



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**“PREVALENCIA DE MASTITIS MEDIANTE EL RECUENTO DE CÉLULAS  
SOMÁTICAS EN BOVINOS DE PRODUCCIÓN LÁCTEA”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Médica Veterinaria Zootecnista

AUTORA: LETTY YAZBECK GOMEZCOELLO ORTEGA

TUTOR: MVZ. CRISTHIAN FABIÁN SAGBAY DÍAZ, MGTR.

Cuenca - Ecuador

2022

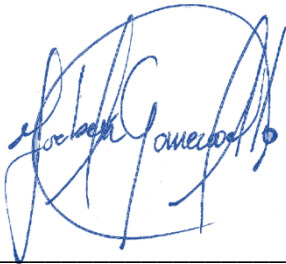
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

Yo, Letty Yazbeck Gomezcoello Ortega con documento de identificación N° 0301902318, manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 14 de diciembre del 2022

Atentamente,



---

Letty Yazbeck Gomezcoello Ortega

0301902318

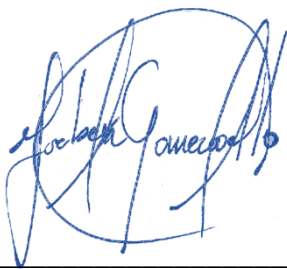
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Letty Yazbeck Gomezcoello Ortega con documento de identificación N° 0301902318, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo experimental: “Prevalencia de mastitis mediante el recuento de células somáticas en bovinos de producción láctea”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médica Veterinaria Zootecnista, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 14 de diciembre del 2022

Atentamente,



---

Letty Yazbeck Gomezcoello Ortega

0301902318

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Cristhian Fabián Sagbay Díaz con documento de identificación N° 0105210942 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “PREVALENCIA DE MASTITIS MEDIANTE EL RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN BOVINOS DE PRODUCCIÓN LÁCTEA”, realizado por Letty Yazbeck Gomezcoello Ortega con documento de identificación N° 0301902318, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 14 de diciembre del 2022

Atentamente,



---

MVZ. Cristhian Fabián Sagbay Díaz, Mgtr.

0105210942

## DEDICATORIA

Este trabajo experimental se lo dedico a todos los Médicos Veterinarios que construyen esta profesión y crean en los niños el anhelo de seguir sus pasos, tal como un día formaron en mi un sueño de infancia; y de manera especial a Víctor Napoleón Gomezcoello Rodríguez, mi padre y a Blanca Carlota Ortega Sacoto, mi madre quienes juntos con esfuerzo construyeron el camino para que cumpliera ese sueño.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mis padres por su apoyo abnegado; a mis profesores que compartieron sus conocimientos e impartieron en mí su experiencia tanto académica como de vida, particularmente a mi tutor, MVZ. Cristhian Sagbay quien colaboró conmigo en el presente trabajo investigativo, a la Dra. Mónica Brito quien ha servido de figura inspiracional para mi vida profesional; a mis colegas y amigos que entrelazaron sus sueños y proyectos con los míos; y a todos quienes han confiado en mi capacidad.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. Problemática.....	13
1.2. Delimitación .....	15
1.2.1. Temporal .....	15
1.2.2. Espacial .....	15
1.2.3. Académica.....	16
1.3. Explicación del problema.....	17
1.4. Objetivos .....	20
1.4.1. Objetivo general .....	20
1.4.2. Objetivos específicos.....	20
1.5. Hipótesis.....	20
1.5.1. Hipótesis nula.....	20
1.5.2. Hipótesis alternativa.....	20
1.6. Fundamentación teórica .....	21
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL.....	22
2.1. Industria láctea .....	22
2.2. Bovinos de leche .....	22
2.2.1. Razas bovinas de producción láctea.....	23
2.2.1.1. Raza Holstein .....	23
2.2.1.2. Raza Jersey.....	24
2.2.1.3. Raza Suiza.....	25
2.2.1.4. Mestizaje .....	26
2.3. Etapas de lactancia .....	26
2.3.1. Vaca seca.....	26
2.3.2. Lactancia .....	27
2.4. Leche.....	28
2.4.1. Componentes de la leche.....	30
2.4.2. Calidad fisicoquímica.....	31
2.4.3. Calidad higiénico-sanitaria.....	32
2.4.4. Calidad tecnológica.....	33
2.5. Mastitis.....	34
2.5.1. Mastitis Clínica .....	34
2.5.2. Mastitis Subclínica .....	35

2.6.	Recuento de Células Somáticas.....	36
2.6.1.	Métodos para el Conteo de Células Somáticas. ....	37
2.7.	Resumen del estado del arte del estudio del problema.....	40
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	41
3.1.	Materiales.....	41
3.2.	Toma de muestra .....	42
3.3.	Técnicas de valoración.....	42
3.4.	Diseño estadístico.....	42
3.5.	Población y muestra .....	43
3.6.	Operacionalización de variables.....	43
3.6.1.	Variable independiente:.....	43
3.6.2.	Variable dependiente:.....	43
3.7.	Consideraciones éticas .....	44
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	45
5.	CONCLUSIONES .....	53
6.	RECOMENDACIONES .....	54
7.	REFERENCIAS .....	55
8.	ANEXOS.....	63



## RESUMEN

La investigación tuvo lugar en la parroquia Victoria del Portete, provincia del Azuay – Ecuador, se tomaron las muestras de 115 vacas en lactación con el objetivo de determinar el porcentaje de animales con alto recuento de células somáticas (RCS), relacionar el RCS con las etapas productivas de las unidades de estudio y demostrar si las ganaderías cumplen con los estándares de calidad higiénica nacionales e internacionales, considerando la gran importancia que tiene la mastitis como enfermedad en la industria lechera y la leche como alimento en la comunidad; para ello se tomaron 40 ml de leche por vaca, se enviaron a analizarse al “Centro de Investigación de la leche de la Universidad Politécnica Salesiana” y se hizo uso del método citometría de imagen de Fossomatic Minor para su análisis. Los resultados más relevantes fueron: el 35,65% de los animales resultaron positivos a mastitis clínica y el 17,39% a mastitis subclínica; en cuanto a la relación existente entre los resultados de RCS y las etapas productivas, la mayor correlación fue con la variable de edad (0,32), seguida por la correlación negativa con producción (-0,31), la correlación con el número de lactancia (0,29) y, por último, con el tiempo en lactación (0,24); por otra parte, se pudo notar que el tipo de ordeño también influyó en los resultados de RCS levemente, siendo más altos los valores de las muestras obtenidas por ordeño manual. Además, se pudo determinar que los resultados de RCS sobrepasaron la normativa vigente, con una media de  $1683,63 \times 10^3$  cél/ml, muy por encima de las  $500 \times 10^3$  cél/ml que es el límite de la normativa.

