

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



**TESIS:**

**Evaluación del recuento de células somáticas en leche cruda bovina  
en época de lluvia - Microcuenca Allpachaca, Ayacucho 2018**

Para optar el título profesional de:

**MÉDICO VETERINARIO**

PRESENTADO POR:

**Bach. David ACORI FLORES**

ASESORA:

**Mtra. Gloria Betti ADRIANZÉN FACUNDO**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

***Con todo el amor y gratitud en mi corazón:***

*Dedico mi tesis a mis seres queridos, cuyo apoyo incondicional ha sido fundamental para alcanzar este logro. Su comprensión a lo largo de mi vida me ha brindado protección y me ha guiado hacia el camino del bien. Por ello, ofrezco este trabajo como un gesto de agradecimiento por su infinita paciencia.*

***A mi padre y mi madre:***

*Cuyos consejos iluminan mi camino y me inspiran a seguir adelante con mis proyectos.*

***A mis hermanos:***

*Quienes han sido una motivación constante para nunca rendirme en mis estudios y convertirme en una persona de bien en este mundo.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Expreso mi profundo agradecimiento al proyecto Fondo de desarrollo socioeconómico de Camisea (FOCAN) por brindarme la oportunidad de llevar a cabo esta investigación.*

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesora, la Mtra Gloria Betti Adrianzén Facundo, por su paciencia y empatía, lo cual fue fundamental para poder concluir este trabajo de tesis. Agradezco a mi coasesora, la Mtra Hinostroza Palomino, Sulma Soledad, por su comprensión y su apoyo incondicional a lo largo de todo el proyecto.*

*Y también quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que, de una forma u otra, me brindaron su apoyo durante la realización de este trabajo.*

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	viii
RESUMEN .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I .....	3
MARCO TEÓRICO .....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.1.1 Internacionales.....	3
2.1.1 Nacionales.....	3
3.1.1 Locales.....	7
1.2. Leche .....	8
1.3. Composición físico - química de la leche.....	8
1.4. Calidad de la leche.....	9
1.4.1. Definición de calidad de la leche.....	9
1.4.2. Leche de calidad.....	9
1.4.3. Indicadores de calidad de leche.....	9
1.5. Factores de defensa celular y humoral de la leche.....	10
1.5.1. Leucocitos neutrófilos polimorfo nucleares: .....	11
1.5.2. Linfocitos: .....	11
1.6. Células somáticas.....	12
1.6.1. Función de las células somáticas.....	13

1.6.2.	<i>Recuento de células somáticas.</i>	13
1.6.3.	<i>Importancia del recuento de células somáticas.</i>	14
1.6.4.	<i>Causas de un recuento de células somáticas elevado.</i>	16
1.6.5.	<i>Recuento de células somáticas a nivel de hato.</i>	18
1.6.6.	<i>Recuento de células somáticas de una vaca individual.</i>	19
1.6.7.	<i>Métodos para realizar el recuento de células somáticas.</i>	20
CAPÍTULO II		27
METODOLOGÍA		27
2.1.	Ubicación.	27
2.2.	Materiales de campo.	27
2.3.	Materiales de laboratorio.	27
2.4.	Equipos.	28
2.5.	Procedimiento.	28
CAPITULO III		31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		31
CONCLUSIONES.		36
RECOMENDACIONES		37
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA		38
ANEXOS		45

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
3.1 Media general de células somáticas (cel/ml) de la leche cruda bovina.....	32
3.2 Media general de células somáticas (cel/ml) de la leche cruda bovina por mes ...	32
3.3 Recuento de células somáticas (cel/ml) y su cumplimiento con la NTP.....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 3.1: Media general de células somáticas por comunidad. ....	32
Figura 3.2: Media general de células somáticas por mes. ....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1:</b> Análisis de los parámetros de las células somáticas de las comunidades de Tambocucho, Llachocmayoc y Manzanayoc.....	45
<b>Anexo 2:</b> Recuento de células somáticas de los productores de las comunidades de Tambocucho, Llachocmayoc y Manzanayoc.....	46
<b>Anexo 3:</b> Descripción secuencial de la toma de muestra en el campo y el análisis en el laboratorio.....	54
<b>Anexo 4:</b> Fotografías de la toma de muestras y su análisis en el laboratorio.....	55

## RESUMEN

Las células somáticas corresponden al componente de células blancas propias del organismo de la vaca que le sirven como defensa contra organismos patógenos. La determinación de este contenido celular en la leche, es el medio de diagnóstico más importante para calificar el estado de salud de la ubre y calidad de la leche. El objetivo fue evaluar el recuento de células somáticas (RCS) como indicador de la calidad sanitaria de leche en tres comunidades de la Microcuenca de Allpachaca - Mansanallocc, Llachocmayocc y Tambocucho, de la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. Se evaluaron 92 muestras durante cuatro meses (octubre a enero) en la época de lluvia, la recolección de las muestras se realizó en horas de la mañana y directamente de los porongos de ordeño, las cuales fueron conservadas para su traslado al laboratorio en tubos falcons esterilizados de 50 ml. El análisis laboratorial comprendió la evaluación del contenido celular (cél/ml) en leche mediante la técnica de microscopia por fluorescencia (LactiCyte), para luego ser comparados con la Norma Técnica Peruana (NTP). Se halló que el valor promedio de células somáticas en la comunidad de Manzanayocc fue de 389 200.00 cél/ml., 384 684.21 cél/ml., en la comunidad de Llachocmayocc y 593 333.33 cél/ml., en la comunidad de Tambocucho. El promedio de células somáticas en los meses de octubre – enero fueron de 496695.65 cel/ml, 337478.26 cel/ml, 398173.91 cel/ml y 426761.90 cel/ml que se encuentran por debajo de los parámetros establecidos en la norma técnica peruana siendo está una leche de calidad higiénica aceptable.

*Palabras clave:* células somáticas en leche cruda bovina, técnica de microscopia por fluorescencia, norma técnica peruana.

## INTRODUCCIÓN

A partir de la década de los años 60, comenzaron una serie de investigaciones que finalmente demostraron científicamente que, en las vacas, la respuesta inflamatoria de la glándula mamaria posiblemente es calculable en términos del aumento en el número de células somáticas. Esto llevó a la implementación de legislaciones que prohibieron el uso de leche con más de 500 mil células somáticas por mililitro para la producción de productos lácteos en esta especie (Smith, 2000).

El recuento de células somáticas en muestras de leche es un procedimiento rápido y sencilla de hacer. Se ha hecho una herramienta común en muchos países debido a su velocidad y relativa facilidad de implementación. Un aumento en el número de células somáticas indica un alto nivel de inflamación de la ubre y en consecuencia, una baja en la calidad de la leche.

Los procedimientos más comúnmente usados para detectar la mastitis subclínica se encuentran la Prueba de California para Mastitis (CMT), la Prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT), y la Cuenta Microscópica de Células Somáticas (CMCS). Además, se han desarrollado métodos más modernos que son rápidos y efectivos, como los contadores electrónicos, que incluyen el Fosomatic (CE), el contador electrónico Lacticyte y el contador electrónico DeLaval Cell Counter (DCC).

La comercialización de leche en los Andes peruanos es una actividad importante para los habitantes de los valles interandinos. No obstante, uno de los desafíos que enfrentan es la presencia de la mastitis, la cual ocasiona una reducción tanto en la calidad como en la cantidad de leche, resultando en pérdidas económicas significativas. En consecuencia, se propuso la siguiente investigación con los siguientes objetivos:

Objetivo general.

- Evaluar la calidad sanitaria de la leche cruda bovina en la época de lluvia de las comunidades de Tambocucho, Manzanayocc y Llachoccmayocc.

Objetivos específicos.

- Determinar el recuento de células somáticas de la leche cruda bovina en la época de lluvia en las comunidades de Tambocucho, Manzanayocc y Llachoccmayocc.
- Determinar el recuento de células somáticas de la leche cruda bovina en la época de lluvia y evaluar si cumple con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP 202.001.2016).

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Antecedentes.**

##### **1.1.1 Internacionales.**

Kutscher (1998) en su investigación, se analizó el contenido de células somáticas en el calostro mediante un esquema de muestreo cotidiano desde el primer día después del nacimiento hasta el séptimo día. Para ello, se recolectaron muestras de la ordeña íntegra de 10 vacas Holando-frisonas sin problemas clínicos aparentes, localizadas en la finca Vista Alegre de la Universidad Austral de Chile, durante los meses de junio a agosto de 1996. Las muestras se examinaron utilizando un sistema de Recuento Microscópico Directo (RMD) y Recuento Celular Electrónico de Partículas (RCE). Se identificaron las tendencias en los valores obtenidos por ambos procedimientos a lo largo de la primera semana de lactancia. También se realizaron análisis de varianza para comparar los distintos días y análisis de correlación entre ambos sistemas. El coeficiente de correlación global entre los métodos fue de 0,05, pero al excluir los datos del primer día post-parto, la correlación mejoró notablemente a 0,95 ( $p < 0,05$ ). Se observó que las tendencias en el recuento de células somáticas disminuían conforme avanzaba la lactancia. A partir de estos resultados, se concluye que, según los métodos aplicados en este estudio, el contenido celular en el calostro decrece conforme avanza la lactancia, adoptando las características propias de la leche.

##### **2.1.1 Nacionales.**

Gutiérrez (2016) la investigación se centró en evaluar el buen estado de la leche cruda recogida de recipientes de enfriamiento de una compañía lechera de Perú desde junio de 2012 hasta junio de 2014. El estudio tuvo como propósito estudiar el Recuento de

Células Somáticas (RCS) y las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en la leche fresca, como parámetros composicional y buen estado de la leche. Se recopiló un total de 3531 resultados tanto para el RCS como para las UFC, originarios de ocho localidades de la cuenca sur de Perú. Respecto al Recuento de Células Somáticas, la normativa peruana (NTP 202.001) establece que los resultados aprobados deben ser de 500,000 células/ml. Sin embargo, se observó que, en 2012, el 9.2% de las muestras específicamente de la localidad de Aplao y Camaná no cumplían con este estándar. Esta tendencia aumentó significativamente en los años siguientes, con el 59% en 2013 y el 61% en 2014 de las muestras que no cumplían el estándar, especialmente en las zonas de Aplao, La Joya-San Isidro y Majes. Los valores promedio anuales del RCS fueron de  $561,296 \pm 415,329$  células/ml en 2012,  $604,412 \pm 445,635$  células/ml en 2013, y  $700,614 \pm 596,977$  células/ml en 2014. Estos resultados indican que, en promedio, la leche analizada durante el período de estudio no cumplió con los estándares establecidos por las normativas vigentes en cuanto al recuento de células somáticas, sugiriendo una tendencia hacia el descenso en el buen estado de la leche en este periodo.

Santillán (2022) en su estudio titulado "Evaluar la relación entre el número de células somáticas y la composición nutricional de la leche en el distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, región Amazonas", donde se examinaron diez centros de acopio. Para este estudio, se recolectaron muestras directamente de los tanques de almacenamiento de cada centro, utilizando frascos de vidrio esterilizados a  $110^{\circ}\text{C}$  para recoger 100 ml de leche. Estas muestras se transportaron en un cooler con gel refrigerante para mantener su integridad y evitar alteraciones que pudieran afectar los resultados. El análisis se realizó en el Laboratorio de Enfermedades Infecciosas y Parasitarias de Animales Domésticos de la UNTRM, con un proceso de recolección de muestras cada 15 días a lo largo de dos meses. Los datos finales indicaron que el 60% de los centros de acopio evaluados presentaron valores de células somáticas por debajo de las 200,000 células/ml de leche, mientras que el 40% restante no excedió las 500,000 células/ml, logrando una media general de 210,207.5 células/ml de leche. El dato más bajo registrado fue de 87,075 células/ml, y el más elevado fue de 412,500 células/ml. Estos resultados sugieren una variabilidad en la calidad de la leche recolectada en términos de conteo de células somáticas, lo que podría tener

implicaciones significativas para la composición nutricional y la calidad general de la leche en esta región.

Sánchez (2013) esta investigación tuvo como finalidad “Determinar la calidad higiénico-sanitaria, mediante el recuento de mesófilos aerobios y células somáticas, de la leche de vaca producida en los establos de la cuenca lechera de la Libertad” Durante el año 2012, se llevaron a cabo recolecciones de muestras de leche cada 7 y 8 días de 34 hatos situados en las áreas de irrigación de Trujillo, Paján, y Virú. El análisis de estas muestras reveló que el contenido promedio de células somáticas fue de 589,065 células por mililitro (cél/ml), con una media geométrica de 541,646 cél/ml, superando así el límite máximo de 500,000 cél/ml establecido por la Norma Técnica Peruana NTP 202.001-2010. Según los estándares de la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE), esta calidad de leche se clasifica como "regular". Los resultados mostraron una variabilidad estacional, registrándose el valor más alto en enero, con 603,071 cél/ml, coincidiendo con el verano, y el valor mínimo en junio, con 457,262 cél/ml, en pleno invierno.

Culqui (2022) este estudio se centró en analizar el impacto de las células somáticas sobre la calidad nutricional de la leche. Se obtuvieron muestras directas de los tanques de almacenamiento de 11 instalaciones dedicadas al procesamiento de productos lácteos. Para evaluar el número de células somáticas presentes, se utilizó el contador De Laval cel counter (DCC), mientras que los componentes nutricionales se examinó mediante el equipo Lactoscan, todo ello en el laboratorio de enfermedades infecciosas y parasitarias de animales domésticos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. El análisis de los datos se realizó mediante estadísticas descriptivas y la prueba de correlación de Pearson, utilizando el software Statistics V.8.0 para el procesamiento de la información. De acuerdo con los hallazgos, el 27.27% de las plantas procesadoras de lácteos trabajan con leche que excede el límite permitido de células somáticas establecido por la normativa peruana (500,000 células/ml), indicando una alta presencia de células somáticas y, por ende, una calidad de leche considerada regular. Por otro lado, el 72.73% de las plantas utilizan leche de mejor calidad, cumpliendo con los estándares establecidos.

Ruesta (2018) llevó a cabo un estudio con el objetivo de analizar cómo influye el nivel tecnológico en el recuento de células somáticas (RCS) en hatos lecheros de la provincia de Chiclayo. Para ello, se recolectaron mensualmente muestras de leche entre enero de 2016 y agosto de 2017 en nueve establos ubicados en los distritos de La Victoria, Pomalca, Eten y Chongoyape, todos proveedores de la empresa GLORIA S.A. Los establos se clasificaron en tres niveles tecnológicos: alto, medio y bajo. Durante 2016, el RCS promedio general fue de  $515,277.78 \pm 118,135.84$  células/ml. En los establos de nivel tecnológico alto y medio, los promedios fueron de  $491,944.44 \pm 101,572.13$  células/ml y  $526,944.44 \pm 133,090.06$  células/ml, respectivamente. En 2017, se registró un aumento en el promedio general del RCS, alcanzando las  $555,416.67 \pm 158,689.70$  células/ml. Para ese mismo año, los establos con tecnología alta y media mostraron promedios de  $565,416.67 \pm 78,365.46$  células/ml y  $550,416.67 \pm 194,281.80$  células/ml, respectivamente. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles tecnológicos. No obstante, los resultados sugieren una tendencia al alza en el RCS en la leche conforme aumenta el nivel tecnológico de los establos.

