>
- Bonifaz, N. & Congalo, F. (2016). Prevalence and incidence of bovine mastitis by etiologic agent identification in California mastitis test at paquiestancia, Ecuador, LA GRANJA. *Revista de Ciencias de la Vida*, vol. 24, núm. 2, pp. 43-52
- Bray, J. R. & Curtis, J. T. (1957). An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27, 325–349.
- Calderón A, Rodríguez V. (2008). Prevalencia de mastites bovina e sua etiologia infecciosa nos sistemas especializados na produção de leite no altiplano cundiboyacense (Colombia). *Rev Colomb Cienc Pec* 21: 582-589.
- Carpenter, T.E. & Gardner, I.A. 1996. Simulation modeling to determine herd-level predictive values and sensitivity based on individual-animal test sensitivity and specificity and sample size. *Preventive Veterinary Medicine*, 27:57-66.
- Chengolova, Z., Ivanov, Y., & Grigorova, G. (2021). The relationship of bovine milk somatic cell count to neutrophil level in samples of cow's milk assessed by an automatic cell counter. *Journal of Dairy Research*, 88(3), 330-333. doi:10.1017/S0022029921000534

Coronel D, Espinosa M. (2017). Prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino lechero de la zona occidental de la provincia del Azuay. Disponible en:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26224/4/Tesis.pdf.pdf>

Dingwell, R. T., Leslie, K. E., Schukken, Y. H., Sargeant, J. M., & Timms, L. L. (2003). Evaluation of the California mastitis test to detect an intramammary infection with a major pathogen in early lactation dairy cows. *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*, 44(5), 413–415.

Escobar E. Mercado C. (2018) Determinacion de mastitis subclinica mediante la prueba Mastitis california test (cmt) y la correlación del Periodo de lactancia del animal con los cuartos Mamarios afectados en bovinos (bos indicus y cruces) de Empresas ganaderas en el municipio de since-sucre. Universidad de Sucre Facultad de Ciencias Agropecuarias Programa de Zootecnia Sincelejo.

Garcia, LF. & Monzón, R. (2018) Diagnosis of subclinic mastitis in dairy cattle through somatic cell counts using two diagnostic methods. *Revista Científica*, vol. XXVIII, núm. 2, pp. 129-135

Guerrero, A. (2017). Prevalencia de mastitis clínica y subclínica en los establos lecheros de la universidad nacional agraria la molina periodo 2012- 2016. Tesis Maestro Magister Scientiae de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Pp. 50-66

Hachana Y, ZnaidI A. & M’Hamdi N. (2018). Effect of somatic cell count on milk composition and mozzarella cheese quality. *Acta Alimentaria*, Vol. 47 (1), 88–96. DOI: 10.1556/066.2018.47.1.11



- Heikkilä AM, Liski E, Pyörälä S, Taponen S. (2018). Pathogen-specific production losses in bovine mastitis. *J Dairy Sci* 101:9493-9504. doi: 10.3168/jds.2018-14824
- Henry Armando Jurado Gámez, Carlo Eugenio Solarte Portilla, Álvaro Javier Burgos Arcos, Aldemar González Rodríguez, Carol Rosero-Galindo. (2020). Relación entre la calidad composicional y sanitaria de la leche de bovinos Holstein del trópico alto de Nariño. *Rev Mex Cienc Pecu* (2): 421-434
- Hogan, J. S., Gonzalez, R. N., Harmon, R. J., N. S. & Oliver S. P., P. J. and S. K. NMC (1999) Laboratory handbook on bovine mastitis. Rev. ed. (National Mastitis Council Inc, 1999).
- Hoque MN, Istiaq A, Clement RA, Gibson KM, Saha O, Islam OK, Abir RA, Sultana M, Siddiki AZ, Crandall KA and Hossain MA. (2020). Insights Into the Resistome of Bovine Clinical Mastitis Microbiome, a Key Factor in Disease Complication. *Front. Microbiol.* 11:860. doi: 10.3389/fmicb.2020.00860
- INDECOPI. (2003). Norma Técnica Peruana, leche y productos lácteos. In Comisión Reglamentos Tecnicos y Comerciales.
- Jadhav, P. V., Das, D. N., Suresh, K. P., & Shome, B. R. (2018). Threshold somatic cell count for delineation of subclinical mastitis cases. *Vet World*, 11(6), 789-793. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.789-793>
- Jaramillo, M. (2007) Células somáticas en la leche. [en línea]. Medellín: Asistencia Técnica Colanta, [citado 18 enero 2010]. Disponible en: <http://www.colanta.com.co/agromas/?id=news &item=25&news=4>