Palabras clave: Células somáticas, bovinos, leche, etapas productivas.

## ABSTRACT

The investigation took place in the Victoria del Portete parish, province of Azuay - Ecuador, samples were taken from 115 lactating cows with the aim of determining the percentage of animals with high somatic cell count (SCC), relating the SCC with the productive stages of the study units and demonstrate whether the herds meet national and international hygienic quality standards, considering the great importance of mastitis as a disease in the dairy industry and milk as food in the community; To get this, 40 ml of milk per cow were taken, sent to be analyzed at the "Centro de Investigación de la leche de la Universidad Politécnica Salesiana" and the Fossomatic Minor image cytometry method was used for analysis. The most relevant results were: The 35.65% of the animals were positive for clinical mastitis and 17.39% for subclinical mastitis; Regarding the relationship between the results of SCC and the productive stages, the highest correlation was with the age (0.32), followed by the negative correlation with production (-0.31), the correlation with the number lactation (0.29) and, finally, with the days in lactation (0.24); Besides, the type of milking also influenced the SCC results slightly, the results of the samples obtained by manual milking were higher. Finally, the SCC results exceeded the current regulations, with an average of  $1,683.63 \times 10^3$  cells/ml, far higher than  $500 \times 10^3$  cells/ml, which is the limit of the regulations.

Keywords: Somatic cells, cattle, milk, productive stages.

## 1. INTRODUCCIÓN

La leche es uno de los productos agrícolas más producidos y valiosos del mundo. En 2013, la leche, con una producción total de 770.000 millones de litros valuada en 328.000 millones de dólares estadounidenses, ocupó el tercer lugar por tonelaje de producción y fue el producto agrícola más importante en términos de valor en el mundo. La leche forma parte del 27% del valor agregado global del ganado y el 10% del de la agricultura. (FAO, 2016)

La producción de leche en Ecuador mueve alrededor de 700 millones de dólares al año dentro de la cadena primaria. Mientras que, durante toda la cadena, que incluye transporte, industrialización, comercialización, se manejan más de 1.000 millones de dólares anuales. (EL TELÉGRAFO, 2013; como fue citado por Argudo, 2016, p. 22)

La producción de leche cruda se ubica especialmente en las provincias de la Sierra del país y en Manabí, donde, según los registros oficiales de la Superintendencia de Control de poder de mercado en el año 2019, existieron aproximadamente 280 mil productores. (Campaña y Aguilar, 2021, p. 12)

Las infecciones intramamarias afectan aproximadamente al 50% de las vacas de leche independientemente de que existan buenas prácticas de manejo en la explotación. Se estima que la incidencia anual media de mastitis crónica se sitúa alrededor de 20 – 25 casos por cada 100 vacas expuestas. No obstante, algunas granjas presentan porcentajes más elevados. (Prado, 2015, p. 18)

Es claro que el desencadenante de las pérdidas económicas de la mastitis está en la reducción de la producción y el coste de la reposición de los animales. Estos hechos hacen que la mastitis sea la enfermedad que más pérdidas produce en una explotación lechera. (Calvet, Cerviño, et al., 2016, p. 450)

“En Ecuador en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2015, elaborada por el INEC, se refleja que la Mastitis es la segunda enfermedad más prevalente en el país, solo después de la hipocalcemia” (INEC, 2015)

Una vaca cuyas glándulas mamarias no esten infectadas ni afectadas por ningún proceso inflamatorio presenta RCS en leche que oscilan entre 50.000 y 150.000 células/ml; y en las vacas de primera lactación entre 50.000 y 100.000 células/ml. (Calvet, Carviño, et al., 2016, p. 53)

Para producir derivados lácteos de buena calidad, se tiene que utilizar leche de óptima calidad que cumpla con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos. Por lo tanto, no se debe utilizar leche que provenga de animales enfermos; por ejemplo, con brucelosis, tuberculosis, mastitis, etcétera., ni con tratamiento antibiótico, porque pueden causar enfermedades en los consumidores, como alergias, diarreas o resistencia antibiótica. (Buendía, 2016, p. 48)

Por todo lo mencionado el presente trabajo experimental tiene como objetivo determinar la prevalencia de mastitis mediante el recuento de células somáticas en ganado lechero en la parroquia de Victoria del Portete considerado uno de los sectores más fuertes de producción de leche en la Provincia del Azuay.

### 1.1. Problemática

La mastitis es sin lugar a dudas la enfermedad más recurrente en las ganaderías de leche alrededor del mundo, en Ecuador constituye uno de los principales problemas sanitarios que encaran los pequeños y medianos productores en sus hatos, muchas veces por desconocimiento o falta de regulación en las actividades pecuarias.

La mastitis es una patología de origen multifactorial y provocada por un sin número de microorganismos que continuamente cambian su dinámica ecológica por las constantes mutaciones que sufren los agentes etiológicos que hacen difícil su tratamiento y erradicación, además de la resistencia de los animales por el mal uso de los antibióticos para tratar esta enfermedad. (Bonifaz y Conlago, 2016, p. 44)

En Rocafuerte, provincia de Manabí, Avellán, Zambrano, De la Cruz, Cedeño, Delgado, Rezabala y Macías (2019) determinaron que existía una prevalencia de 38,57% de mastitis subclínica con un muestreo de 280 vacas tomadas al azar.

En 2016 en Paquiestancia, cantón Cayambe en un estudio ejecutado por los investigadores Bonifaz y Conlago (2016) se determinó una incidencia del 70% de mastitis utilizando CMT (California Mastitis Test).