Bravo (2020) se preparó un extracto acuoso de hojas de orégano (*Origanum vulgare*) mediante la técnica de arrastre de vapor de agua, con el objetivo de investigar su acción antibacteriana en vacas en producción con mastitis bovina, utilizando concentraciones del 12% y 14% en compuestos fenólicos. Este extracto se emulsionó (O/W) empleando dos técnicas diferentes: ultrasonido y agitación magnética. Para diagnosticar la mastitis se empleó la prueba de California (CMT), complementada con el conteo de células somáticas (CCS) mediante citometría fija y la cuantificación de unidades formadoras de colonias (UFC)/ml en cultivos de agar Manitol y MacConkey, utilizados para identificar *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, respectivamente. Se aplicaron 5 ml del extracto emulsionado por vía intramamaria, después del ordeño y la lactancia de la cría, durante tres días consecutivos, utilizando cánulas de acero inoxidable. Mediante un diseño completamente al azar y análisis de varianza con arreglo bifactorial, se observaron diferencias estadísticas no significativas para el CCS y UFC/ml entre las concentraciones (12% y 14%) de compuestos fenólicos. No obstante, se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en las unidades formadoras de colonias (UFC/ml) de *Staphylococcus aureus* y en el conteo de células somáticas

(CCS) al aplicar el método de elaboración con ultrasonido. En resumen, se concluyó que el producto presenta un efecto inhibitor frente a las bacterias analizadas.

Flores (2018) el propósito de esta investigación fue establecer si la adición de vitamina A (10,000 UI) a una suspensión intramamaria antibiótica compuesta por Cefalexina monohidrato (200 mg), Neomicina sulfato (340 mg) y Cloxacilina benzatínica (500 mg) en un medio de liberación lenta ayuda a reducir el Recuento de Células Somáticas (RCS). Se utilizaron 40 vacas de las razas Holstein, Brown Swiss y Simmental en la etapa final de lactancia, que fueron distribuidas aleatoriamente en dos grupos experimentales: grupo control, que recibió la suspensión antibiótica intramamaria, y grupo tratamiento, que recibió la suspensión antibiótica intramamaria con la adición de vitamina A. Se evaluó el RCS antes del tratamiento y se midió la respuesta al tratamiento mediante la evaluación del RCS después del mismo. Además, se registró la producción aumentada de leche durante los cien días posteriores al parto, tanto en la campaña anterior (sin tratamiento) como en la actual (con tratamiento). Los datos se analizaron utilizando medidas de resumen y se compararon los resultados entre ambos grupos utilizando la prueba U de Mann-Whitney.

### **3.1.1 Locales.**

Tineo (2015) llevó a cabo un estudio con el objetivo de analizar la recurrencia de la mastitis subclínica y su relación con factores como la edad, número de partos y el período de lactancia. Para ello, se evaluaron 95 vacas lecheras de la raza "Brown Swiss" en producción en la Unidad de Producción Allpachaka, ubicada en el distrito de Chiara, provincia de Huamanga, Ayacucho. El ordeño se realizaba de forma mecánica, con temperaturas ambientales entre 18 y 22 °C, y a una altitud de 3,500 m s.n.m. Para determinar la frecuencia de la enfermedad, se aplicaron el Test de California y el recuento de células somáticas mediante PortaSCC. La prueba de Chi-cuadrado se utilizó para analizar la relación entre la mastitis subclínica y los factores considerados. Los resultados mostraron que el 82.1% (78 de 95 vacas) y el 69.5% (66 de 95 vacas) dieron positivo a mastitis subclínica según el Test de California y PortaSCC, respectivamente, considerando las trazas como resultado positivo. Si se consideran las trazas como negativas, la frecuencia de mastitis subclínica fue del 65.3% (62 de 95 vacas) y del 62.1% (59 de 95 vacas), respectivamente.

## 1.2. Leche

La definición de "leche" se refiere al producto completo de la secreción mamaria normal, obtenida mediante ordeño sin ningún tipo de adición o sustracción. La nominación genérica de "leche", sin especificar la raza productora, se aplica únicamente a la secreción láctea del bovino. Para las leches de otros géneros, se utiliza el nombre "leche" a continuación la descripción de la especie productora. La leche cruda entera se refiere la producción completa y sin alteraciones obtenido de bovinos sanos y bien alimentados mediante un ordeño higiénico, regular y completo. Esta leche no debe contener calostro y debe estar libre de cualquier anomalía en color, olor, sabor o consistencia. Además, no debe haber sido sometida a ningún tipo de proceso o tratamiento (INACAL, 2016).

**Leche cruda entera:** La leche cruda entera es el producto terminado y sin alteraciones obtenido de bovinos saludables y bien nutridas mediante un ordeño higiénico, regular y completo. Esta leche no debe contener calostro y debe estar libre de cualquier anomalía en color, olor, sabor o consistencia. Además, no debe haber sido sometida a ningún tipo de proceso o procedimiento, excepto en el caso de la leche obtenida cinco días después del parto y quince días antes del mismo (INACAL, 2016).

## 1.3. Composición físico - química de la leche.

La leche es una mezcla compuesta de diferentes elementos, algunas se encuentran en suspensión o emulsión, y otras en forma de solución auténtica. Contiene componentes bien definidos como agua, grasa, proteínas, lactosa, vitaminas, minerales, entre otros, que se conocen como extracto seco o sólidos totales. La grasa en la crema se presenta en forma de partículas de diferentes tamaños, visibles con microscopios ópticos, y está cubierta por una capa proteica que actúa como un coloide protector (Céspedes, 2004).

La caseína, una de las proteínas principales de la leche, tiene dimensiones coloidales y tiende a coagularse cuando la lactosa se convierte en ácido láctico debido al calor o la acción de bacterias. La lactosa y otros compuestos se encuentran en solución molecular verdadera. El resto del material presente en la leche es agua. En resumen, la leche es una mezcla compleja de diversos componentes que se encuentran en diferentes formas físicas y químicas (Cerón et al., 2007).

## **1.4. Calidad de la leche.**

### **1.4.1. Definición de calidad de la leche.**

Ahora hay una variedad de definiciones sobre calidad, todas con el objetivo de asegurar que la prestación o producto que obtenemos cumpla con nuestra confianza. En otras palabras, buscamos que el producto o servicio funcione de la manera que deseamos para realizar la tarea o servicio que tiene que desempeñar. A pesar de estas definiciones, el término "calidad" siempre será interpretado de manera diferente por cada individuo. Para algunos, la calidad se encontrará en la excelencia del producto, mientras que, para otros, estará en el servicio posventa relacionado con ese producto. En última instancia, la percepción de calidad puede variar según las necesidades y preferencias de cada persona (Pendini, 2012).

Hay diferentes puntos que demuestran el beneficio por probar la calidad:

- Seguridad al comprador, al tener el producto.
- Esfuerzos por optimizar persistentemente, estableciendo nuevas inventivas que lo hagan más fácil.
- Estimular a agentes que transforman los productos o servicios de alta calidad.

### **1.4.2. Leche de calidad.**

El buen estado de la leche abarca tres vistas importantes: la suma producida, los elementos como la grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales, y la presencia de elementos contaminantes como: la contaminación bacteriológica, el recuento celular somático y la aparición de residuos. De modo que requiere conservar el bienestar de la ubre de la mastitis y dialogar del buen estado de la leche en lugar de tomar un rumbo puramente económico y clínico, e incluyendo al usuario final como un agente primordial en el proyecto de mejora (Vera, 2014)

### **1.4.3. Indicadores de calidad de leche.**

Estos son:

- De Composición (grasa y sólidos totales)
- Calidad higiénica (conteo bacteriano)
- Calidad sanitaria (conteo de células somáticas)
- Inhibidores y antibióticos.

**Calidad de composición:** Hace referencia a las características físico-químicas de la leche. Indicadores de un buen estado nutricional incluyen los niveles de sólidos totales, proteína y grasa; sin embargo, el rendimiento de la leche durante su procesamiento también resulta un factor clave (Gutiérrez, 2016)

**Calidad higiénica:** Este concepto se relaciona con la carga bacteriana presente en la leche, la cual se evalúa en unidades formadoras de colonias (UFC). El recuento total de bacterias no debería exceder las 100,000 UFC/ml, y en el caso de la leche pasteurizada, los niveles aceptables oscilan entre 40,000 y 80,000 UFC/ml. Para mantener un nivel bacteriano adecuado, es esencial asegurar buenas prácticas de higiene, refrigeración oportuna y minimizar el tiempo de almacenamiento. No obstante, no se deben emplear sustancias químicas que puedan ser consideradas adulterantes. (Vera, 2014).

**Calidad sanitaria:** La densidad de células somáticas es un indicador de gran importancia, ya que se ha comprobado que está relacionada con la productividad de los animales. Estas células son parte de la respuesta inflamatoria en la glándula mamaria, que se activa cuando hay presencia de patógenos o factores que generan daño, como un manejo incorrecto del ordeño, instalaciones en malas condiciones y prácticas inadecuadas en general (Sánchez, 2013)

**Inhibidores y antibióticos:** Los agentes inhibidores son compuestos exógenos que alteran el crecimiento microbiano en la leche, afectando los procesos industriales. Entre los más comunes se encuentran el cloro, peróxido de hidrógeno e iodóforos. Los residuos antibióticos pueden originarse tanto de tratamientos intramamarios como de administración sistémica en vacas lactantes.

Dado el daño que provocan tanto a la industria como daño a las personas, y que varios de ellos no son eliminados durante el transcurso de la pasteurización (Quispe, 2024).

### **1.5. Factores de defensa celular y humoral de la leche.**

La leche presenta una capacidad que restringe el desarrollo bacteriano, ya sea mediante su eliminación, supresión o neutralización. Este efecto antibacteriano se atribuye a componentes de la defensa celular y soluble. En este proceso participan los neutrófilos (Polimorfonucleares), las células del sistema inmunitario (principales células presentes en la leche). Los componentes solubles incluyen inmunoglobulinas, elementos del

sistema del complemento, la técnica lactoperoxidasa-tiocianatoperóxido-hidrógeno, la lactoferrina y la lisozima (Monardes & Barria 2015).

El desplazamiento rápido de los glóbulos blancos desde la sangre hacia los alvéolos constituye una de las principales defensas naturales contra la mastitis. En una glándula mamaria sana, el número de glóbulos blancos en la leche generalmente es inferior a 100,000 células por mililitro, pero este valor se eleva como respuesta ante la presencia de microorganismos. En casos de mastitis aguda, los niveles pueden alcanzar varios millones de células por mililitro. Durante este proceso, los neutrófilos polimorfonucleares son los glóbulos blancos predominantes; estos reconocen y fagocitan las bacterias que han sido marcadas con anticuerpos. Normalmente, el aumento significativo de neutrófilos se produce entre 12 y 24 horas después del inicio de la infección. (Bedolla et al., 2007).

#### **1.5.1. Leucocitos neutrófilos polimorfo nucleares:**

Los polimorfonucleares (PMN) representan la primera línea de defensa inmunológica contra los microorganismos que logran atravesar la barrera física del conducto mamario. Estos glóbulos blancos protegen la glándula mamaria mediante la fagocitosis y la destrucción interna de bacterias, gracias a su capacidad para capturar y eliminar tanto bacterias opsonizadas como no opsonizadas, utilizando enzimas bactericidas y radicales de oxígeno (Tolentino, 2020).

Los neutrófilos desempeñan cinco funciones clave para el control inmunológico y la defensa contra patógenos en la glándula mamaria: marginación, migración, fagocitosis, estallido respiratorio y desgranulación. Las primeras dos etapas, marginación y migración, son esenciales para el correcto funcionamiento de la inmunidad innata y para focalizar la inflamación en la zona infectada. Luego, la fagocitosis, junto con el estallido respiratorio y la desgranulación, permiten a los neutrófilos eliminar intracelularmente los agentes patógenos. Estos neutrófilos se desplazan desde la sangre hacia el sitio de infección en la leche (Remón et al., 2019).

#### **1.5.2. Linfocitos:**

La movilización local y la acción de las células somáticas (es decir, los leucocitos) representan las estrategias defensivas inmunitarias más cruciales frente a las infecciones de la glándula mamaria en bovinos. A pesar de que una concentración elevada de neutrófilos bovinos en la leche es esencial para combatir eficazmente las infecciones, en la leche proveniente de ubres sanas predominan los macrófagos y los linfocitos T. Los

linfocitos son las únicas células inmunológicas capaces de identificar antígenos mediante receptores específicos en su membrana, orientados a combatir patógenos invasores específicos. Los linfocitos se clasifican en dos tipos principales, T y B, los cuales se diferencian por su función y los productos proteicos que secretan. La proporción de estas células varía significativamente con el estado de lactancia y su ubicación dentro de los tejidos (Reyes, 2022).

Claro, aquí tienes una versión más técnica y resumida:

Las células B conforman aproximadamente el 20 % de los linfocitos y tienen la función de reconocer antígenos para generar anticuerpos e inmunoglobulinas de forma local. Por su parte, las células T, que representan cerca del 45 %, eliminan antígenos mediante contacto directo, utilizando linfocinas que activan el complejo mayor de histocompatibilidad. En la leche proveniente de glándulas mamarias infectadas, los neutrófilos son los leucocitos más abundantes, constituyendo entre el 59 % y el 99 % del total de células somáticas, dependiendo de la fase de la lactancia (Rojas et al., 2014).

### **1.6. Células somáticas.**

Las células somáticas, que contienen diversos tipos de leucocitos o glóbulos blancos, son células propias del organismo y suelen encontrarse en la leche en concentraciones bajas de manera natural. Un aumento en la cantidad de estas células dentro de los alvéolos lácteos sirve como un indicativo de respuesta inmunológica frente a una infección. Este incremento puede deberse a prácticas inadecuadas durante el ordeño, incluso si la infección no es evidente al inspeccionar visualmente la secreción láctea bovina, como ocurre en casos de mastitis subclínica (Carrion, 2017).

Cuando las bacterias invaden las células internas de la glándula mamaria, la reacción defensiva del cuerpo consiste en dirigir glóbulos blancos desde la sangre hacia la zona afectada para combatir a los agentes patógenos. Este conjunto de glóbulos blancos forma lo que se conoce como el recuento de células somáticas (RCS). Un RCS elevado en la leche de vacas individuales o en el tanque de refrigeración indica que ha ocurrido una invasión bacteriana en la glándula mamaria de la vaca (García, 2004).

En la leche procedente de un cuarto de ubre infectado, alrededor del 99% de las células presentes son leucocitos, siendo el pequeño porcentaje restante células secretoras provenientes de los tejidos de la glándula mamaria. Estos dos tipos de células juntas

forman lo que se conoce como el recuento de células somáticas en la leche, el cual se mide comúnmente en células por mililitro (Paz, 2014).

El recuento de células somáticas (RCS) indica la cantidad de células por mililitro de leche y es un parámetro fundamental para estimar la presencia de leucocitos en ella. Esta medición, ya sea realizada en leche del tanque, de una vaca en particular o de cuartos individuales de la ubre, constituye el principal método diagnóstico para valorar la salud mamaria del rebaño. El RCS abarca tanto los leucocitos, que se incorporan a la leche en respuesta a inflamaciones causadas por infecciones o lesiones, como las células epiteliales que se desprenden del revestimiento interno de la ubre (Martín, 2015).

#### **1.6.1. Función de las células somáticas.**

Cada muestra de leche contiene células somáticas, que en una glándula secretora de leche sana se encuentran en números reducidos. Estas células incluyen tanto células del tejido (células epiteliales) como células del sistema inmunológico (neutrófilos polimorfonucleares, granulocitos, macrófagos, linfocitos). Su importancia biológica radica en su participación en la protección frente a las infecciones de la ubre. Cuando la glándula mamaria se ve estimulada por factores externos o afectados por enfermedades, el contenido de células somáticas aumenta, lo que resulta en un incremento considerable en el número de células inmunológicas presentes (Sánchez & Elizondo 2010).

#### **1.6.2. Recuento de células somáticas.**

En la industria láctea, el recuento de células somáticas se utiliza habitualmente como un criterio para evaluar la calidad de la leche. La cantidad de células en la leche sirve como un indicador del estado sanitario de la glándula mamaria y de la posible existencia de infecciones (Cuchillo et al., 2010).

El cálculo de células somáticas es la medición más largamente manejada para supervisar el estado inflamatorio de las glándulas mamarias; puede ser realizada en la leche de:

- Cuartos individuales.
- Vacas individuales.
- El hato completo.
- Grupo de hatos.