- José A. Ferronato, Thaís C. Ferronato, Marla Schneider, Lindomar F. Pessoa, Maiara G. Blagitz, Marcos B. Heinemann, Alice M. M. P. Della Libera & Fernando N. Souza. (2018). Diagnosing mastitis in early lactation: use of Somaticell®, California mastitis test and somatic cell count, *Italian Journal of Animal Science*, 17:3, 723-729, DOI: 10.1080/1828051X.2018.1426394
- Kandeel, S. A., Megahed, A. A., Ebeid, M. H., & Constable, P. D. (2019). Ability of milk pH to predict subclinical mastitis and intramammary infection in quarters from lactating dairy cattle. *J Dairy Sci*, 102(2), 1417-1427. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14993>
- Kiala B. Sebastinoa, Héctor Uribeb, Humberto H. González.(2020). Effect of test year, parity number and days in milk on somatic cell count in dairy cows of Los Ríos region in Chile. *Austral J Vet Sci* (52), 1-7
- Laevens H, H Deluyker, Y Schukken, L De Meulemeester, R Vandermeersch, E De Muelenaere, A De Kruif. 1997. Influence of parity and stage of lactation on the somatic cell count in bacteriologically negative Dairy cows. *J Dairy Sci* 80, 3219-3226.
- Malik TA, Mohini M, Mir SH, Ganaie BA, Singh D, Varun TK, Howal S, Thakur S (2018). Somatic cells in relation to udder health and milk quality-a review. *J. Anim. Health Prod.* 6(1): 18-26. ISSN | 2308-2801. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.jahp/2018/6.1.18.26>
- Manual of Clinical Microbiology, 10th Edition, <https://doi.org/10.1128/9781555816728> (American Society of Microbiology, 2011).
- Mellenberger R, Roth C. (2000). Hoja de información de la prueba de mastitis californiana (CMT). Universidad de Wisconsin-Madison. Available in: <https://milkquality.wisc.edu>

Moradi, M., Omer, A.K., Razavi, R., Valipour, S., Guimarães, J.T. (2020). The relationship between milk somatic cell count and cheese production, quality and safety: A review, *International Dairy Journal*, <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104884>

National Mastitis Council (NMC). (2017). *Laboratory Handbook on Bovine Mastitis*. 3rd ed (New Prague, MN, USA: National Mastitis Council).

Pastor J, Bedolla J. (2018). Determinación de la prevalencia de mastitis bovina en el municipio de Tarimbaro, Michoacán, mediante la prueba de California. *Revista electrónica de veterinaria (REDVET)*. 09(10):1695-7504. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008/101004.pdf>

Peña, C. (2017). Prevalencia de Mastitis Subclínica en vacas lactantes usando la prueba de California Mastitis Test en el Distrito de Canchaque – Provincia de Huancabamba Año 2016. Tesis de Médico Veterinario de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gall

R Core Team (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

Ramírez N, Keefe G, Dohoo I, Sánchez J, Arroyave O, Cerón J, Jaramillo M, Palacio LG. (2014). Herd-and cow-level risk factors associated with subclinical mastitis in dairy farms from the High Plains of the northern Antioquia, Colombia. *J Dairy Sci*. 97(7): 4141-4150. Doi: 10.3168/jds.2013-6815.

- Reyes E.; Argüello J. (2016) Estudio comparativo entre los métodos diagnósticos para mastitis subclínicas, California Test y DRAMINSKI 4Q en vacas Jersey, Diriamba Carazo, Agosto-Octubre, 2015. Universidad Nacional Agraria Facultad de Ciencia Animal. Nicaragua.
- Santa cruz, J. (2017). Prevalencia de mastitis subclínica mediante la prueba de california mastitis test y relación con el número de partos y los cuartos mamarios afectados en bovinos (bos taurus) en el distrito Pulán, provincia de Santa Cruz, 2016. Tesis de Médico Veterinario de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Pág.70 -72
- Santamaria, R (2020). Prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino (bos taurus) mediante la prueba california mastitis test en el distrito de Pacora, Provincia de Lambayeque, marzo - agosto 2018, Tesis de Médico Veterinario de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Salas R, Castillo EB, Oliva M. (2016). Dinámica multitemporal de índices de deforestación en el distrito de Florida, departamento de Amazonas, Perú. INDES 2: 18-27. doi: 10.25127/indes.20142.59
- Signorini, M.L.; Canavesio, V.R.; Neder, V.E.; Molineri, A.I.; Vitulich, C.A.; Tarabla, H.D.; Calvino, L.F. (2008). Valores predictivos y sensibilidad a nivel de rodeo de mastitis a partir de las características de las pruebas diagnósticas individuales y el tamaño del muestreo InVet, vol. 10, núm. 2, pp. 91-102
- Stevenson, M. & E. Sergeant (2022). epiR: Tools for the Analysis of Epidemiological Data. R package version 2.0.46. <https://CRAN.R-project.org/package=epiR>