En el país la mayor parte de medidas que se instauran contra la mastitis en pequeñas y medianas ganaderías son de mitigación y muy pocas de prevención de la enfermedad, es así que día con día se expenden centenares de antimastíticos que con su uso indiscriminado desmejoran la calidad de la leche entregada a los consumidores y encarecen los costos de producción, añadiendo una pérdida adicional a la ya baja cantidad de producción que genera la enfermedad, al trabajo extra de los operadores y a las penalizaciones de las industrias procesadoras.

Por ello es relevante hacer un diagnóstico del comportamiento de la enfermedad en el sector y entregarle esta información a los ganaderos que son quienes tendrán que tomar medidas para incrementar sus ganancias y finalmente producir leche de calidad para los consumidores.

## 1.2. Delimitación

### 1.2.1. Temporal

La presente investigación tuvo una duración de 400 horas distribuidas tanto para la elaboración del trabajo experimental como para la toma de datos y desarrollo del trabajo final.

### 1.2.2. Espacial

La toma de muestras se realizó en la Parroquia Victoria del Portete, esta se encuentra ubicada al Sur del cantón Cuenca, provincia del Azuay. Tiene una superficie de 19543.76 Ha; representa el 5,67% aproximadamente de la superficie del cantón Cuenca. Está ubicada a 25 kilómetros de distancia siguiendo la vía Panamericana Sur desde Cuenca, hasta llegar al centro parroquial, se encuentra en las coordenadas: longitud  $X = 715370$  Latitud  $Y = 9661811$ . Limita al Norte con Parroquia Tarqui y Baños, al Sur con Parroquias San Gerardo y Girón del Canto Girón, al Este con Parroquia de Cumbe y al Oeste con Parroquias de Baños (Troya, 2015)

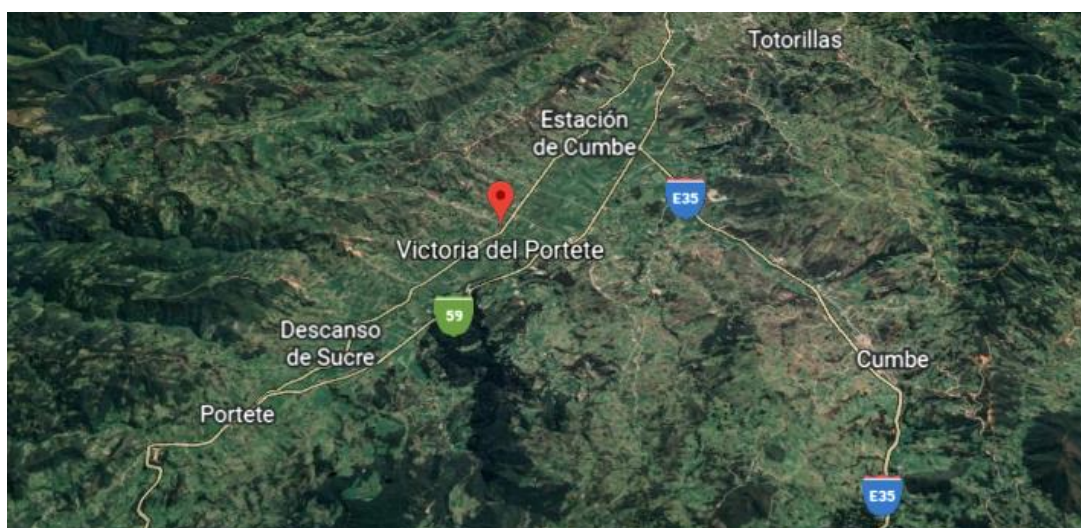


Figura 1. Ubicación Victoria del Portete. Tomado de Google Earth, 2022

### 1.2.3. Académica

Este trabajo experimental está orientado a la Salud Pública donde enfoca aspectos como la Sanidad Animal y calidad de la leche. Y es un material que se encuentra disponible para la Universidad Politécnica Salesiana y sus estudiantes.



### 1.3. Explicación del problema

La mastitis es la enfermedad más importante del vacuno lechero a nivel mundial. Se produce debido a la reacción inflamatoria que sufre la glándula mamaria en respuesta a una infección; la leche de los animales afectados puede contener residuos de antibióticos y ser potencialmente transmisora de zoonosis. (Prado, 2015, p. 3)

“El cuadro clínico de esta enfermedad puede variar desde una inflamación sobre aguda con toxemia y muerte del animal (mastitis clínica), hasta casos inaparentes que solo pueden ser detectados a través de pruebas diagnósticas especiales” (mastitis subclínica). (Castillo, Suniaga, Rojas y Hernández, 2009, p. 66)

La mastitis puede ocurrir en formas subclínicas, agudas, gangrenosas o crónicas. La mastitis subclínica es la más prevalente, con 15 a 40 casos subclínicos por cada evento clínico. Durante la mastitis subclínica, la leche suele ser visiblemente normal, pero la concentración de MSCC (Milk Somatic Cells Count) aumenta o se identifican patógenos a partir de muestras de leche procesadas para pruebas bacteriológicas. (Akers, 2002, p. 120)

La mastitis subclínica es la forma más frecuente e importante de esta enfermedad, por cuanto no hay presencia de signos clínicos aparentes y se debe siempre recurrir a pruebas diagnósticas especiales, además, su presencia en los rebaños es de orden multifactorial, donde se conjugan factores ambientales y de manejo, donde se incluye el ordeño, el cual juega un papel determinante en la frecuencia de aparición de la enfermedad (Faría, et. al. 2005, como se citó en Castillo et al. (2009) p. 66)

En la mastitis existe el peligro de que la contaminación bacteriana de la leche de vacas enfermas impida su consumo humano al provocar intoxicación alimentaria, o interferir con procesos de elaboración o, en casos raros, proporcionar un mecanismo de

diseminación de enfermedad a los seres humanos. La tuberculosis, la faringoamigdalitis estreptocócica y la brucelosis pueden transmitirse de esta forma, especialmente con leche no pasteurizada. (Radostits, Gay, Blood, y Hinchcliff, 2002, p. 720)