La infección intramamaria representa el principal elemento que provoca variedades en el recuento de células somáticas en la leche. Cuando los microorganismos encargados

de la mastitis penetran en los cuartos de la ubre y comienzan a aumentar, o cuando su número crece significativamente en un cuarto infectado, el cuerpo de la vaca responde reclutando leucocitos para luchar contra estos microorganismos causantes de la mastitis (Bovadilla, 2023)

El 98 % del incremento en las células somáticas presentes en la leche proviene de glóbulos blancos que migran hacia la ubre en respuesta a una infección bacteriana. Un recuento elevado de estas células suele estar asociado con una reducción en la producción de leche (Morales, 1996).

Las glándulas mamarias que nunca han sufrido una infección generalmente presentan un recuento de células somáticas entre 20,000 y 50,000 células por mililitro de leche. En poblaciones numerosas de vacas, cerca del 80 % de los animales sanos muestran un recuento inferior a 200,000 células/ml, y aproximadamente el 50 % registra menos de 100,000 células/ml. Cuando se observan valores elevados en vacas aparentemente sanas, esto puede indicar una infección previa o una infección aún no completamente resuelta (Flores, 2018).

Los conteos de células somáticas obtenidos a partir de muestras de los tanques de enfriamiento, que reúnen toda la producción del establo, son una herramienta útil para estimar la prevalencia de mastitis. Un recuento superior a 200,000 células por mililitro indica la posible presencia de mastitis subclínica. En contraste, recuentos inferiores a 400,000 células/ml son comunes en hatos con buenas prácticas de manejo, aunque sin un enfoque específico en el control de mastitis. Aquellos establecimientos que aplican programas efectivos de control de mastitis suelen mantener niveles por debajo de 100,000 células/ml de manera constante. No obstante, cuando los valores superan las 500,000 células/ml, se estima que cerca del 30 % de las glándulas están infectadas y que la pérdida de leche por mastitis subclínica supera el 10 % (Marín et al., 2010).

Una parte de la glándula mamaria que se considera saludable, sin manifestaciones patológicas visibles, produce leche libre de microorganismos patógenos y con un recuento de células somáticas inferior a 100,000 células por mililitro (Gutiérrez, 2016).

### **1.6.3. Importancia del recuento de células somáticas.**

La trascendencia del recuento de células somáticas implica principalmente dos condiciones.

### **a. Pérdidas económicas.**

Actualmente, la mayoría de los países implementan sistemas de sanciones económicas cuando el recuento de células somáticas o el recuento total de bacterias (TBC) en la leche excede ciertos límites establecidos. Estas medidas buscan garantizar que la leche producida cumpla con altos estándares de calidad. Los productores que no respetan estas normativas pueden enfrentar penalizaciones económicas, lo que actúa como un incentivo para mantener la calidad del producto dentro de los parámetros exigidos (Bouman, 2024).

La entrega de un bono por calidad de leche se fundamenta en la relación directa entre la mastitis y las características de la leche producida. Incluso en su forma subclínica, la mastitis altera la composición química de la leche, afectando sus propiedades organolépticas y reduciendo su vida útil, lo que disminuye su calidad. Por ejemplo, un alto recuento de células somáticas (RCS) eleva las proteínas del suero y reduce los niveles de caseína, lo que impacta negativamente en el rendimiento para la elaboración de queso. En este contexto, el incentivo económico por calidad busca motivar a los productores a cuidar la salud mamaria del ganado y controlar la mastitis, favoreciendo así la obtención de leche de mejor calidad (Sánchez & Elizondo 2010).

### **b. Reducción de la producción de leche.**

Un aumento en el recuento de células somáticas dentro de un hato suele ir acompañado de una disminución en la producción de leche. Esta caída se debe al daño que las bacterias causantes de la mastitis, o las toxinas que generan, provocan en el tejido productor de leche. Un estudio canadiense demostró que por cada incremento de 100,000 células a partir de una base de 200,000 células/ml, la producción lechera se reduce aproximadamente en un 2.5 %. Por lo tanto, un hato con un recuento de 500,000 células/ml podría experimentar una pérdida del 7.5 % en producción como consecuencia de mastitis subclínica. Se ha sugerido que un nivel de 200,000 células somáticas sea el objetivo para hatos que aplican un manejo adecuado de la mastitis, ya que mantener este valor implica pérdidas mínimas en la producción (Hernández & Bedolla 2008).

#### **1.6.4. Causas de un recuento de células somáticas elevado.**

##### **a. Mastitis.**

La mastitis afecta de manera importante las ganancias en la producción de leche, provocando una reducción temporal en la producción a corto plazo y una pérdida duradera del potencial productivo a largo plazo. Además, es la principal causa del aumento en los recuentos de células somáticas en la leche (Carrion, 2017).

Cuando los microorganismos causantes de la mastitis invaden la glándula mamaria, el sistema inmunológico responde enviando una gran cantidad de leucocitos a la leche para combatir la infección. Si estos leucocitos logran eliminar los patógenos, el recuento de células somáticas disminuye. Sin embargo, si no se erradica completamente la infección, se desarrolla una mastitis subclínica, caracterizada por la continua presencia de leucocitos en la leche y un recuento elevado de células somáticas. Esta respuesta inmune prolongada provoca una reducción en la producción de leche y puede causar daños permanentes en la glándula mamaria, afectando negativamente la rentabilidad de la producción lechera (Bolaños et al., 2012).

##### **b. Fase de lactación.**

Cuando el secado de la vaca no se realiza adecuadamente, es viable que se presenten recuentos celulares elevados dentro de la primera semana después del parto. Esto puede ocurrir debido a la acumulación de células somáticas en la glándula mamaria durante el periodo seco.(Martín, 2015).

Al final de la lactancia, a medida que disminuye la cantidad de leche producida, es común observar un aumento en los recuentos celulares en vacas que padecen mastitis subclínica. Esto se debe a que, a medida que la producción de leche disminuye, los leucocitos presentes en la glándula mamaria se reúnen en una masa mínima de leche, lo que resulta en recuentos celulares más altos (Smith, 2000).

En la etapa de secado, los niveles de células somáticas en la leche tienden a elevarse debido a la disminución en la producción láctea y al cierre progresivo de los conductos mamarios. Asimismo, al generarse menos leche, la cantidad habitual de células se encuentra en un volumen reducido, lo que puede ocasionar un incremento en el recuento celular durante este tiempo (Santillan, 2022).

#### **c. Lesiones en la glándula mamaria.**

El uso incorrecto de artefactos de ordeño y la presencia de corrales o infraestructuras mal proyectadas o en mal estado pueden contribuir al desarrollo de lesiones en la glándula mamaria de las vacas lecheras, lo que a su vez puede aumentar los recuentos de células somáticas en la leche. Es importante mantener las instalaciones en buenas condiciones y asegurarse de utilizar prácticas de manejo adecuadas para minimizar el riesgo de lesiones y mantener la salud de las ubres de las vacas (Gutiérrez, 2016).

#### **d. Variación fisiológica.**

Es cierto que ciertos días del ciclo reproductivo de la vaca pueden estar asociados con alteraciones en el recuento de células somáticas en la leche debido a procesos fisiológicos. Por ejemplo, durante el ciclo estral, se pueden observar fluctuaciones en los niveles hormonales que pueden influir en la respuesta inmune y, por lo tanto, en el recuento de células somáticas en la leche. Durante el celo, se producen cambios hormonales que pueden afectar la actividad del sistema inmunológico de la vaca. Se ha observado que algunas vacas pueden experimentar un ligero aumento en el recuento de células somáticas durante este período. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estas variaciones suelen ser temporales y no indican necesariamente la presencia de mastitis u otras enfermedades (Smith, 2000).

#### **e. Variaciones diarias y de temporada.**

Es cierto que, en la ordeña de la tarde, los recuentos de células somáticas tienden a ser más elevados en comparación con la ordeña de la mañana. Esto puede deberse a varios factores:

El intervalo de tiempo más corto entre la ordeña de la tarde y la ordeña de la mañana puede dar menos tiempo para que las células somáticas se descompongan o se eliminen naturalmente del sistema mamario, lo que resulta en recuentos más altos.

La producción de leche tiende a ser menor durante la ordeña de la tarde en comparación con la ordeña de la mañana. Esta menor cantidad de leche puede hacer que las células somáticas presentes en la glándula mamaria se concentren más en la leche que se produce, lo que lleva a un efecto de concentración y a recuentos más altos de células somáticas.

En cuanto a las variaciones estacionales, es cierto que los recuentos de células somáticas procuran a ser más elevados en verano que en invierno. Aunque la causa exacta no se conoce con certeza, se especula que esto puede estar relacionado con factores ambientales, como la temperatura y la humedad, que pueden influir en la salud de las ubres de las vacas y en la incidencia de mastitis (Ortiz et al., 2011).

**f. Estrés.**

Correcto, diversos factores que causen estrés en las vacas lecheras, como el estro, enfermedades u otros eventos, pueden influir en el recuento de células somáticas en la leche. El estrés puede desencadenar respuestas fisiológicas y hormonales que afectan el sistema inmunológico de la vaca, lo que resulta en un aumento en el número de leucocitos en la sangre y, por ende, en un incremento en el recuento de células somáticas en la leche (Mehdid, 2009).

**g. Cantidad de cuartos o vacas afectadas.**

La etapa infecciosa, particularmente la mastitis, es uno de los factores más importantes que pueden aumentar el recuento de células somáticas en la leche de las vacas. Cuando una vaca está infectada con mastitis, se produce una respuesta inflamatoria en la glándula mamaria, lo que resulta en un reclutamiento de leucocitos (células blancas de la sangre) hacia la ubre para combatir la infección. Estos leucocitos aumentan el recuento de células somáticas en la leche (Ortiz et al., 2011).

**1.6.5. Recuento de células somáticas a nivel de hato.**

Exactamente, el seguimiento de las células somáticas se puede realizar de dos formas principales: de manera individual en cada vaca o mediante el muestreo de la leche del tanque. Ambos métodos tienen sus ventajas y desventajas:

El monitoreo individual en cada vaca proporciona información detallada sobre el estado de salud de cada animal, mientras que el muestreo de la leche del tanque brinda una visión general del estado de salud del hato. La elección del método dependerá de los objetivos específicos de monitoreo y de los recursos disponibles en la explotación lechera (Albán, 2013).

El nivel habitual de células somáticas en una muestra de leche del tanque del establo se sitúa en alrededor de 200,000 células por mililitro. Cuando este número se excede, se

considera anormal y sugiere la presencia de una infección en el grupo de vacas lecheras (Hernández & Bedolla 2008).

El monitoreo del conteo de células a nivel de hato es crucial para vigilar la presencia de mastitis subclínica, esencialmente aquellas de origen infeccioso. Este seguimiento permite valorar la gravedad y persistencia de las infecciones en cada vaca individualmente, así como establecer si la situación del hato mejora o empeora con el tiempo. También ayuda a clasificar si la mastitis es de origen infeccioso, ambiental o una combinación de ambos. Además, facilita la evaluación de las prácticas de manejo antes y después del parto, y ayuda a identificar vacas con problemas para implementar medidas correctivas adecuadas (Pardini, 2012)

El objetivo central del análisis de la leche del tanque es detectar, mediante distintos métodos, la presencia de bacterias que provienen de diversas fuentes, así como evaluar el grado de infección mastítica en el hato. Este análisis permite ajustar las prácticas de manejo para reducir la contaminación bacteriana y aplicar estrategias específicas de control de mastitis, en función del agente patógeno predominante. Desde el enfoque sanitario, se emplean dos tipos de pruebas.

El conteo de células somáticas funciona como un indicador del grado de mastitis en el hato y de la calidad de la leche obtenida. Si bien un valor alto en este recuento indica una posible alta proporción de vacas infectadas, esta medición no ofrece datos exactos sobre cuántos animales están afectados ni identifica los patógenos principales responsables de la mastitis en el hato (Pardini, 2012).

El cultivo en agar sangre se utiliza para detectar los patógenos vinculados a la mastitis. *Staphylococcus aureus* y los *estreptococos no agalactiae* tienen su origen en la propia glándula mamaria y no provienen de fuentes externas. En cambio, otros microorganismos, como los estreptococos ambientales, pueden proceder tanto del tejido mamario como de contaminantes externos (Pardini, 2012).

#### **1.6.6. Recuento de células somáticas de una vaca individual.**

Este método se utiliza para identificar los patógenos relacionados con la mastitis. *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* tienen su origen en las glándulas mamarias y no derivan de fuentes externas. En contraste, otros agentes, como los

estreptococos ambientales, pueden originarse tanto dentro de la glándula mamaria como a partir de contaminación externa. (Pendini, 2012).

A corto plazo, cuando los recuentos celulares del hato son elevados, la única forma de disminuirlos de manera efectiva es mediante la exclusión selectiva y firme de los animales afectados. No obstante, a largo plazo, esta medida no resuelve la causa fundamental de la mastitis (Pendini, 2012).

#### **1.6.7. Métodos para realizar el recuento de células somáticas.**

Existen diversas técnicas para realizar el recuento de células somáticas, las cuales se basan en distintos principios físicos, químicos o biológicos. Cada método presenta diferencias en cuanto a su facilidad de uso, seguridad y costo. Por ello, es fundamental seleccionar la opción que mejor se ajuste a las necesidades y posibilidades de cada explotación. No obstante, se recomienda aplicar el recuento como una medida preventiva frente a enfermedades y como una forma de proteger la inversión en el ganado lechero (Remón et al., 2019).

La observación visual de la leche y la palpación de la glándula mamaria son métodos comunes para detectar mastitis. En el caso de la mastitis subclínica, la glándula mamaria de la vaca puede parecer saludable externamente, y la leche producida puede parecer normal a simple vista. Sin embargo, una infección naciente puede estar dañando el tejido glandular, lo que puede causar variaciones en la leche producida (Reyes & Argüello 2015).

La infección puede producir inflamación en uno o diferentes cuartos de la ubre, acompañada de aumento de la temperatura en la zona enferma, acaloramiento y sensibilidad al tacto. Estos síntomas desencadenan una respuesta del sistema inmune del animal para tratar de combatir el problema. En la mayoría de los casos, la infección se mantiene localizada en el área aquejada sin afectar otros órganos o sistemas del animal. Cuando se presentan todos o algunos de estos signos, se puede diagnosticar mastitis clínica. Además de los síntomas físicos, se observan cambios específicos en la leche producida por la glándula mamaria afectada, como alteraciones en el color, presencia de grumos, coágulos sanguinolentos o de pus, o una consistencia más acuosa, entre otros (Kutscher, 1998).

### **a. Pruebas físicas.**

Estas técnicas son ventajosas principalmente para detectar casos de mastitis avanzada y no son efectivas para identificar mastitis subclínica. Entre estas técnicas se incluyen el análisis de la escudilla de ordeño, el ensayo del paño negro y la tasa probadora (Hernández & Bedolla 2008)

- **Prueba de la escudilla de ordeño.**

Para detectar leches irregulares, se coloca una tela negra extendida sobre la escudilla y se recoge la leche sobre él. Esto hace que cualquier grumo o anomalía en la leche sea muy visible debido al contraste con el fondo oscuro (Albán, 2013).

- **Prueba del paño negro.**

Este proceso se lleva a cabo durante la preparación de la vaca para la ordeña. Reside en detectar grumos en la leche, llamados "tolondrones", al hacer pasar los primeros chorros de leche a través de una malla negra o utilizando una cubeta especialmente diseñada para este fin. Se recomienda realizar este procedimiento en todos los ordeños, ya que además de detectar leche anormal, se eliminan bacterias que suelen encontrarse en mayor cantidad en estos primeros chorros. Además, estimula la salida de la leche (Alfaro et al., 2014).