- Sumon, S. M. M. R., Parvin, M. S., Ehsan, M. A., & Islam, M. T. (2020). Relationship between somatic cell counts and subclinical mastitis in lactating dairy cows. *Vet World*, 13(8), 1709-1713. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1709-1713>
- Susana Nori de Macedo; Juliano Leonel Gonçalves; Cristina Simões Cortinhas; Renata de Freitas Leite; Marcos Veiga dos Santos. (2018). Effect of somatic cell count on composition and hygiene indicators of bulk tank milk. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, São Paulo (55): 1-11, 2018 DOI: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2018.133413
- Tsegaye B, Fayera T, Muktar Y. (2019). Risk factors for bovine mastitis with the isolation and identification of *Streptococcus agalactiae* from farms in and around Haramaya district, eastern Ethiopia. *Trop Anim Health Prod* 51: 1507-1513. doi: 10.1007/s11250-019- 01838-w
- Wigoberto Alvarado C., Jhony González M., Carlos Quilcate P., José Saucedo U., Joseph Bardales D. (2019). Factors of prevalence of subclinical mastitis in dairy cows in the district of Florida, Amazonas Region, Peru. *SciELO*.

## ANEXOS

### ANEXO N° 01. Aplicación de CMT



### ANEXO N° 02. RCS en el Laboratorio de Enfermedades Infecciosas y Parasitarias de Animales Domésticos de la UNTRM – A



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS		<b>"DIAGNÓSTICO DE MASTITIS SUBLÍNICA MEDIANTE RECUENTO DE CELULAS SOMÁTICAS Y CMT EN VACAS SIMMENTAL, DISTRITO DE FLORIDA POMACOCHAS"</b>				IGBI	LABORATORIO DE FISIOLÓGIA MOLECULAR			
Tesisista: Zoila Esperanza Bovadilla Valqui										
Asesores: M.Sc. Nilton Luis Murga Valderama y Dr. Rainer Marco López Lapa										
FICHA DE REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS CMT - RCS										
<b>UBRE DE LA VACA</b> 				PROPIETARIO		Jose Simeon Vasquez Florez				
				DIRECCIÓN - CELULAR		San Lorenzo - 961377419				
				FECHA		8/11/2021				
VACA	Disposición de los pezones en la ubre	Identificación de la muestra		T° del pezón	Condición de pezones (Fibrosis en el pezón)	CMT (Test Mastitis California)	RCS (Recuento de células somáticas)			
		FCS	Microbiología ADN							
<b>Fanny (V2)</b>	AI (C)	V2C	V2C		NF	N	40/ µL			
	AD (A)	V2A	V2A		NF	N	112/ µL			
	PI (D)	V2D	V2D		NF	°2	1435/ µL			
	PD (B)	V2B	V2B		NF	N	98/ µL			
Etapa de lactación (Inicio (1°), medio (2°) y final (3°)).		3er (7 meses)		Tipo de ordeño		Manual	x	Antecedente clínico (recibiendo un tratamiento con antibiótico)	No	
						Mecánico				
Fecha / N° de parto		15 - 05 - 2021 / 6		Antecedentes de mastitis		Si		Presentar algún síntoma durante el examen	Si	
						No	x		No	



**Nota 01:** Condición del pezón F: Fibrosis NF: No presenta fibrosis.

**Nota 02:** Interpretación de resultados de la prueba CMT (California Mastitis Test)  
 N: Negativo, °1= Grado 1, °2 = Grado 2, °3 = Grado 3, si se observa un resultado de °1, °2, °3; se considera como positivo.  
 T°: temperatura.

**Nota 03:** 0 -200 000 (Cuarto Sano), 200 000 – 400 000 (Mastitis subclínica), 400 000 – 1 200 000 (Mastitis Subclínica), 1 200 000 – 5 000 000 (Infección Seria), más de 5 000 000 (Infección Seria)

CS = Cuarto Sano, MS°1 = Mastitis subclínica, MS°2 = Mastitis subclínica, IS°1 = Infección Seria, IS°2 = Infección Seria

**ANEXO N° 03.** Formato para recolección de datos del ganadero

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS</p>	 <p>IGBI INSTITUTO GANADERO INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICO</p>
<p><b>“DIAGNÓSTICO DE MASTITIS SUBCLÍNICA MEDIANTE EL RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y CMT EN VACAS SIMMENTAL, DISTRITO DE FLORIDA POMACOCHAS”</b></p> <p>Tesista: Zoila Esperanza Bovadilla Valqui</p> <p>Asesores: M.Sc. Nilton Luis Murga Valderrama y Dr. Rainer Marco López Lapa</p>	
<p><b>Formato para la recolección de datos de los ganaderos</b></p>	
Nombre de la ganadería	
Propietario/a	
Numero de teléfono	
Dirección	
Localización en coordenadas	
Altitud	
Raza	
Número de vacas	
Tipo de crianza	
Alimentación	
Producción total	