El contenido de las bacterias de la leche es muy importante, siempre habrá más microorganismos si su contenido en la materia prima inicial es alto, aun pasteurizando la leche. Puede haber bacterias que causen zoonosis y por tanto que pueden ser potencialmente patógenas para las personas, provocando intoxicaciones o infecciones. (Calvet, Cerviño, et al., 2016, p. 458)

Por otro lado, se considera que la producción de la leche disminuye al aumentar el SCC (Somatic Cell Count), pero la relación entre el recuento celular y la producción no es directa. Sin embargo, existe una relación directa negativa entre la transformación logarítmica del SCC y la producción, al aumentar la puntuación lineal disminuye la producción. Las estimaciones de las pérdidas de producción de leche varían entre el 3 y el 6% con cada aumento de una unidad de LS en relación con una referencia de LS3. (Radostits et al., 2002, p. 810)

La durabilidad del producto también es un hecho relevante. El producto pasteurizado elaborado a partir de leche con un recuento de células somáticas inferior a 200.000 cél. /ml va a tener una mayor calidad a los 14 días que si partimos de una leche con 500.000 cél. /ml en esto influye la degradación enzimática de las proteínas que se produce durante el almacenamiento en refrigeración, esto provocará problemas de olor y textura. (Calvet, Cerviño, et al., 2016, p. 458)

Es así que la realización de este trabajo investigativo va encaminado a la obtención de datos cuantitativos acerca del parámetro RCS (Recuento de Células Somáticas) relacionado con la calidad de la leche, para la detección de mastitis en hatos ganaderos

del sector de Victoria del Portete. En segundo lugar, se podrá determinar la asociación entre los valores del RCS con el número de lactancias y etapa en la curva de lactancia en la que se encuentren los bovinos analizados. Y como último punto, se valorará la calidad de la leche producida en este sector determinando si está dentro de las normativas locales e internacionales ya estandarizadas.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo general

Determinar la prevalencia de mastitis mediante el recuento de células somáticas en ganado lechero en la parroquia de Victoria del Portete.

### 1.4.2. Objetivos específicos

1.4.2.1. Determinar qué porcentaje de los animales en estudio presentan recuentos de células somáticas elevados que influyan en la integridad de la glándula mamaria.

1.4.2.2. Relacionar el recuento de células somáticas con las etapas productivas de las unidades de estudio.

1.4.2.3. Demostrar si las ganaderías cumplen con los valores establecidos a nivel local e internacional con respecto al recuento de células somáticas.

## 1.5. Hipótesis

### 1.5.1. Hipótesis nula.

Existe baja prevalencia de mastitis en la parroquia Victoria del Portete.

### 1.5.2. Hipótesis alternativa

Existe alta prevalencia de mastitis en la parroquia Victoria del Portete.

## 1.6. Fundamentación teórica

Esta investigación estuvo encaminada a obtener datos claros y verificables con respecto al recuento de células somáticas y su relación con las diferentes etapas productivas de los individuos, determinando la prevalencia de mastitis en el sector y contribuyendo a la concientización de los ganaderos, encaminando la producción local hacia la mejora de la calidad de los productos lácteos.

## 2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

### 2.1. Industria láctea

La producción de leche se conoce hace más de 6 000 años [...] el animal productor de leche más extendido en todo el mundo es la vaca, que puede encontrarse en todos los continentes y prácticamente en todos los países. (Bylund, 2003, pp. 1, 2)

En América, hace su aparición el ganado vacuno en el año 1495, traído por los españoles [...]. En el siglo XIX los países de Dinamarca y Alemania hacen del vacuno una importante industria, estableciendo acertadas innovaciones en su cría y explotación por medio de la selección, alojamiento, alimentación y cuidados especiales. (Durán, 2006, p. 217 - 218)

En la actualidad son muchos los productos lácteos que podemos encontrar en las estanterías de los supermercados o de las tiendas especializadas. [...] Las granjas e industrias utilizan equipos y procesos tecnológicos que se caracterizan por su higiene (predomina el acero inoxidable) y su automatización. (Madrid, 2017, p. 9)

### 2.2. Bovinos de leche

Los bovinos de leche son animales importantes porque son rumiantes y, por tanto, pueden digerir productos no aptos para el consumo humano, como forrajes y subproductos agrícolas, son capaces de producir leche en grandes cantidades y producen buena cantidad de subproductos valiosos, como carne y estiércol. (Koeslag, 2015, p. 11)

### 2.2.1. Razas bovinas de producción láctea.

Se observa en estos animales: cabeza ligera y poco carnosa; cuernos y huesos delgados, tórax ancho, costillares redondos y profundos; pelvis ancha y muy larga; cola delgada; piel fina, suave, fácilmente separable del tejido y sobre todo mamas anchas, no carnosas, de venas muy desarrolladas y provistas en su nacimiento de cuatro pezones bien desarrollados. (Durán, 2006, pp. 219, 220)

#### 2.2.1.1. Raza Holstein

El ganado Holstein se reconoce rápidamente por sus distintivas marcas de color y su excelente producción de leche [...] más de 22 millones de animales están registrados en el libro genealógico de la Asociación Holstein USA. La ascendencia de la mayoría de estos animales se remonta a animales originalmente importados de los Países Bajos. (Holstein Association USA, 2022)

De origen holandés, mejorada en Estados Unidos y en varios países latinos. La mayor por su tamaño en las razas lecheras. [...] Se adapta a praderas y establos, comen bien forrajes secos concentrados. Terminando su vida útil como productora de leche, engorda hasta aumentar su valor comercial y pasa a ser útil como productora de carne. (Durán, 2006, p. 222)

El color característico de la raza Holstein es blanco manchado de negro. En ocasiones se observan ejemplares con manchas rojas. La proporción de los dos colores es variable, aunque siempre debe ser blanco el abdomen, la borla de la cola y parte de las extremidades. (Koeslag, 2015, p. 37)

La raza Holstein es la más pesada de las razas lecheras; las vacas maduras en buen régimen de alimentación llegan a pesar, en promedio, 645 kg y los toros de 1 000 a 1 100

kg; no obstante, muchos animales rebasan este peso. Al nacer, las hembras pesan de 38 a 42 kg y los machos de 40 a 45 kg. (Ávila y Gutiérrez, 2010, p. 30)