- **Taza probadora.**

Revise los primeros chorros de leche de cada ordeño utilizando un depósito conocido como "strip cup" que tenga un base oscura. Los coágulos, escamas, hilos, materia fibrosa, secreciones acuosas o cualquier cambio en el color indican que la leche no es normal y pueden ser señales de problemas. Es importante destacar que, en el caso de la mastitis crónica, la leche puede no mostrar signos visibles anormales en todos los ordeños, lo que hace que la detección sea más difícil (Viera, 2013)

### **b. Pruebas químicas.**

Entre los métodos utilizados para la detección de mastitis se encuentran el papel indicador de mastitis y la prueba de Whiteside. Por su parte, la prueba de conductividad eléctrica (PCE) se basa en un procedimiento químico que resulta bastante flexible, aunque en cierta medida subjetivo, por lo que no se aconseja emplearla como único método diagnóstico para la mastitis (Monardes & Barria 2015).

- **Conductibilidad eléctrica de la leche.**

En los últimos años, se ha utilizado como herramienta para detectar la mastitis. Su principio se basa en el incremento de la conductividad eléctrica de la leche, provocado por un mayor nivel de electrolitos, especialmente iones de sodio y cloro. Esta prueba fue desarrollada como un método para seguir la evolución de la mastitis en las vacas. Actualmente, se encuentra incorporada en algunos sistemas automatizados de ordeño en las salas, así como en dispositivos portátiles, lo que permite realizar un seguimiento individual por cuarto de la ubre. Este enfoque es relevante, ya que ofrece información sobre la magnitud de la lesión, comparable al recuento de células somáticas.

No obstante, sus restricciones probablemente limiten su uso a vacas de alta producción que se conservan en rebaños pequeños, o en laboratorios con auto analizadores (Monardes & Barria, 2015)

- **Papel indicador de mastitis.**

La técnica implica colocar un papel sobre el cual se dejan caer directamente unas gotas de leche del pezón. Se consideran dudosas las leches que adquieren una coloración respectiva a un pH igual o superior a 7. Esta prueba detecta alrededor del 50% de las leches infectadas (Monardes & Barria 2015).

- **Prueba de whiteside.**

Se combina la leche con una solución de NaOH al 4%, lo que provoca que la leche se gelifique y forme grumos que son perceptibles. El tamaño de los grumos será mayor cuanto mayor sea el número de células somáticas presentes en la leche. Para hacer más visible la reacción, es conveniente utilizar una placa de acrílico negra que puede tener dibujados cuatro cuadros de 3 cm x 3 cm, uno por cada cuarto de la ubre (Monardes & Barria 2015).

**c. Pruebas biológicas.**

Dentro de las técnicas de diagnóstico de la mastitis se incluyen: la Prueba de California para Mastitis, la Prueba de Catalasa, la Prueba de Wisconsin, la Prueba de CAMP, el monitoreo de células somáticas, así como el análisis bacteriológico mediante técnicas de aislamiento, cultivo, tinción, bioquímica e identificación (Bouman, 2024).

- **Prueba de california para mastitis (CMT).**

Ha estado siendo utilizada durante décadas y sigue siendo el ensayo más comúnmente empleado en el campo para el diagnóstico de mastitis en el ganado vacuno lechero.

La Prueba de California para Mastitis (CMT) es una prueba sencilla que resulta útil para detectar la mastitis subclínica, ya que evalúa de forma general el recuento de células en la leche. Aunque no proporciona una solución numérica, ofrece una indicación de si el recuento es elevado o bajo. Por lo general, cualquier resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso de mastitis (Sánchez & Elizondo 2010).

La prueba radica en agregar un detergente a la leche, conocido como alquil-aril sulfonato de sodio, lo que provoca la liberación de ADN de los leucocitos presentes en la ubre. Este ADN se combina con agentes proteicos de la leche para formar una gelatina. Cuanto mayor sea la presencia de células, mayor será la aglutinación de ADN liberado, lo que resulta en una mayor formación de gelatina. Esta lectura e interpretación del resultado se traduce en la evaluación del grado de inflamación. La prueba consiste en establecer una respuesta inflamatoria basándose en la viscosidad del gel, utilizando una paleta con cuatro pozos independientes que permiten evaluar cada cuarto de la ubre de forma independiente (Norberto & Carillanca, 2000).

- **Prueba para wisconsin para mastitis (WMT).**

Fue creada para su empleo en laboratorio y se utiliza para estimar el contenido de células somáticas en muestras de leche fresca mezclada o leche de tanques de enfriamiento, así como para el muestreo de vacas individuales. Al igual que en la prueba de California, se utiliza una solución similar, pero a diferencia de esta última, los resultados se miden cuantitativamente en función de la viscosidad, en lugar de realizar una evaluación cualitativa o estimativa a simple vista, como ocurre en la CMT.

La técnica implica el uso de un tubo graduado en milímetros donde se depositan 2 ml de leche y una mezcla de 2 ml de reactivo para CMT con agua destilada en proporción 1:1, ambos a temperatura ambiente. Luego, se agita horizontalmente de izquierda a derecha durante 10 segundos. Después, se deja reposar durante 10 segundos y se invierten los tubos durante otros 10 segundos. Pasado este tiempo, se realiza la lectura en el tubo por debajo de la espuma que se forma. Los

resultados se relacionan con la escala graduada en mililitros del tubo y se interpreta su valor de células somáticas utilizando una tabla específica para la prueba (Hernández & Bedolla 2008).

#### **d. Métodos de recuento electrónico celular.**

Hoy en día, los métodos electrónicos son comunes, especialmente en los laboratorios de control de la calidad de la leche y en los que estudian y llevan a cabo la investigación de la mastitis. Los siguientes dispositivos son populares: el equipo de recuento celular Fossomatic y el Counter Coulter ya que utilizan métodos de recuento celular particular, pueden muy bien considerarse universales y energéticamente potentes.

- **Método fluoro opto electrónico (fossomatic) y counter coulter.**

Ambos sistemas se correlacionan muy bien con la microscopía óptica, por lo que acceden a proporcionar una medida indudable de CCS y de los parámetros de inocuidad de la leche sin tratamiento utilizada para fabricar derivados lácteos; sin embargo, el recuento difirió entre los conjuntos de preparaciones probados, dependiendo del dispositivo.

El Fossomatic basa su funcionamiento automatizado en la tinción fluorométrica del material nuclear, mientras que el Counter Coulter determina la cantidad de partículas mediante el conteo de impulsos eléctricos generados al pasar entre dos electrodos (Arce et al., 2022).

En otras palabras, mide partículas con un diámetro específico, en este caso, las células, aunque también incluye otras partículas dentro del conteo, lo que puede generar un ligero aumento en los resultados en comparación con el sistema Fossomatic (Bouman, 2024).

El equipo aplica citometría por fluorescencia para el recuento automatizado de células somáticas en leche. Debido a que el bromuro de ethidio penetra en la célula y forma un complejo fluorescente con el ADN nuclear, cada célula produce un pulso eléctrico que se amplifica y se registra (Bolaños et al., 2012).

- **El fossomatic.**

El método implica el depurado de una base líquida (leche) combinada con un detergente, como Triton X-100 más EDTA, por difusión transmembrana con orificios finos. Posteriormente, se utiliza un método colorimétrico basado en la interacción con el ADN de las células para establecer la carga genómica, el cual

está in situ conectado con el total de células identificadas en la muestra preparatoria (Morales, 1996).

Se toma una muestra de 5 ml de leche y se calienta a 40 °C. En el equipo Fossomatic, las células somáticas se tiñen con un colorante fluorescente que reacciona específicamente con el ADN celular, lo que evita que se cuenten partículas contaminantes o glóbulos de grasa como células somáticas. La muestra pasa por un haz de luz especial y un detector registra cada célula identificada. Entre muestras, el sistema limpia automáticamente su conducto de flujo para evitar contaminación cruzada. Todo este proceso se lleva a cabo de manera automatizada (Bovadilla, 2023).

En síntesis, el Fossomatic es un contador especializado en detectar ADN, utilizando un principio óptico basado en la fluorescencia. El bromuro de etidio ingresa en la célula y forma un complejo fluorescente con el ADN del núcleo. Cada célula genera un pulso eléctrico que luego es amplificado y registrado (Bolaños et al., 2012).

- **Delaval cell counter.**

El contador celular Delaval (DCC) es un dispositivo portátil, alimentado por batería, que analiza las células somáticas en la leche utilizando un método óptico. Funciona con casetes que extraen pequeñas cantidades de leche; una vez en su interior, esta se mezcla con reactivos que penetran el núcleo de las células somáticas. A través de un sensor de fluorescencia, se realiza el conteo celular, y el resultado se muestra de forma rápida en la pantalla del equipo. Su funcionamiento es similar al del Fossomatic y ofrece mediciones precisas sobre el estado de salud de la ubre en vacas lecheras (Gómez, 2008)

- **Contador de células somáticas Lacticyte.**

Lacticyte está basado en la técnica de microscopía por fluorescencia para el conteo de células. Debido a la coloración por fluorescencia, la óptica de los Led y tecnologías de filmado CCD, el análisis de la leche es preciso, rápido y fiable. Para que las células sean contadas por el lacticyte, la muestra se mezcla en una ampolla con tinción verde fluorescente liofilizada. Solo se necesitan 7 µL por análisis para un único cartucho/chip tipo 4x Lacticyte o 14,5 µL para un cartucho/chip de 2x Lacticyte. Tras esto, el cartucho/chip se carga en el Lacticyte. El análisis se realiza en un periodo de 50 segundos y dos minutos (la duración depende del cartucho/chip y tipo de medición y número de imágenes tomadas).

El sistema Lacticyte automáticamente se centra en el cartucho/chip y se graban las células teñidas (fotografiadas) por la cámara sensible CCD. Este algoritmo de análisis (resultado) de las imágenes digitales determina el número de células fluorescentes (incluyendo su conteo, concentración y tamaño). El resultado se muestra automáticamente y la selección del color se define con los niveles críticos de advertencia ajustados por el usuario.

La exactitud de la medida depende del seguimiento correcto de todas las fases de preparación de la muestra incluyendo una buena mezcla de la muestra.

Para minimizar las diferencias en los resultados de varios análisis de la misma muestra, siempre use el vórtex antes de tomar la muestra. Las muestras son sólo repetitivas si se preparan correctamente (técnica de pipeteo y tiempo) (Manual de Usuario. Contador de células somáticas Lacticyte, 2016).

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Ubicación.**

El siguiente estudio se llevó a cabo en 3 comunidades, Tambocucho está ubicado en el distrito de Socos con una altitud de 3.817 msnm, latitud de 13°20'10.7" Sur y longitud 74°17'13.1" Oeste y la comunidad de Manzanayoc con altitud de 3.543 msnm, latitud 13°21'13.4" Sur y longitud 74°16'55.5" Oeste. La comunidad de Llacchomayoc está ubicado en el distrito de Chiara con una altitud de 3.786 msnm, latitud 13°24'08.9" Sur y longitud 74°13'18.0" Oeste pertenecientes a la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

#### **2.2. Materiales de campo.**

- Mameluco para trabajo en campo (equipo de protección personal)
- Caja transportadora cooler (garantiza el transporte de productos en cadena de frío)
- Termómetro analógico (para monitorear la temperatura)
- Frascos de polietileno (tubos falcón para la colección de las muestras)
- Agitador manual de acero inoxidable (para la homogenización de la muestra)
- Cucharon de acero inoxidable (para la recolección de la muestra)
- Papel adsorbente desechable.
- Geles refrigerantes (para mantener la temperatura en el cooler)

#### **2.3. Materiales de laboratorio.**

- Guardapolvo (permite la seguridad en el laboratorio)
- Guantes quirúrgicos estériles desechables (para mantener la asepsia)
- Gorras quirúrgicas estériles desechables (para mantener la asepsia)

- Soportes para ampolla (para la estabilidad)
- Soporte vial y punta de pipeta (manipulación precisa de líquidos)
- Vasos precipitados.
- Agua destilada.

#### **2.4. Equipos.**

- Contador de células somáticas Lacticyte (contaje de células por microscopía directa)
- Mini mezclador vortex (para la homogenización de la muestra)
- 2 pipetas automáticas ajustables (medir y transferir volúmenes con precisión)
- 100 test (25x4 cartuchos) con 100 ampollas y 200 puntas de pipeta.
- Temporizador (para cumplir con los tiempos impuestos en el protocolo del equipo)
- Refrigeradora (para la conservación de las muestras)
- Autoclave (para la esterilización de los materiales utilizados en campo y laboratorio)

#### **2.5. Procedimiento.**

##### **a. Obtención de la muestra.**

- Las muestras de leche fueron obtenidas en horas de la mañana de 6 a 8 am.
- Se tomaron 23 muestras de leche cruda bovina, directamente de los porongos, con un cucharón de acero inoxidable estéril, extrayendo una cantidad de 100 ml por muestra, previa homogenización de aproximadamente un minuto.
- Se identificó cada muestra de leche, mediante un código y se colocó en el cooler con gel refrigerante a una temperatura de 4 a 10°C.
- Luego fueron transportadas al laboratorio de microbiología e inmunología de la escuela profesional de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

##### **b. Análisis de la muestra.**

- Para su estudio en el laboratorio, la muestra de leche cruda bovina debe estar a una temperatura de 15 a 25°C (temperatura ambiente).

- Se colocó la muestra de leche a un tubo falcón de 50ml., se homogenizó con el mini vórtex. Repitiendo este proceso 3 a 4 veces teniendo cuidado que la muestra no llegue a la tapa del contenedor.
- Con una micropipeta, se mide 100  $\mu\text{L}$  de leche y se coloca a la ampolla de tinte liofilizado y se agita con el mini vortex, durante 1 a 2 segundos.
- Esta operación se repite 8-9 veces, teniendo cuidado que la solución no alcance la tapa de la ampolla.
- Se incubó la muestra durante 10 minutos al medio ambiente
- Enseguida se homogeniza nuevamente la ampolla 2-4 veces para asegurar una muestra homogénea.
- Con una micropipeta se mide 7  $\mu\text{L}$  de muestra y se coloca al cartucho.
- Finalmente se prende el equipo y cuidadosamente, se coloca el cartucho con la muestra para su análisis respectivo.
- Se imprime los datos y se interpreta los resultados del análisis

#### **c. Recuento de células somáticas.**

Se utilizó el equipo Lacticyte que es un contador de células por microscopía directa, que está calibrado con un valor conocido de SCC (conteo de células somáticas) procedente de un laboratorio de referencia. Usando DMSCC (contaje de células somáticas por microscopía directa), teniendo en cuenta que el tamaño de muestra de 100  $\mu\text{L}$  tomadas de muestra de leche de 50 ml a una temperatura ambiente y una concentración de células en la muestra es de  $0 \div 1 \times 10^7$  cel/ml.

#### **d. Análisis de datos.**

Los datos obtenidos se procesaron mediante técnicas cuantitativas utilizando el programa IBM® SPSS® (Statistical Package for the Social Sciences), versión 22, diseñado para sistemas operativos Windows®. El enfoque metodológico incluyó: Estadística descriptiva: Medidas de tendencia central (media aritmética y geométrica), análisis de variabilidad (desviación estándar), visualización de patrones mediante diagramas y gráficos estadísticos

El estudio consideró un total de 240 unidades productoras dedicadas a la obtención de leche bovina sin procesar, distribuidas en tres localidades rurales: Manzanayoc, Tambocucho y Llachocmayoc. Esta cifra se basó en registros oficiales publicados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

en su último censo agropecuario (2017). Para definir el tamaño óptimo de la muestra, se implementó un enfoque estadístico basado en probabilidades, garantizando representatividad en los resultados.

$$n = \frac{Z^2 * N * pq}{E^2(N-1) + Z^2 pq}$$

**n:** Tamaño de la muestra

**Z:** Nivel de confiabilidad = 95%

**p:** Probabilidad de éxito = 0.5

**q:** probabilidad de fracaso = 0.5

**N:** Tamaño de la población = 240

**e:** Precisión o error = 5%

De la formula se obtuvo que la muestra estuvo constituida por 23 productores /hatos lecheros y 92 muestras, de las cuales 10 muestras son de la comunidad de Manzanayoc, 10 muestras de la comunidad de Llachocmayoc y 3 muestras de la comunidad de Tambocucho, realizándose 4 salidas programadas, las muestras están distribuidas de forma estratificada en cada comunidad, para cubrir el tamaño muestral, se siguió el muestreo por estratificación

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron los resultados mensuales del recuento de células somáticas de leche cruda bovina obtenidas de los porongos de 23 productores de tres comunidades Manzanayocc, Tambocucho y Llachocmayocc, de la microcuenca Alpachaca, durante los meses de octubre, noviembre, diciembre del 2018 y enero del 2019, para medir el número de células somáticas.