Las vacas Holstein son las mejores productoras de leche, pero el contenido de grasa butírica de la leche no es muy alto. Por su alta producción, los animales puros raza Holstein no soportan bien los climas tropicales. (Koeslag, 2015, p. 37)

La productividad de esta raza muestra variación según la estirpe que se trate, los mayores rendimientos los ostenta la estirpe Holstein Americana, con un promedio de 10 500 a 11 300 kg en leche por lactación; los animales Holstein Canadienses rinden 9 400 kg; el Frisón Holandés tiene un rendimiento promedio de 8 300 kg por lactación y el neozelandés alcanza solo 4 500 kg por lactación, por la alimentación exclusiva con forraje. (Ávila y Gutiérrez, 2010, p. 30)

#### 2.2.1.2. Raza Jersey

“Jersey es una raza de ganado vacuno de origen británico el cual su pelaje es marrón claro, reconocido por el alto contenido graso de su leche y por la docilidad de sus vacas.” (Asociación Jersey del Ecuador, 2022)

La raza Jersey es ligera y es la del tipo más refinado, la piel es fina y el pelo corto. El color varía del cervato al café o al café negruzco, la cabeza es pequeña, los ojos son saltones y el hocico oscuro. Por lo que al peso refiere, la vaca adulta pesa en promedio 430 kg y tiene 1.20 m de alto; y los toros 680 kg y 1.51m de altura. (Ávila y Gutiérrez, 2010, p. 32)

Esta raza es la más pequeña de las razas lecheras europeas. Sin embargo, son animales de gran capacidad de producción de leche y especialmente de grasa butírica. El contenido promedio de grasa es de 5% y se puede encontrar animales que producen leche con 6% de grasa. (Koeslag, 2015, p. 38)



Respecto a su leche, se trata de la más rica en grasa y sólidos totales. El promedio de producción es de 8 120 kg por lactancia en EUA y de 6 823 por lactancia para el ganado canadiense. (Jersey Cattle Society, 2008, como fue citado en (Ávila y Gutiérrez, 2010, pp. 32, 33)

La raza Jersey se usa con frecuencia para producir leche destinada a la elaboración de productos lácteos, tales como queso, crema y mantequilla. (Koeslag, 2015, p. 38)

#### 2.2.1.3. Raza Suiza

Las vacas Brown Swiss son vacas de bajo mantenimiento, alta producción y adaptables que viven mucho tiempo y generan dinero para los productores lecheros. (Brown Swiss Association, 2014)

Las vacas adultas pesan de 600 a 800 kg; los toros adultos, de 800 a 1200 kg. El color del pelaje del ganado suizo va del pardo oscuro al claro. Los animales tienden a cambiar de color según la edad y la estación del año. Al nacer, los becerros son de color café o gris claro, casi blanco y oscurecen a medida que crecen. Una característica de la raza es que tienen pelaje de color gris claro alrededor del hocico, los parpados, los ijares y la línea media del dorso. Las mucosas y pezuñas son negras. (Koeslag, 2015, pp. 37, 38)

Brown Swiss produce grandes volúmenes de leche con altos componentes, con una proporción ideal de grasa y proteína para la elaboración de queso. Por esta razón, los productores de Brown Swiss a menudo reciben más dinero por cada 100 libras de leche que los propietarios de otras razas. Un recuento bajo de células somáticas también contribuye a la demanda de ganado Pardo Suizo. El promedio de 305 días de lactación para Brown Swiss es 10 473 Kg de leche, 424 Kg de grasa y 347 Kg de proteína. (Brown Swiss Association, 2014)

#### 2.2.1.4.Mestizaje

El mestizaje se utiliza para combinar los rasgos de dos o más razas. Un animal mestizo tiene padres de razas diferentes. De hecho, la mayoría de razas que existen hoy en día se han originado mediante mestizaje, seguido por crías selectivas para estandarizar determinados rasgos. La heterosis o vigor híbrido se da cuando se aparea dos animales genéticamente diferentes. La descendencia es superior a los padres. Si el objetivo es criar terneros más grandes o vacas más fértiles que viven más tiempo, producen más leche y son más eficientes en la comida, se puede lograr con más rapidez mediante un cuidadoso mestizaje. (Smith, 2011, p. 10)

### 2.3. Etapas de lactancia

#### 2.3.1. Vaca seca

La vaca no está en estado de ordeño, dura hasta el momento en el que va a nacer el ternero. (Durán Ramírez, 2013, p. 119)

En esta etapa se entran las vacas con más de 7 meses de gestación, que tienen que descansar como mínimo 60 días entre parto y parto. En el inicio de seca que va desde la fecha de secado hasta 21 días antes del siguiente parto la dieta debe ser a base de forraje con alta cantidad de materia seca, para ayudar al secado de la ubre; y al final del secado, los últimos 21 días previos al parto las vacas se hallan en una etapa de transición, su alimentación debe estar basada en un alto contenido de nutrientes para la formación de un calostro de calidad. (Fernández, 2015, p. 134, 135)

### 2.3.2. Lactancia

Tan pronto ocurre la parición, el ternero debe mamar el calostro, entrando la madre en estado de vaca de ordeño, comienza a ordeñarse dos veces por día todos los días, durante 300 días. Entre los 60 y 90 días posteriores a la parición, la vaca está en condiciones de quedar preñada nuevamente. Es muy importante el cuidado y alimentación de la vaca, durante los primeros 60 días posteriores al parto, considerado como un periodo crítico. (Durán, 2013, p. 119)

En condiciones ideales, la vaca producirá leche durante los 10 meses posteriores al parto. El pico de producción de una vaca lechera se sitúa en la sexta a octava semana posparto. A partir de este momento, la producción de leche va disminuyendo lentamente hasta el final de la lactación o el inicio del periodo de secado. (Prado, 2015a, p. 11)

Las producción se puede dividir en tres tercios, durante la primera etapa de lactación cuya duración promedio es de 90 días y se obtiene aproximadamente el 40% de leche del total, las vacas alcanzan su máximo pico de producción entre los 49 y 56 días después del parto y las vacas muestran pérdidas marcadas de peso por el balance energético negativo; en el segundo tercio de producción comienza la disminución de la producción de leche, en esta etapa se espera que la vaca sea una lactante preñada este periodo debe durar aproximadamente 135 días y en la etapa final teóricamente la vaca tiene entre 6,5 y 7 meses de producción de leche t 4 a 5 meses de gestación, tiene una duración de 75 días, y se considera el momento propicio para alcanzar una condición corporal de 3,5 maximizando el aporte nutricional. (Fernández, 2015, pp. 118–122)

## 2.4. Leche

Se entiende por leche para el consumo humano; es la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas y bien alimentadas, libre de calostro. La leche de consumo debe tener las siguientes características:

- Provenir de animales sanos y limpios.
- Ser pura, limpia y estar exenta de materias antisépticas, conservadores y neutralizantes.
- Ser de color, olor y sabor característicos.
- No coagular por ebullición.
- No contener sangre ni pus.
- Densidad no menor de 1.031 a 15.5 °C.
- Contener únicamente grasa propia de la leche.
- Tener un grado de refracción a 20°C, no menor de 37 ni mayor de 39, por el método del sulfato de cobre.
- Tener acidez expresada en ácido láctico, no menor de 1.3 ni mayor de 1.7 g/L.
- Contener no menos de 83 ni más de 89 g/L de sólidos de leche no grasos.
- Contener no menos de 0.85 ni más de 1.0 g/L de cloruros expresados como cloro por el método de Volhard.
- Tener un punto crioscópico entre -0.530 y -0.550 °C, con el crioscopio de Horvet.
- Tener reacción negativa a la prueba de alcohol a 68%.
- Tener reacción positiva a la prueba de alcohol a 96%.

- Contener lactosa de 43 a 50 g/L por el método polarimétrico de Wiley o por método de Fehning.
- Contener únicamente proteínas propias de la leche en un mínimo de 30 g/L, a excepción de la leche pasteurizada de alta calidad que contendrá como mínimo 33 g/L.
- Ser negativa a la prueba de los inhibidores.
- Ser negativa a prueba de la sacarocinta.
- Ser sometida a pasteurización o informar al consumidor sobre la necesidad de someterla a un proceso de ebullición previamente a su ingestión. (Guillé Pérez, 2005, pp. 58, 59)

La leche es segregada en la ubre de la vaca, que es un órgano semiesférico dividido en mitades, izquierda y derecha. Cada mitad está dividida en cuartos por un pliegue transversal, cada cuarto tiene un pezón con su propia glándula mamaria separada del resto, lo que en teoría podría dar lugar a cuatro diferentes calidades de leche procedentes de la misma vaca. (Bylund, 2003, p. 3)

A diferencia de las demás especies de mamíferos, nosotros, los humanos, (o muchos de nosotros) tomamos leche de otras especies, incluso en la vida adulta. La leche forma parte de la nutrición humana desde principios de la humanidad. El ser humano comenzó a utilizarla alrededor de los años 6000-8000 a. C. Los antiguos egipcios mantenían vacas, cabras y ovejas para ordeñar. [...] Los dos aportes tecnológicos más importantes que permitieron la comercialización de la leche fueron la pasteurización y el envasado. (Gigli, 2014, p. 15)

### 2.4.1. Componentes de la leche

Las cantidades de los distintos componentes principales de la leche pueden variar considerablemente entre vacas de diferentes razas e incluso entre individuos de la misma raza. Por lo tanto, solo se pueden especificar valores límites para esas variaciones. (Bylund, 2003, p. 18)

Tabla 1. Composición porcentual de la leche

Componente	Vaca (%)	Oveja (%)	Cabra (%)
Hidratos de carbono	4,9 – 5,2	4,1 – 4,3	4,6 – 4,7
Grasas	3,1 – 3,7	7,8 – 8	4 – 4,1
Caseína	2,8 – 2,9	4,1 – 4,2	2,8 – 3
Albumina	0,5 – 0,6	0,9 – 1	0,8 – 0,9
Sales	0,7 – 1	0,9 – 1,1	0,8 – 1
Agua	87,2 – 87,3	80,7 – 80,9	86,6 – 86,8
Extracto seco	12,7 – 12,8	18,1 – 18,2	13,3 – 13,4

(Madrid, 2017, p. 10)

Los tres tipos de leche más empleados en la elaboración de productos lácteos, sin duda alguna, son las de vaca, oveja y cabra. Su contenido en proteínas, grasas, hidratos de carbono, sales, etcétera., pueden variar según las razas época del año, alimentación estado del animal, etcétera. [...] por tanto, no se deben tomar como fijas las cifras dadas en todas las tablas, ejemplo de ello a continuación la variación entre razas. (Madrid, 2017, pp. 10, 12)

Tabla 2. Composición promedio de leche (%) por raza

Raza	Grasa	Proteína	Lactosa	Solidos no grasos (SNG)	Solidos Totales (ST)
Pardo suizo	4,00	3,50	4,80	9,00	13,00
Holstein	3,60	3,15	4,60	8,50	12,00
Jersey	4,80	3,80	3,80	9,40	14,20

(Madrid, 2017, p. 12)

#### 2.4.2. Calidad fisicoquímica

Principalmente identificada por el porcentaje de grasa y el porcentaje de proteína. Pero, además, la compone la lactosa y el extracto seco magro. (Calvet, Cerviño, et al., 2016, p. 50)

Las pruebas relacionadas con propiedades fisicoquímicas notables que revelan su estado de frescura, evolución y condición de estabilidad ante un posible tratamiento de transformación. (Villegas de Gante y Santos, 2013, p. 19)

Es muy importante poder evaluar la diferencia existente entre el porcentaje de grasa y proteína ya que nos marca un diferencial de seguridad en la salud de los animales, puesto que no debemos olvidar que trabajamos con rumiantes. El valor normal del porcentaje de grasa es del 3,20%. Y resulta más importante conocer la tendencia de la granja a lo largo del tiempo que los resultados puntuales. (Calvet, Cerviño, et al., 2016, p. 50)

Entre las pruebas para calidad fisicoquímica se incluyen la medición de temperatura, pH, prueba de densidad, acidez titulable, grasa (método Gerber), prueba de estabilidad al alcohol, etcétera.