Los resultados fueron contrastados con la Norma Técnica Peruana (NTP. 202.001.2016), como indicador de la calidad higiénica de la leche cruda bovina de la microcuenca Alpachaca.

#### 3.1. Calidad higiénica de la leche cruda bovina en la época de lluvia de las comunidades de Tambocucho, Manzanayocc y Llachocmayocc.

Tabla 3.1

*Media general de células somáticas (cel./ml) de la leche cruda bovina por comunidad.*

Comunidad	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Mediana	Máximo	Media geométrica
Manzanayocc	40	389200.00	265407.01	101000	290500.00	910000	305062.96
Tambocucho	12	593333.33	384540.89	160000	565000.00	1626000	499564.22
Llachoccyamocc	40	384684.21	307875.98	101000	254500.00	1455000	292644.91
total	92	414511.11	305824.95	101000	289000.00	1626000	320132.12

\*N es el número de muestras tomadas por comunidad.

\*\*RCS es el recuento de células somáticas.

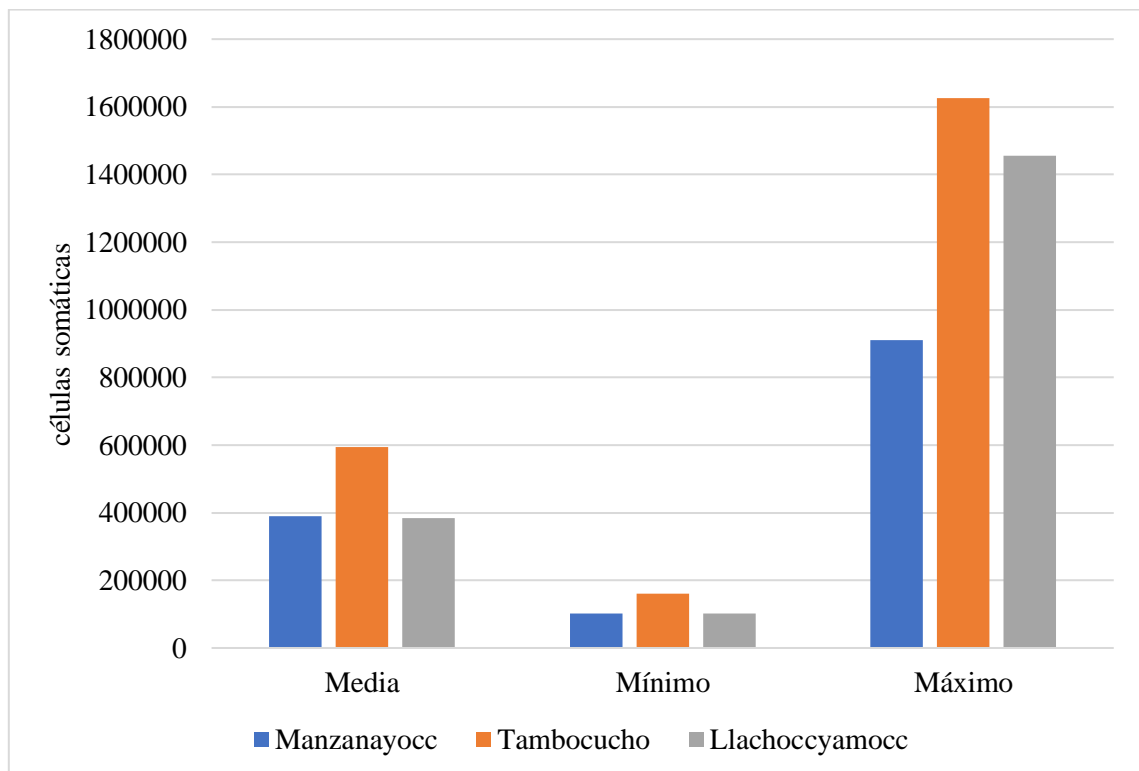
En la tabla 3.1. Se observa el recuento de células somáticas en la época de lluvia, la comunidad de Tambocucho, obtuvo 593333.33 cel./ml, Manzanaloc 389200.00 cel./ml y Llachoccyamocc 384684.21 cel./ml. Encontrando un valor medio más alto de células

somáticas en la comunidad de Tambocucho; superando los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP), que es de 500,000 cel./ml, mientras que la comunidad de Llachocmayocc, presento un valor medio bajo de células somáticas; Observándose, que el promedio general de RCS de las comunidades fue de 414 511.11 cel./ml., parámetros permitidos por la NTP.

Según Gutiérrez (2016), los promedios anuales del recuento de células somáticas fueron de  $561,296 \pm 415,329$  células/ml en 2012,  $604,412 \pm 445,635$  células/ml en 2013 y  $700,614 \pm 596,977$  células/ml en 2014. Estos resultados indican que, en promedio, los valores registrados durante el período analizado no cumplen con los estándares establecidos por las normativas vigentes.

Ruesta (2018), reporto un promedio general de recuento de células somáticas de  $515277.78 \pm 526944.44$  cel./ml el estudio reporta un incremento del recuento de células somáticas en la leche a medida que aumenta el nivel tecnológico.

Figura 3.1: Media general de células somáticas por comunidad.



En el gráfico 3.1 los resultados del recuento de células somáticas de las tres comunidades muestran valores similares con respecto a las comunidades de Manzanayocc (44,44%) y Llachocmayoc (42,22%), son parecidas debido a unos mejores índices de sanidad e infraestructura.

La comunidad de Tambocucho tiene un promedio de 13.33% que no cumple con el estándar nacional son parecidos a los resultados obtenidos por Gutiérrez, (2016) reporto valores de  $561,269 \pm 415,329$  cel./ml en el año 2012 con un total de 973 observaciones siendo este clasificado en nivel “alto” en RCS no cumpliendo los requisitos de la Norma Técnica Peruana.

Bovadilla, (2023) halló una prevalencia total de 73% de vacas con mastitis subclínica en la muestra analizada, utilizando el método de RCS en un total de 15 animales en producción analizados. La baja cantidad de animales muestreados y la presencia de infección en la ubre de la vaca indican altos niveles de RCS.

Martínez et al., (2019) en su investigación de la influencia de las estaciones del año en la composición y calidad sanitaria de la leche bovina llevo a cabo el análisis del RCS en el invierno 264000 cel./ml y la primavera 228000 cel./ml siendo resultados similares, mientras que en el verano resultó superior mostrando valores promedio mayores a 430000 cel./ml.

### **3.2. Determinación del recuento de células somáticas de la leche cruda bovina en la época de lluvia en las comunidades de Tambocucho, Manzanayoc y Llachocmayoc.**

Tabla 3.2

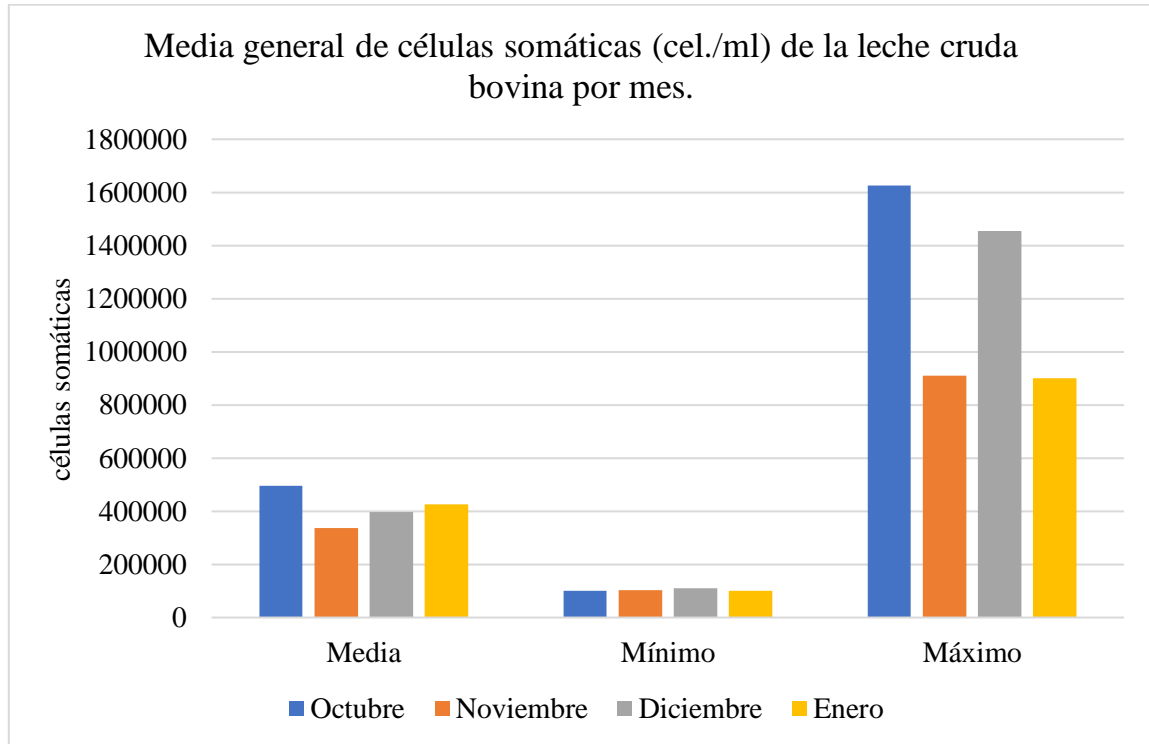
*Media general de células somáticas (cel./ml) de la leche cruda bovina por mes.*

Meses	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Mediana	Media geométrica
Octubre	23	496695.65	383493.56	101000	1626000	420000.00	367913.15
Noviembre	23	337478.26	237555.13	103000	910000	240000.00	271376.41
Diciembre	23	398173.91	308384.74	110000	1455000	281000.00	312040.25
Enero	23	426761.90	269604.32	101000	900000	360000.00	338787.97
total	92	414511.11	305824.95	101000	1626000	289000.00	320132.12

En la tabla 3.2. Se observa la media general de células somáticas (cel/mes) de la leche cruda bovina, por mes. En el mes de octubre se encontró una media de 496695.65 (cel/ml), enero 426761.90(cel./ml), diciembre 398173.91(cel./ml) y noviembre 337478.26(cel./ml). Asimismo se encontró que el promedio general de células somáticas de los meses del año 2018 y 2019 fue de 414511.11 cel./ml, estos resultados son similares a los estudiados por Ortiz (2011) en Arequipa quien encontró  $505 \times 10^3 \pm 150 \times 10^3$ , los cuales se encuentran por debajo del nivel máximo permitido por la (NTP 2016)

clasificándolas como un nivel de recuento de células somáticas aceptable, también se observa que los resultados obtenidos por Sánchez (2013) en la ciudad de la Libertad, obtuvo resultados por encima de lo permitido por la NTP.

Figura 3.2: Media general de células somáticas por mes.



### 3.3. Determinación del recuento de células somáticas de la leche cruda bovina en la época de lluvia, cumple con los parámetros establecidos por la norma técnica peruana (NTP 202.001.2016)

Tabla 3.3

*Recuento de células somáticas (células/ml) y su cumplimiento con la NTP.*

MES	MEDIA (cel./ml)	NTP (cel./ml)	CUMPLE
Octubre	496 695.65	500 000	Si cumple
Noviembre	337 478.26	500 000	Si cumple
Diciembre	398 173.91	500 000	Si cumple
Enero	426 761.90	500 000	Si cumple

\*NTP es Norma Técnica Peruana (202.001.2016)

También nos muestra en la tabla 3.2 la media máxima del mes de octubre de 496695.65 cel./ml que es un RCS alto y 337478.26 cel./ml del mes de noviembre que es un RCS bajo, observándose así una variación mínima en el promedio de RCS.

Además, se muestra que la mayoría de los meses mantuvo su promedio; es decir la variación en el recuento de células somáticas entre los meses estudiados fue mínima, con respecto al cumplimiento del requisito con la Norma Técnica Peruana (NTP), alcanza para una calificación de “aceptable”.

## **CONCLUSIONES.**

- 1.** La calidad higiénica de la leche cruda bovina en las tres comunidades de la microcuenca Alpachaca en la época de lluvia, se considera "ACEPTABLE" o apta para consumo humano con un promedio de 414511.11 cel./ml.
- 2.** El número de células somáticas de la leche cruda bovina en la época de lluvia fue para la comunidad de Tambocucho 593333.33 cel./ml; Manzanayocc 389200.00 cel./ml; Llachoccmayocc 384684.21cel./ml.
- 3.** El promedio de células somáticas en los meses de octubre – enero fueron de 496695.65 cel/ml, 337478.26 cel/ml, 398173.91 cel/ml y 426761.90 cel/ml que se encuentran por debajo de los parámetros establecidos por la norma técnica peruana haciendo esta una leche de una calidad higiénica aceptable.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Los resultados obtenidos en el número de células somáticas de las tres comunidades de estudio, son de una calidad higiénica aceptable con respecto a la norma técnica peruana, por ello se recomienda seguir con la evaluación del recuento de células somáticas para poder garantizar la calidad higiénica y sanitaria de la leche.
- 2.** Se recomienda ampliar la investigación realizada y profundizar en los factores que influyen en el aumento del recuento de células somáticas y la calidad higiénica de la leche. Y reforzar los conocimientos en buenas prácticas de ordeño e implementar medidas correctivas efectivas.
- 3.** Se recomienda expender leche de una calidad higiénica y sanitaria aceptable, que cumplan con los requisitos establecidos por la NTP, conociendo los resultados obtenidos de esta investigación, con la finalidad que toquen puertas a las instituciones involucradas y saquen una ordenanza municipal y fijen un precio más adecuado por litro de leche.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Albán, M. (2013). *Identificación de los puntos críticos en sistemas de producción que influyen en el conteo de células somáticas de la leche cruda y en el rendimiento de queso mozzarella*, Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6048>
- Alfaro, M. E.; Hurtarte, A. G.; Valle, R. F. (2014). *Implementación de un manual de ordeño higiénico en dos establecimientos lecheros y evaluación de su efectividad mediante análisis microbiológico en el departamento de Sonsonate, El Salvador* [Tesis]. Universidad de El Salvador.
- Alvarado, T. H.; Vargas, J. R.; Vargas, A. C. (2019). *Prácticas de manejo de ordeño, acopio y su importancia en la calidad de la leche, Matahuasi, Concepción y Apata, Junín (Perú)*. *Anales Científicos*, 80(1), 225. <https://doi.org/10.21704/ac.v80i1.1386>
- Arce, E.; Fernández, F.; Vásquez, A.; Sessarego, J. A. (2022). *Evaluación de la calidad de leche en una asociación de pequeños ganaderos en la sierra norte de Lima - Perú*. Peruvian Agricultural Research.
- Bedolla, C.; Castañeda, V.H.; Wolter, W. (2007). *Métodos de detección de la mastitis bovina* (Revista Electrónica Veterinaria). [https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/infecciosas/bovinos\\_leche/12-mastitis.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/12-mastitis.pdf)
- Bolaños, F.; Fernando, O.; Graffe, T.; Eduardo, J.; Cabrera, P.; Jaiver, J.; Gallego, C.; Salcedo, G.; Tatiana, Y. (2012). *Mastitis Bovina: Generalidades y Métodos de Diagnóstico*. In *Revista Veterinaria REDVET* (Vol. 13, Issue 11). [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Bouman, M. (2024). *Células Somáticas: ¿Como interpretar los datos?* <https://es.scribd.com/document/375654698/Celulas-somaticas>
- Bovadilla, Z. E. (2023). *Diagnóstico de mastitis subclínica mediante recuento de células somáticas y CMT en vacas Simmental, distrito de Florida Pomacochas* [Tesis]. Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas.

- Bravo, J. D. (2020). *Determinación de la actividad antibacteriana del extracto de orégano (Origanum vulgare) emulsionado en mastitis bovina* [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional Mayor De San Marcos.
- Camarotte, A. B. (2013). *Caracterización de cepas proteolíticas de bacterias psicrótrofas aisladas de leche cruda bovina refrigerada*. [https://silo.uy/vufind/Record/COLIBRI\\_5d819dbf45cad383366315d52c7aaa1c?si\\_d=219554](https://silo.uy/vufind/Record/COLIBRI_5d819dbf45cad383366315d52c7aaa1c?si_d=219554)
- Carrion Molinero, J. F. (2017). *Mastitis Bovina* [Tesis]. Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica.
- Cerón, M. F.; Agudelo, E. J.; Estrada, J. (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)*. <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023020006.pdf>
- Céspedes, (2004). *Leche y Estreptococos*. [Tesis]. Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica.
- Cuchillo, Z.; Eugenia, V.; Campos, R. (2010). *Factores que inciden en el recuento de células somáticas (RCS) y la calidad de la leche*. <https://programaharton.webnode.com.co/products/factores-que-inciden-en-el-recuento-de-celulas-somaticas-rcs-y-la-calidad-de-la-leche/>
- Culqui, J. (2022). *Evaluación de células somáticas y su relación con la composición nutricional de la leche en bongará* [Tesis]. Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas. <https://orcid.org/0000-0003-0681-0963>
- Echeverri, C.; Julián, J.; Guillermo, M.; Betancur, R.; Fernando, L. (2010). *Evaluación comparativa de dos metodologías de diagnóstico de mastitis en un hato lechero del Departamento de Antioquia*. 7(1), 49–57. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69514965007>
- Flores, F. (2018). *Efecto de la vitamina A en una suspensión antibiótica intramamaria para las vacas en seca sobre el recuento de células somáticas* [Tesis]. Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Fuentes, G.; Ruiz, R. A.; Sánchez, J. I.; Ávila, D. N.; Escutia, J. (2013). *Análisis microbiológico de leche de origen orgánico: atributos deseables para su transformación*. 10N°4.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722013000400003](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722013000400003)
- García, A. D. (2004). *Células somáticas y alto recuento bacteriano ¿Cómo controlarlos?*  
[https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1536&context=extension\\_extra](https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1536&context=extension_extra)
- Gómez, N. M. (2008). *Estandarización y validación de la técnica de recuento de células somáticas del equipo DCC Delaval frente a la técnica de microscopía directa en la organización la alquería S.A.* [Tesis]. Pontificia Universidad Javeriana.
- Gutiérrez, M. Y. (2016). *Evaluación del recuento de células somáticas y unidades formadoras de colonias en leche cruda entera de productores con módulo de frío, como indicador de calidad sanitaria e higiénica de julio del 2012 a junio del 2024. Majes Arequipa* [Tesis]. Universidad Católica De Santa María.
- Hernández, J. M. y Bedolla, J. L. (2008). *Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche* (REDVET. Revista electrónica de veterinaria, Trans.). IX N°9. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>
- INACAL (2016). *Leche y Productos Lácteos. Leche cruda requisitos*. In *Norma Técnica Peruana* (Vol. 6). <https://pdfcoffee.com/ntp-202001-2016-4-pdf-free.html>
- Kutscher, C. R. (1998). *Determinación de células somáticas en calostro post - parto de vacas de lechería mediante dos métodos de recuento* [Tesis]. Universidad Austral De Chile.
- Laboratorio de control de calidad de leche. (2015). *Instructivo para: Toma de muestras de leche cruda* (AGROCALIDAD, Trans.). Rev. 4, 1–17.  
<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/calech3.pdf>
- Marín, M. P.; Fuenzalida, M. I.; Burrows, J.; Gecele, P. (2010). *Recuento de células somáticas y composición de leche de cabra, según nivel de producción y etapa de lactancia, en un plantel intensivo de la zona central de Chile*. Arch Med Vet, 42, 79–85.

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2010000200009](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2010000200009)

Martín, M. (2015). *Hasta dónde pueden bajar las células somáticas* (Frisona Española, Trans.).203,100–102.

<https://www.revistafrisona.com/Portals/0/articulos/n203/C%C3%A9lulas%20som%C3%A1ticas.pdf?ver=Y57neCIYG2mo4yjCdnhlA%3d%3d>

Martínez, G. M.; Carabajal, R. L.; Martínez, F.; Suarez, V. H. (2020). *Influencia de las estaciones del año en la composición y la calidad sanitaria de leche bovina del Valle de Lerma, Salta*. FAVE Sección Ciencias Veterinarias, 19(1), 35–39.  
<https://doi.org/10.14409/favecv.v19i1.9446>

Mehdid, E. A. (2009). *Efecto del celo y del estrés sobre el recuento de células somáticas en la leche de cabra* [Tesis]. Universidad Politécnica de Valencia.

Monardes, H. y Barria, N. (2015). *Recuento de células somáticas y mastitis* (Agrovvet Market, Trans.).

<https://www.agrovvetmarket.com/investigacion-salud-animal/pdf-download/recuento-de-celulas-somaticas-y-mastitis>

Morales, R. (1996). *Variación del número de células somáticas en la leche de cabra y su relación con el rendimiento en queso* [Tesis]. Universidad De Colima.

Norberto, B. y Carillanca. (2000). *Células somáticas, mastitis y calidad de leche*.  
<https://www.sidalc.net/search/Record/dig-inia-cl-20.500.14001-28187/Description>

Ortiz, C. Z.; Concha, A.U.; Cayro, J. C. (2011). *Recuento de células somáticas en leche contaminada con residuos de antibióticos* (Rev. Inv. Vet. Perú, Trans.).  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172011000200011&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172011000200011&script=sci_abstract)

Pendini, C. (2012). *Notas sobre producción de leche*.  
<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/2579?locale-attribute=es>

Puga, B.; Meneses, D. C.; Meneses, J. O.; Montenegro, M. C.; Morales, I. D.; Guanoluisa, C. R.; Villarreal, T. (2024). *Plan piloto para el mejoramiento de la calidad nutricional y conteo de células somáticas de leche bovina, producida por pequeños productores de la provincia de Pichincha-Ecuador, aplicando un*

*programa de capacitación.* Siembra, 11(1), e4493.  
<https://doi.org/10.29166/siembra.v11i1.4493>

- Quispe, D. (2024). *Calidad e inocuidad de la leche cruda producida en el centro poblado de Chanquil - Los Morochucos, acopiada y comercializada en Ayacucho* [Tesis para optar el título profesional]
- Remón, D.; González, D.; Martínez, A. (2019). *Evaluación de la calidad higiénico sanitaria de la leche cruda por métodos de flujo citométrico.* Revista de Salud Animal, 41(1), 2224–4700. <http://opn.to/a/aHmUY>
- Reyes, E. A. y Argüello, J. S. (2015). *Estudio comparativo entre los métodos diagnósticos para mastitis subclínicas, California Test y DRAMINSKI 4Q en vacas Jersey, Diriamba - Carazo, agosto - octubre, 2015* [Tesis]. Universidad Nacional Agraria.
- Reyes, E. J. (2018). *Prevalencia de mastitis subclínica mediante la prueba de California Mastitis Test en vacas de crianza extensiva del sector Gallito - distrito San José. Lambayeque agosto 2017 - enero 2018* [Tesis]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Reyes, F. D. (2022). *Parámetros productivos y reproductivos de vacas holstein bajo pastoreo en las provincias de cotapaxi y tungurahua, ecuador* [Tesis]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Rojas, R. M.; Cruz, E.; Rentería, I.C.; Lammoglia, M. Á. (2014). *Determinación de la calidad microbiológica de la leche cruda de vaca durante la temporada invernal en Tuxpan, Veracruz.* <https://doi.org/10.13140/2.1.1624.4163>
- Ruesta, L.D. (2018). *Efecto del nivel tecnológico en el recuento de células somáticas de los hatos lecheros en la provincia de Chiclayo enero 2016 - agosto 2017* [Tesis]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Saltijeral, O. J. A.; Córdova, I. A.; Sánchez, L. N. (2003). *Importancia de la calidad de leche desde la vaca hasta la mesa.* In V Congreso Nacional de Control de Mastitis. Aguascalientes, Aguascalientes. México.
- Sánchez, Á. I. (2013). *Calidad Higiénico sanitaria de la leche de vaca en los establos de la cuenca lechera de la Libertad* [Tesis] Universidad Nacional De Trujillo.

- Sánchez, J. y Elizondo, J. A. (2010). *Interpretación y uso del conteo de células somáticas en la leche* (ECAG informa, Trans.). N°54. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/d24ca43e-3ba0-4b3b-9a45-a31e332a283e/content>
- Santillan, L. (2022). *Evaluación de células somáticas y su relación con la composición nutricional de la leche distrito Molinopampa* [Tesis]. Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas.
- Smith, K. L. (2000). *Estándares para células somáticas en la leche: fisiológicos y regulatorios* (APROCAL, Trans.). N°21. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>
- Suárez, J. M. (2019). *Evaluación de la capacidad de los aceites esenciales en la prevención y control de la mastitis en bovinos* [Tesis Doctoral]. Universidad Autónoma De Barcelona.
- Tineo, J. Y. (2015). *Mastitis bovina por recuento de células somáticas de PortaSCC y Test de California en la Unidad de Producción Allpachaka (3500 msnm). Ayacucho, 2015.* [Tesis]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1692>
- Tolentino, M.E. (2020). *Mastitis subclínica y la contaminación de la calidad de leche de vacas en distrito de Jesús - Lauricocha 2019* [Tesis de Posgrado]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Tuesta, R. I. (2010). *Extracto etanólico de hoja de guayaba (psidium guajava), en el tratamiento de la mastitis sub clínica, en naranjillo.* [Tesis]. Universidad Nacional Agraria De La Selva.
- Turpo, R. (2014). *Efecto de la acidez y fermentos lácticos termofilos en la elaboración y maduración del queso tipo paria* [Tesis]. Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Viera, M. A. (2013). *Parámetros de calidad de leche de vacuno en los distritos de apata, matahuasi y concepción en el valle del Mantaro* [Tesis]. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Vera Veliz, L. R. (2014). *Caracterización y mejora de la calidad higiénico sanitaria en los diferentes sistemas productivos bovina en la parroquia Guasaganda*. [Tesis]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Wolter, W., Kloppert, B., Castañeda, H., Zschöck, M. (2002). *La mastitis bovina*. <https://d-nb.info/1049663322/34>

## ANEXOS

**Anexo 1:** Análisis de los parámetros de las células somáticas de las comunidades de Tambocucho, Llachocmayoc y Manzanayoc.

		Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
Número	Comunidad	1° salida	2° salida	3° salida	4° salida
1	Tambocucho	1626K cel/ml	287K cel/ml	164K cel/ml	246K cel/ml
2	Tambocucho	173K cel/ml	143K cel/ml	173K cel/ml	236K cel/ml
3	Tambocucho	155K cel/ml	160K cel/ml	158K cel/ml	781K cel/ml
4	Llachocmayoc	196K cel/ml	165K cel/ml	1455K cel/ml	154K cel/ml
5	Llachocmayoc	132K cel/ml	221K cel/ml	166K cel/ml	104K cel/ml
6	Llachocmayoc	198K cel/ml	291K cel/ml	157K cel/ml	166K cel/ml
7	Llachocmayoc	207K cel/ml	119K cel/ml	281K cel/ml	101K cel/ml
8	Llachocmayoc	178K cel/ml	103K cel/ml	182K cel/ml	111K cel/ml
9	Llachocmayoc	151K cel/ml	124K cel/ml	146K cel/ml	103K cel/ml
10	Llachocmayoc	176K cel/ml	216K cel/ml	117K cel/ml	201K cel/ml
11	Llachocmayoc	117K cel/ml	124K cel/ml	167K cel/ml	144K cel/ml
12	Llachocmayoc	147K cel/ml	147K cel/ml	269K cel/ml	221K cel/ml
13	Llachocmayoc	735K cel/ml	385K cel/ml	281K cel/ml	535K cel/ml
14	Manzanayoc	114K cel/ml	140K cel/ml	170K cel/ml	190K cel/ml
15	Manzanayoc	142K cel/ml	136K cel/ml	143K cel/ml	157K cel/ml
16	Manzanayoc	235K cel/ml	155K cel/ml	111K cel/ml	178K cel/ml
17	Manzanayoc	185K cel/ml	191K cel/ml	188K cel/ml	184K cel/ml
18	Manzanayoc	185K cel/ml	145K cel/ml	112K cel/ml	184K cel/ml
19	Manzanayoc	153K cel/ml	168K cel/ml	161K cel/ml	161K cel/ml
20	Manzanayoc	110K cel/ml	157K cel/ml	121K cel/ml	122K cel/ml
21	Manzanayoc	125K cel/ml	105K cel/ml	146K cel/ml	136K cel/ml
22	Manzanayoc	123K cel/ml	108K cel/ml	127K cel/ml	145K cel/ml
23	Manzanayoc	311K cel/ml	108K cel/ml	476K cel/ml	110K cel/ml

K: Equivale a 1000 cel/ml.

**Anexo 2:** Recuento de células somáticas de los productores de las comunidades de Tambocucho, Llachocmayoc y Manzanayoc.

**Tabla 01:**

*Recuento de células somáticas productor 01 de la comunidad de Tambocucho.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible* (cel/ml)</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	1626000	500000	Rechazo de la leche
Noviembre 2018	287000	500000	Mastitis, leche anormal
Diciembre 2018	164000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Enero 2019	246000	500000	Mastitis, leche anormal

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016

**Tabla 02:**

*Recuento de células somáticas productor 02 de la comunidad de Tambocucho.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	173000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Noviembre 2018	143000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Diciembre 2018	173000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Enero 2019	236000	500000	Mastitis, leche anormal

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016

**Tabla 03:**

*Recuento de células somáticas productor 03 de la comunidad de Tambocucho.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml)*</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	155000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Noviembre 2018	160000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Diciembre 2018	158000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Enero 2019	781000	500000	Mastitis, leche anormal

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016

**Tabla 04:***Recuento de células somáticas productor 04 de la comunidad de Llachocmayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	196000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Noviembre 2018	165000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Diciembre 2018	1455000	500000	Mastitis, leche anormal
Enero 2019	154000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016

**Tabla 05:***Recuento de células somáticas productor 05 de la comunidad de Llachocmayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	132000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Noviembre 2018	221000	500000	Mastitis, leche anormal
Diciembre 2018	166000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Enero 2019	104000	500000	Sospechoso, nivel superior fisiológico

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016

**Tabla 06:***Recuento de células somáticas productor 06 de la comunidad de Llachocmayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	198000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	291000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	157000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	166000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016

**Tabla 07:**

*Recuento de células somáticas productor 07 de la comunidad de Llachocmayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	207000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	119000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	281000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	101000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016

**Tabla 08:**

*Recuento de células somáticas productor 08 de la comunidad de Llachocmayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	178000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	103000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	182000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	111000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016

**Tabla 09:**

*Recuento de células somáticas productor 09 de la comunidad de Llachocmayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	151000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	124000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	146000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	103000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016

**Tabla 10:***Conteo de células somáticas poblador 10 de la comunidad de Llachocmayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	176000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	216000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	117000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	201000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 11:***Recuento de células somáticas productor 11 de la comunidad de Llachocmayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	117000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	124000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	167000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	144000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 12:***Recuento de células somáticas productor 12 de la comunidad de Llachocmayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	147000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	147000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	269000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	221000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 13:***Recuento de células somáticas productor 13 de la comunidad de Llachocmayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	735000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	385000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	281000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	535000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 14:***Recuento de células somáticas productor de la comunidad de Manzanayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	114000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	140000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	170000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	190000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 15:***Recuento de células somáticas productor 15 de la comunidad de Manzanayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml) *</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	142000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	136000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	143000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	157000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 16:***Recuento de células somáticas productor 16 de la comunidad de Manzanayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml)*</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	235000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	155000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	111000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	178000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 17:***Recuento de células somáticas productor 17 de la comunidad de Manzanayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml)*</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	185000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	191000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	188000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	184000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 18:***Recuento de células somáticas productor 18 de la comunidad de Manzanayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml)*</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	185000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	145000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	112000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	184000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 19:***Recuento de células somáticas productor N°19 de la comunidad de Manzanayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml)*</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	153000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	168000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	161000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	161000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 20:***Recuento de células somáticas productor 20 de la comunidad de Manzanayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml)*</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	110000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	157000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	121000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	122000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 21:***Recuento de células somáticas productor 21 de la comunidad de Manzanayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml)*</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	125000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	105000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	146000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	136000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 22:***Recuento de células somáticas productor 22 de la comunidad de Manzanayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml)*</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	123000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	108000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	127000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	145000	500000	Valores normales referenciales.