Existen equipos cuyo funcionamiento se basa en rayos infrarrojos (MilkoScan) y en ultrasonido (ECOMILK y LACTOSCAN) para la determinación de algunos componentes químicos y propiedades fisicoquímicas de la leche, como: sólidos no grasos (SNG), proteínas, grasa, densidad y punto crioscópico, simultáneamente. (Villegas de Gante y Santos, 2013, p. 28)

#### 2.4.3. Calidad higiénico-sanitaria

Los parámetros más importantes para determinar la calidad higiénico-sanitaria de la leche son el recuento de células somáticas (RCS) y el conteo de unidades formadoras de colonia (UFC), que tienen mucho que ver con la higiene del hato e instalaciones y la salud de la ubre.

La leche es un excelente sustrato para numerosos microorganismos por su elevado contenido en agua, su pH casi neutro y su riqueza en sustancias nutritivas: glúcidos, proteínas, lípidos y sales. Sobre todo, constituye un excelente medio de cultivo para los organismos heterótrofos aptos para asimilar lactosa y proteínas. (Calvet, Cerviño, et al., 2016, p. 193)

La cuantificación de células somáticas es útil para identificar vacas con mastitis, monitorear el tratamiento antimastítico en vacas enfermas, verificar el estado de vacas recién paridas o por secarse y monitorear la salud de la ubre de vacas individuales. (Villegas de Gante y Santos, 2013, p. 42)

Las alteraciones de la glándula mamaria (calor, inflamación, dolor, enrojecimiento) se detectan durante la exploración o en el momento del ordeño. Las alteraciones de la leche se detectan empleando un recipiente con filtro que ayuda a determinar si existen grumos, coágulos, fibrina, así como si la leche presenta aspecto acuoso o tiene un color alterado. (Prado, 2015b, p. 41)



La cuenta de bacterias mesófilas aerobias se determina con el fin de conocer el grado de contaminación del producto, en este caso leche cruda, y para comparar resultados con las normas sanitarias. (Villegas de Gante y Santos, 2013, p. 55)

La elevación en el recuento bacteriológico de la leche suele ser por bacterias ambientales procedentes de la piel de la mama o del ambiente. Los microorganismos ambientales pueden provenir de la atmósfera de los establos, más o menos cargada de gérmenes procedentes de los excrementos (coliformes, E. coli, enterococcus), de la atmósfera de la sala de ordeño, de los utensilios y equipamiento (termorresistentes y psicotrofos), del forraje (esporulados anaerobios) y del agua (Pseudomonas). (Calvet, Cerviño, et al., 2016, p. 193)

Cuando se requiere investigar el contenido de microorganismos viables en un alimento, la técnica comúnmente utilizada es la cuenta en placa. En realidad, esta técnica no pretende evidenciar todos los microorganismos presentes. La variedad de especies y tipos diferenciables hacen que el número de colonias contadas constituya una estimación de la cifra presente que, no obstante, refleja si el manejo sanitario del producto ha sido adecuado. (Villegas de Gante y Santos, 2013, p. 55)

#### 2.4.4. Calidad tecnológica

Si se usa leche mastítica para hacer queso, el suero permanece o suele quedar retenido en las cuajadas y después surge el desarrollo de malos olores en el queso. Son de esperar bajos rendimientos de queso hecho con leche mastítica, debido a su bajo contenido de caseína, pero surge un problema más grave cuando el veterinario o el ganadero emplean medicación contra la enfermedad, sin desviar el suministro de leche de las vacas tratadas del abastecimiento de la fábrica de queso. Los antibióticos y los agentes quimioterápicos inyectados en la ubre, aparecen en la leche de los siguientes ordeños y si

la leche se usa para hacer queso, evitan el crecimiento de las bacterias ácido lácticas (BAL) necesarias en el proceso; algunos otros medicamentos pueden causar olores extraños en la leche. (Robinson y Wilbey, 2010, p. 45)

## 2.5. Mastitis

La mastitis es la inflamación del parénquima de la glándula mamaria, independientemente de su causa. Este proceso se caracteriza por diversos cambios físicos y químicos en la leche y por alteraciones patológicas en el tejido glandular. Los cambios más importantes que se producen en la leche incluyen la modificación del color, la presencia de coágulos y un gran número de leucocitos. (Radostits et al., 2002, p. 711)

Son muy diversos los gérmenes que pueden infectar la mama y provocar mamitis, principalmente especies de los géneros *Streptococcus* y *Staphylococcus* y secundariamente *Escherichia*, *Corynebacterium*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, anaerobios diversos y también lavaduras. (Alais, 2018, p. 405)

Con excepción de *Mycoplasma spp*, que puede extenderse de vaca a vaca vía aérea e invade la ubre subsecuente a una bacteriemia, los patógenos contagiosos son transmitidos durante el ordeño por las manos de los encargados o por los revestimientos de la unidad de ordeño. Como especies que utilizan esta forma de transmisión podemos incluir *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Corynebacterium bovis*. La mayoría de las otras especies son oportunistas provenientes del entorno de la vaca. (Manual Merck de Veterinaria, 2007, p. 1100)

### 2.5.1. Mastitis Clínica

Se caracteriza por la inflamación de la glándula mamaria, presencia de grumos sanguinolentos, disminución de la secreción de la leche y la infección se traslada de un

cuarto lechero a otro, siendo necesario el tratamiento en forma inmediata del mismo. (Rojas, 2010, p. 39)

La mastitis clínica leve (grado I) se puede detectar mediante el foremilk (pre-ordeño), que debe incluirse como parte de la rutina de ordeño. Alternativamente, los filtros de leche también se pueden usar para detectar cualquier coágulo en la leche. La comprobación de la bolsa / filtro de leche al final del ordeño es una medida retrospectiva. La palpación de la ubre es útil para detectar calor, dolor e hinchazón en los lugares clínicamente afectados durante la mastitis clínica moderada (Grado II). Los cambios en el comportamiento de la vaca (p. Ej., Alteración de la posición al entrar en la sala, patear mientras la máquina está conectada) también pueden ser indicadores tempranos de enfermedad. (Scott, Penny, y Macrae, 2011, p. 218)