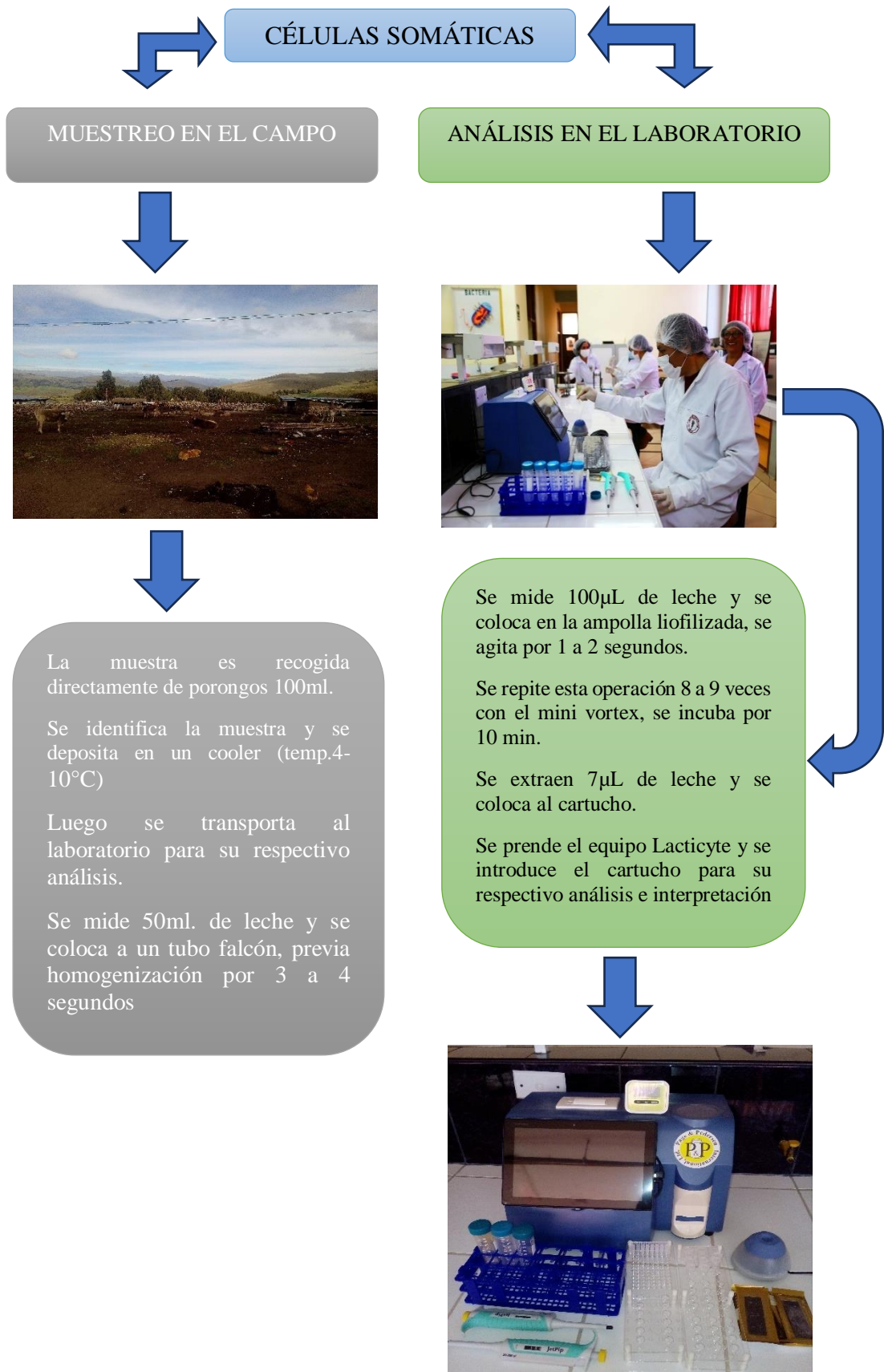
\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Tabla 23:***Recuento de células somáticas productor 23 de la Comunidad de Manzanayocc.*

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Valor observado (cel/ml)</b>	<b>Valor máximo permisible (cel/ml)*</b>	<b>Observaciones</b>
Octubre 2018	311000	500000	Aumento de células somáticas.
Noviembre 2018	108000	500000	Valores normales referenciales.
Diciembre 2018	476000	500000	Disminución de células somáticas.
Enero 2019	110000	500000	Valores normales referenciales.

\* Norma Técnica Peruana 202.001.2016.

**Anexo 3:** Descripción secuencial de la toma de muestra en el campo y el análisis en el laboratorio.



**Anexo 4:** Fotografías de la toma de muestras y su análisis en el laboratorio.

1. Recajo de las muestras en el campo.



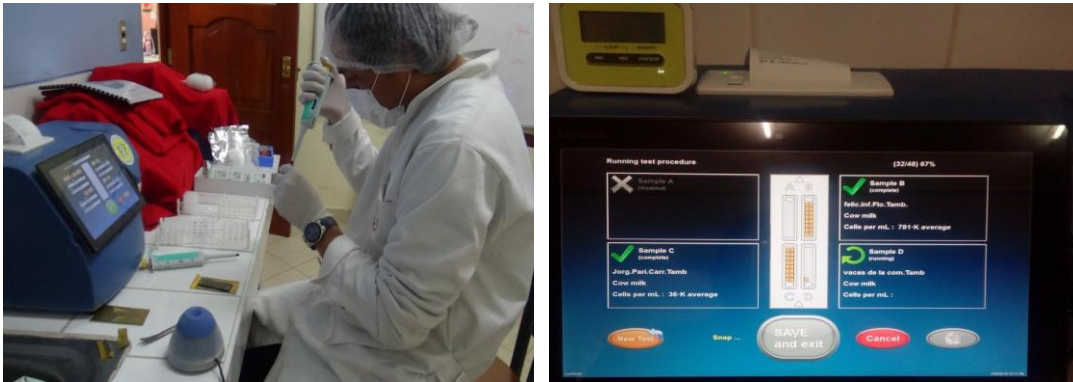
2. Procesamiento de muestra en el laboratorio (homogenización de la muestra).



3. Homogenización de la muestra con el vórtex.



4. Pipeteo de 7  $\mu$ l/14.5  $\mu$ l de leche de la ampolla al chip/cartucho para su análisis.



5. Materiales y equipos para el análisis de las muestras.



6. Soporte para los viales y micropipeta.



7. Frascos de polietileno de 50 ml (tubos falcón) y ampollas liofilizadas.



8. Pantalla del equipo Lacticyte y cartuchos para el análisis de la muestra.



9. Mini mezclador vórtex y cronometro.





**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. DAVID ACORI FLORES**  
**R.D. N° 359-2024-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los doce días del mes de diciembre del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora, Mg. Gloria Betti Adrianzén Facundo como asesora, Mg. Julio Cesar Soto Palacios y M.Sc. Eusebio De La Cruz Fernández; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Evaluación del recuento de células somáticas en leche cruda bovina como indicador de calidad sanitaria en la época de lluvia en la Microcuenca Allpachaca, Ayacucho 2018**, para obtener el Título Profesional de Médico Veterinario presentado por el Bachiller **DAVID ACORI FLORES**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora	13	13	16	14
Mg. Gloria Betti Adrianzén Facundo	15	14	14	14
Mg. Julio Cesar Soto Palacios	16	16	15	16
M.Sc. Eusebio De La Cruz Fernández	15	15	15	15
<b>PROMEDIO GENERAL</b>				<b>15</b>

**OBSERVACION:** Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título del trabajo de investigación debe ser: **Evaluación del recuento de células somáticas en leche cruda bovina en época de lluvia - Microcuenca Allpachaca, Ayacucho 2018**

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

.....  
**Dr. Luis Arturo Rodríguez Zamora**  
**Presidente**

.....  
**Mg. Gloria Betti Adrianzén Facundo**  
**Asesora**

.....  
**Mg. Julio Cesar Soto Palacios**  
**Jurado**

.....  
**M.Sc. Eusebio De La Cruz Fernández**  
**Jurado**

.....  
**Mtro. Rodolfo Alca Mendoza**  
**Secretario Docente**

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

## CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

### **Evaluación del recuento de células somáticas en leche cruda bovina en época de lluvia - Microcuenca Allpachaca, Ayacucho 2018**

Autor : David ACORI FLORES

Asesor : Gloria Betti ADRIANZÉN FACUNDO

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veinticuatro (24 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

**Nota:** Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2725766017

Ayacucho, 5 de agosto de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Gálvez Gastelú  
Coordinador de Control de originalidad de  
trabajo de tesis

# Evaluación del recuento de células somáticas en leche cruda bovina en época de lluvia - Microcuenca Allpachaca, Ayacucho 2018

*por David Acori Flores*

---

**Fecha de entrega:** 23-jul-2025 09:04a. m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2719465737

**Nombre del archivo:** TESIS\_ACORI\_23-07-25.docx (2.9M)

**Total de palabras:** 14979

**Total de caracteres:** 84784

# Evaluación del recuento de células somáticas en leche cruda bovina en época de lluvia - Microcuenca Allpachaca, Ayacucho 2018

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
4	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://bmeditores.mx">bmeditores.mx</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%

---

9	<a href="http://repositorio.unamba.edu.pe">repositorio.unamba.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://cybertesis.uach.cl">cybertesis.uach.cl</a> Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
12	<a href="http://tesis.ipn.mx">tesis.ipn.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://www.redalyc.org">www.redalyc.org</a> Fuente de Internet	<1 %
14	Roque Almanza, Luis. "Estudio de la calidad de leche de vaca producida en las provincias de Azángaro, Melgar, Huancané, Puno, Lampa y San Román de la región de Puno", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	<1 %
15	<a href="http://www.scilit.net">www.scilit.net</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositoriotec.tec.ac.cr">repositoriotec.tec.ac.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a> Fuente de Internet	<1 %

---

18

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Trabajo del estudiante

<1 %

19

repositorio.ucss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

20

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

21

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

22

www.revistasbolivianas.org.bo

Fuente de Internet

<1 %

23

files.programaharton.webnode.com.co

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

# EVALUACIÓN DEL RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LECHE CRUDA BOVINA EN ÉPOCA DE LLUVIA – MICROCUENCA ALLPACHACA, AYACUCHO - 2018

## EVALUATION OF SOMATIC CELL COUNT IN RAW BOVINE MILK IN THE RAINY SEASON – MICROCUENCA ALLPACHACA, AYACUCHO - 2018

David Acori Flores<sup>1</sup>, Gloria Betti Adrianzén Facundo<sup>2</sup>

[david.acori.24@unsch.edu.pe](mailto:david.acori.24@unsch.edu.pe)

[gloria.adrianzen@unsch.edu.pe](mailto:gloria.adrianzen@unsch.edu.pe)

Líneas de Investigación: Medio Ambiente

Línea de investigación: Medicina y sanidad animal, salud pública y saneamiento ambiental

### RESUMEN

Las células somáticas corresponden al componente de células blancas propias del organismo de la vaca que le sirven como defensa contra organismos patógenos. La determinación de este contenido celular en la leche, es el medio de diagnóstico más importante para calificar el estado de salud de la ubre y calidad de la leche. El objetivo fue evaluar el recuento de células somáticas (RCS) como indicador de la calidad sanitaria de leche en tres comunidades de la Microcuenca de Allpachaca - Mansanalocco, Llachocmayocc y Tambocucho, de la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. Se evaluaron 92 muestras durante cuatro meses (octubre a enero) en la época de lluvia, la recolección de las muestras se realizó en horas de la mañana y directamente de los porongos de ordeño, las cuales fueron conservadas para su traslado al laboratorio en tubos falcons esterilizados de 50 ml. El análisis laboratorial comprendió la evaluación del contenido celular (cél/ml) en leche mediante la técnica de microscopía por fluorescencia (LactiCyte), para luego ser comparados con la Norma Técnica Peruana (NTP). Se halló que el valor promedio de células somáticas en la

comunidad de Manzanayocc fue de 389 200.00 cél/ml., 384 684.21 cél/ml., en la comunidad de Llachocmayocc y 593 333.33 cél/ml., en la comunidad de Tambocucho. El promedio de células somáticas en los meses de octubre – enero fueron de 496695.65 cel/ml, 337478.26 cel/ml, 398173.91 cel/ml y 426761.90 cel/ml que se encuentran por debajo de los parámetros establecidos en la norma técnica peruana lo que indica que la leche cumple con los estándares mínimos de inocuidad establecidos.

**Palabras clave:** Células somáticas en leche cruda bovina, técnica de microscopía por fluorescencia, norma técnica peruana.

### ABSTRACT

Somatic cells correspond to the component of white blood cells in the cow's body that serve as a defense against pathogenic organisms. The determination of this cellular content in milk is the most important means of diagnosis to qualify the state of udder health and milk quality. The objective was to evaluate the somatic cell count (SCC) as an indicator of milk health quality in three communities of the

Allpachaca Microbasin - Mansanallocc, Llachocmayocc and Tambocucho, in the province of Huamanga, department of Ayacucho. 92 samples were evaluated during four months (October to January) in the rainy season, the collection of samples was carried out in the morning hours and directly from the milking parsons, which were preserved for transfer to the laboratory in sterilized 50 ml falcon tubes. The laboratory analysis included the evaluation of the cell content (cell/ml) in milk by fluorescence microscopy (LactiCyte), to then be compared with the Peruvian Technical Standard (NTP). Regarding the results, it was found that the average value of somatic cells in the community of Manzanayocc was 389 200.00 cells/ml., while 384 684.21 cells/ml., for the community of Llachocmayocc and 593 333.33 cells/ml., for the community of Tambocucho. The average number of somatic cells in the months of October – January was 496695.65 cell/ml, 337478.26 cell/ml, 398173.91 cell/ml and 426761.90 cell/ml, which are below the parameters established by the Peruvian technical standard, making this milk of acceptable hygienic quality.

**Keywords:** Somatic cells, fluorescence microscopy technique, Peruvian technical standard.

## INTRODUCCIÓN

A partir de la década de los años 60, comenzaron una serie de investigaciones que finalmente demostraron científicamente que, en las vacas, la respuesta inflamatoria de la glándula mamaria puede ser medida en términos del incremento en el número de células somáticas. Esto llevó a la implementación de legislaciones que prohibieron el uso de leche con más de

500 mil células somáticas por mililitro para la producción de productos lácteos en esta especie.

El recuento de células somáticas en muestras de leche es un método rápido y relativamente fácil de hacer; habiéndose convertido en un procedimiento rutinario en muchos países debido a su rapidez y relativa facilidad de realización. Un aumento en el número de células somáticas indica un mayor grado de inflamación de la ubre y, por ende, una menor calidad de la leche.

Entre los métodos más comúnmente utilizados para detectar la mastitis subclínica se encuentran la Prueba de California para Mastitis (CMT), la Prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT), y la Cuenta Microscópica de Células Somáticas (CMCS). Además, se han desarrollado métodos más modernos que son rápidos y efectivos, como los contadores electrónicos, que incluyen el Fosomatic (CE), el contador electrónico Lacticyte y el contador electrónico DeLaval Cell Counter (DCC).

La comercialización de leche en los Andes peruanos es una actividad importante para los habitantes de los valles interandinos. Sin embargo, uno de los problemas que enfrentan es la presencia de la mastitis, la cual ocasiona una disminución tanto en la calidad como en la cantidad de leche, resultando en pérdidas económicas significativas. Por esta razón, se planteó la siguiente investigación con los siguientes objetivos:

### Objetivo general

1. Evaluar la calidad sanitaria de la leche cruda bovina en la época de lluvia de las comunidades de Tambocucho, Manzanayocc y Llachocmayocc.

### **Objetivos específicos.**

1. Determinar el recuento de células somáticas de la leche cruda bovina en la época de lluvia en las comunidades de Tambocucho, Manzanayocc y Llachocmayocc.
2. Determinar el recuento de células somáticas de la leche cruda bovina en la época de lluvia y comparar con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP 202.001.2016).

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Ubicación y descripción de la zona**

La siguiente investigación se llevó a cabo en 3 comunidades, Tambocucho está ubicado en el distrito de Socos con una altitud de 3.817 msnm, latitud de 13°20'10.7" Sur y longitud 74°17'13.1" Oeste y la comunidad de Manzanayocc con altitud de 3.543 msnm, latitud 13°21'13.4" Sur y longitud 74°16'55.5" Oeste. La comunidad de Llachomayocc está ubicado en el distrito de Chiara con una altitud de 3.786 msnm, latitud 13°24'08.9" Sur y longitud 74°13'18.0" Oeste pertenecientes a la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

#### **Materiales de campo**

- Mameluco para trabajo en campo (equipo de protección personal)
- Caja transportadora cooler (garantiza el transporte de productos en cadena de frío)
- Termómetro analógico (para monitorear la temperatura)
- Frascos de polietileno (tubos falcón para la colección de las muestras)

- Agitador manual de acero inoxidable (para la homogenización de la muestra)
- Cucharón de acero inoxidable (para la recolección de la muestra)
- Papel adsorbente desechable.
- Geles refrigerantes (para mantener la temperatura en el cooler)

#### **Materiales de laboratorio**

- Guardapolvo (permite la seguridad en el laboratorio)
- Guantes quirúrgicos estériles desechables (para mantener la asepsia)
- Gorras quirúrgicas estériles desechables (para mantener la asepsia)
- Soportes para ampolla (para la estabilidad)
- Soporte vial y punta de pipeta (manipulación precisa de líquidos)
- Vasos precipitados.
- Agua destilada.

#### **Equipos**

- Contador de células somáticas Lacticyte (contaje de células por microscopía directa)
- Mini mezclador vortex (para la homogenización de la muestra)
- 2 pipetas automáticas ajustables (medir y transferir volúmenes con precisión)
- 100 test (25x4 cartuchos) con 100 ampollas y 200 puntas de pipeta.
- Temporizador (para cumplir con los tiempos impuestos en el protocolo del equipo)
- Refrigeradora (para la conservación de las muestras)

- Autoclave (para la esterilización de los materiales utilizados en campo y laboratorio)

## **Procedimiento**

### **Obtención de la muestra.**

- Las muestras de leche fueron obtenidas en horas de la mañana de 6 a 8 am.
- Se tomaron 23 muestras de leche cruda bovina, directamente de los porongos, con un cucharón de acero inoxidable estéril, extrayendo una cantidad de 100 ml por muestra, previa homogenización de aproximadamente un minuto.
- Se identifico cada muestra de leche, mediante un código y se colocó en el cooler con gel refrigerante a una temperatura de 4 a 10°C.
- Luego fueron transportadas al laboratorio de microbiología e inmunología de la escuela profesional de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

### **Análisis de la muestra**

- Para el análisis en el laboratorio, la muestra de leche cruda bovina debe estar a una temperatura de 15 a 25°C (temperatura ambiente).
- Se coloco la muestra de leche a un tubo falcón de 50ml., se homogenizo con el mini vórtex. Repitiendo este proceso 3 a 4 veces teniendo cuidado que la muestra no llegue a la tapa del contenedor.
- Con una micropipeta, se mide 100  $\mu$ L de leche y se coloca a la ampolla de tinte liofilizado y se agita con el mini vortex, durante 1 a 2 segundos.
- Esta operación se repite 8-9 veces, teniendo cuidado que la solución no alcance la tapa de la ampolla.
- Se incuba la muestra durante 10 minutos al medio ambiente
- Enseguida se homogeniza nuevamente la ampolla 2-4 veces para asegurar una muestra homogénea.
- Con una micropipeta se mide 7  $\mu$ L de muestra y se coloca al cartucho.
- Finalmente se prende el equipo y cuidadosamente, se coloca el cartucho con la muestra para su análisis respectivo.
- Se imprime los datos y se interpreta los resultados del análisis

### **Recuento de células somáticas**

Se utilizó el equipo Lacticyte que es un contador de células por microscopia directa, que esta calibrado con un valor conocido de SCC (conteo de células somáticas) procedente de un laboratorio de referencia. Usando DMSCC (contaje de células somáticas por microscopia directa), teniendo en cuenta que el tamaño de muestra de 100  $\mu$ L tomadas de muestra de leche de 50 ml a una temperatura ambiente y una concentración de células en la muestra es de  $0 \div 1 \times 10^7$  cel/ml.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se analizaron los resultados mensuales del recuento de células somáticas de leche cruda bovina obtenidas de los porongos de 23 productores de tres comunidades Manzanayoc, Tambocucho y Llachoccmayoc, de la microcuenca Alpachaca, durante los meses de octubre, noviembre, diciembre del 2018 y enero del 2019, para medir el número de células somáticas.

Los resultados fueron contrastados con la Norma Técnica Peruana (NTP. 202.001.2016), como indicador de la calidad higiénica de la leche cruda bovina de la microcuenca Allpachaca.

**Calidad higiénica de la leche cruda bovina en la época de lluvia de las comunidades de Tambocucho, Manzanayocc y Llachocmayocc.**

Tabla 3.1

Media general de células somáticas (cel./ml) de la leche cruda bovina por comunidad.

Comunidad	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Mediana	Máximo	Media geométrica
Manzanayocc	40	389200.00	265407.01	101000	290500.00	910000	305062.9
Tambocucho	12	593333.33	384540.89	160000	565000.00	1626000	499564.2
Llachoccyamocce	40	384684.21	307875.98	101000	254500.00	1455000	292644.9
total	92	414511.11	305824.95	101000	289000.00	1626000	320132.1

\*N es el número de muestras tomadas por comunidad.

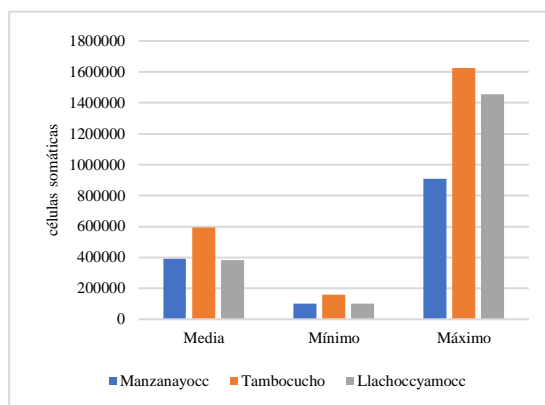
\*\*RCS es el recuento de células somáticas.

En la tabla 3.1. Se observa el recuento de células somáticas en la época de lluvia, la comunidad de Tambocucho, obtuvo 593333.33 cel./ml, Manzanaloc 389200.00 cel./ml y Llachoccyamocce 384684.21 cel./ml. Encontrando un valor medio más alto de células somáticas en la comunidad de Tambocucho; superando los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP), que es de 500,000 cel./ml., mientras que la comunidad de Llachoccmayocc, presento un valor medio bajo de células somáticas; Observándose, que el promedio general de RCS de las comunidades fue de 414 511.11 cel./ml., parámetros permitidos por la NTP.

Figura 3.1: Media general de células somáticas por comunidad.

En el gráfico 3.1 los resultados del recuento de células somáticas de las tres comunidades muestran valores similares con respecto a las comunidades de Manzanayocc (44,44%) y Llachocmayoc (42,22%), son parecidas

debido a unos mejores índices de sanidad e infraestructura.



La comunidad de Tambocucho tiene un promedio de 13.33% que no cumple con el estándar nacional son parecidos a los resultados obtenidos por Gutiérrez, (2016) reporto valores de 561,269±415,329 cel./ml en el año 2012 con un total de 973 observaciones siendo este clasificado en nivel “alto” en RCS no cumpliendo los requisitos de la Norma Técnica Peruana.

**Determinación del recuento de células somáticas de la leche cruda bovina en la época de lluvia en las comunidades de Tambocucho, Manzanayocc y Llachoccmayocc.**

En la tabla 3.2. Se observa la media general de células somáticas (cel./mes) de la leche cruda bovina, por mes.

Tabla 3.2

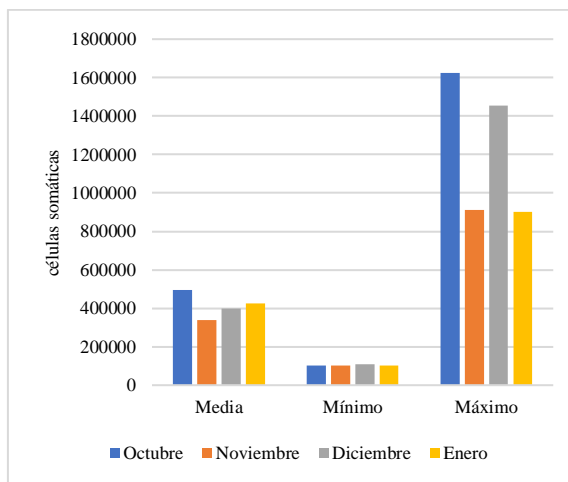
Media general de células somáticas (cel./ml) de la leche cruda bovina por mes.

Meses	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Mediana	Media geométrica
Octubre	23	496695.65	383493.56	101000	1626000	420000.00	367913.15
Noviembre	23	337478.26	237555.13	103000	910000	240000.00	271376.41
Diciembre	23	398173.91	308384.74	110000	1455000	281000.00	312040.25
Enero	23	426761.90	269604.32	101000	900000	360000.00	338787.97
total	92	414511.11	305824.95	101000	1626000	289000.00	320132.12

En el mes de octubre se encontró una media de 496695.65 (cel./ml), enero 426761.90(cel./ml), diciembre 398173.91(cel./ml) y noviembre 337478.26(cel./ml). Asimismo se encontró que el promedio general de células somáticas de los meses del año

2018 y 2019 fue de 414511.11 cel./ml, estos resultados son similares a los estudiados por Ortiz (2011) en Arequipa quien encontró  $505 \times 10^3 \pm 150 \times 10^3$ , los cuales se encuentran por debajo del nivel máximo permitido por la (NTP 2016) clasificándolas como un nivel de recuento de células somáticas aceptable, también se observa que los resultados obtenidos por Sánchez (2013) en la ciudad de la Libertad, obtuvo resultados por encima de lo permitido por la NTP.

Figura 3.2: Media general de células somáticas por mes.



***Determinación del recuento de células somáticas de la leche cruda bovina en la época de lluvia, cumple con los parámetros establecidos por la norma técnica peruana (NTP 202.001.2016)***

Tabla 3.3  
Recuento de células somáticas (células/ml) y su cumplimiento con la NTP.

MES	MEDIA (cel./ml)	NTP (cel./ml)	CUMPLE
Octubre	496 695.65	500 000	Si cumple
Noviembre	337 478.26	500 000	Si cumple
Diciembre	398 173.91	500 000	Si cumple
Enero	426 761.90	500 000	Si cumple

\*NTP es Norma Técnica Peruana (202.001.2016)

También nos muestra en la tabla 3.2 la media máxima del mes de octubre de 496695.65 cel./ml que es un RCS alto y 337478.26 cel./ml del mes de noviembre

que es un RCS bajo, observándose así una variación mínima en el promedio de RCS.

Además, se muestra que la mayoría de los meses mantuvo su promedio; es decir la variación en el recuento de células somáticas entre los meses estudiados fue mínima, con respecto al cumplimiento del requisito con la Norma Técnica Peruana (NTP), alcanza para una calificación de “aceptable”.

**CONCLUSIONES.**

1. La calidad higiénica de la leche cruda bovina en las tres comunidades de la microcuenca Alpachaca en la época de lluvia, se considera "ACEPTABLE" o apta para consumo humano con un promedio de 414511.11 cel./ml que se encuentran por debajo de los parámetros establecidos por la norma técnica peruana.
2. El recuento de células somáticas de la leche cruda bovina en la época de lluvia fue para la comunidad de Tambocucho 593333.33 cel./ml; Manzanayocc 389200.00 cel./ml; Llachocmayocc 384684.21 cel./ml.

**REFERENCIA BIBLIOGRÁFIA**

Culqui, J. (2022). *Evaluación de células somáticas y su relación con la composición nutricional de la leche en bongará* [Tesis]. Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas. <https://orcid.org/0000-0003-0681-0963>

Gutiérrez, M. Y. (2016). *Evaluación del recuento de células somáticas y unidades formadoras de colonias en leche cruda entera de*

*productores con módulo de frío, como indicador de calidad sanitaria e higiénica de julio del 2012 a junio del 2024. Majes Arequipa* [Tesis]. Universidad Católica De Santa María.

Hernández, J. M. y Bedolla, J. L. (2008). *Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche* (REDVET. Revista electrónica de veterinaria, Trans.). IX N°9. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>

INACAL (2016). *Leche y Productos Lácteos. Leche cruda requisitos*. In *Norma Técnica Peruana* (Vol. 6). <https://pdfcoffee.com/ntp-202001-2016-4-pdf-free.html>

Martín, M. (2015). *Hasta dónde pueden bajar las células somáticas* (Frisona Española, Trans.). 203, 100–102. [https://www.revistafrisona.com/Portals/0/articulos/n203/C%C3%A9lulas%20som%C3%A1ticas.pdf?ver=\\_Y57neCIYG2mo4yjCdnhlA%3d%3d](https://www.revistafrisona.com/Portals/0/articulos/n203/C%C3%A9lulas%20som%C3%A1ticas.pdf?ver=_Y57neCIYG2mo4yjCdnhlA%3d%3d)

Monardes, H. y Barria, N. (2015). *Recuento de células somáticas y mastitis* (Agroveter Market, Trans.). <https://www.agrovetermarket.com/investigacion-salud-animal/pdf-download/recuento-de-celulas-somaticas-y-mastitis>

Ortiz, C. Z.; Concha, A.U.; Cayro, J. C. (2011). *Recuento de células somáticas en leche contaminada con residuos de antibióticos* (Rev. Inv. Vet. Perú, Trans.). [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S160991172011000200011&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S160991172011000200011&script=sci_abstract)

Saltijeral, O. J. A.; Córdova, I. A.; Sánchez, L. N. (2003). *Importancia de la calidad de leche desde la vaca hasta la mesa*. In V Congreso Nacional de Control de Mastitis. Aguascalientes, Aguascalientes. México.

Sánchez, Á. I. (2013). *Calidad Higiénica sanitaria de la leche de vaca en los establos de la cuenca lechera de la Libertad* [Tesis]. Universidad Nacional De Trujillo.