#### 2.5.2. Mastitis Subclínica

La mastitis subclínica debe diagnosticarse mediante pruebas de laboratorio, ya que no existen alteraciones macroscópicas de la ubre ni de la leche. El recuento de células somáticas (RCS) es un indicador de la calidad de la leche, así como del estado de la glándula mamaria. (Prado, 2015, p. 36)

Según Cockcroft (2015) el análisis de datos para la detección de mastitis subclínica debe incluir: El BMSCC (Bulk Milk Somatic Cell Count) que se refiere al RCS del tanque de recolección, es un indicador indirecto del RCS individual que se calcula acorde al volumen de producción de las vacas en cuestión; Registros del RCS individual, tasas de nueva infección, proporción de nuevos contagios no recuperados, prevalencia de vacas con RCS > 200 000 células/ ml, rendimiento del periodo de secado, proporción de transmisión neta que se calcula dividiendo el número de vacas con recuentos mayores a 200 000 células/ml (aparentes nuevas infecciones) para el número de vacas cuyo recuento

desciende hasta ser menor a 200 000 células/ml (aparentes recuperaciones) si este número es  $< 1$  indica la mejoría del hato, mientras que si es  $> 1$  indicará un empeoramiento de la situación con un incremento de la prevalencia.

## 2.6. Recuento de Células Somáticas

“Las células somáticas son principalmente células de inflamación (hay también células de descamación de los conductos y los alveolos)”. (Gigli, 2014, p. 36)

La industria láctea es un tipo de industria con una serie de máquinas y equipos característicos y específicos para ella. [...] En las explotaciones de origen solo se realiza una valoración escasa y general de la calidad de la leche, siendo en la industria láctea donde se examina la composición y la calidad higiénica de esta materia prima de forma más exhaustiva, ya que el precio que se paga al ganadero dependerá del resultado de estos últimos análisis. (González, 2015, pp. 7, 71)

El Conteo de Células Somáticas (RCS) es una prueba de rutina que se utiliza como indicador de la calidad de la leche y de la salud de las ubres (INIFAP, 2011). El contenido de células somáticas de la leche constituye un buen parámetro para la apreciación del estado sanitario del pezón. Los especialistas consideran que el umbral de 500.000 células/ml es un criterio básico para diferenciar los cuartos mamáticos de los sanos. (Alais, 2018, p. 413)

En condiciones normales están presentes en baja cantidad (se entiende de por bajo hasta 200.000 células/ml de leche), pero al producirse una inflamación aumentan en cantidad y puede llegar a haber millones de células por mililitro de leche. La cantidad de células presentes en la leche es un indicador de la calidad, porque muestra que proviene de un animal enfermo. (Gigli, 2014, p. 37)

En el Ecuador la legislación vigente permite como límite máximo  $5 \times 10^5$  células somáticas/ml (INEN, 2015).

Lo que se tiene que dejar en claro es que los conteos elevados de células somáticas deben de controlarse porque perjudican la producción y calidad de la leche. La menor producción de leche debido al elevado conteo celular somático es consecuencia del daño impuesto al tejido por las bacterias causantes de la mastitis. (Henández y Bedolla, 2008, p. 29).

De manera fisiologica, el recuento celular tambien varia levemente en función de los dias en leche de la vaca. En el momento de maxima produccion de leche de una vaca sana, el RCS es menor debido al efecto dilucion. En cambio, hacia el final de la lactacion disminuye el volumen de leche, por lo tanto la dilución se reduce y se incrementa el RCS. Asimismo, se sabe que el RCS aumenta con el número de lactaciones de la vaca. Sin embargo, ese efecto es poco relevante, ya que solo es apreciable a partir de la cuarta lactación. El efecto de la epoca del año sobre el RCS es indirecto. En los meses de verano la producción de leche desciende debido al estrés por el calor, con lo que aumenta el RCS se aprecia con el estro, cuando las vacas consumen menos aliemento y como consecuencia producen menos leche.

#### 2.6.1. Métodos para el Conteo de Células Somáticas.

Hay diversas maneras de realizar el conteo de las células somáticas acorde a lo que se busca y las condiciones económicas del ganadero, por otra parte, dependerá muchas veces de satisfacer las exigencias de la industria que adquiere la leche del productor.

#### 2.6.1.1. Prueba de Wisconsin

Utiliza el mismo principio y reactivo químico que la CMT, pero diluido al 50 % con agua destilada. En esta prueba, la viscosidad del gel formado se mide y expresa en términos del volumen del gel que se forma y que permanece en un tubo de ensayo luego de 15 segundos de escurrido a través de un orificio de 1,15 mm de diámetro. (Gómez, 2008, p. 32)

#### 2.6.1.2. Coulter Counter

Un volumen de leche conocido se hace pasar por un orificio pequeño (100 micras) y cada célula que pasa genera un impulso eléctrico, que es contabilizado y anotado automáticamente por el instrumento (Kitchen, 1981 como fue citado en Gómez, 2008, p. 33)

#### 2.6.1.3. Fossomatic

Fossomatic™ 7/7 DC cumple con los estándares internacionales de IDF / ISO y Fossomatic™ es el único método rápido aprobado para el conteo de células somáticas en leche cruda por EURL / Microval en Europa y NCIMS / FDA en los EE.UU. (SCANCO, 2018). Para el transporte de las muestras se debe utilizar Bronopol (2-bromo-2-nitropropano-1,3 diol) como conservante en muestras de leche cruda.

#### 2.6.1.4. California Mastitis Test (CMT)

Prueba de California para mastitis (CMT). Es una prueba que se realiza en la sala de ordeño, basada en el recuento celular; presenta dificultades de interpretación. (Blood, 2002, p. 296)

Permite establecer una estimación relativa de la concentración de CS (Células somáticas). Es práctico, rápido, simple y fácil de utilizar, económico; sin embargo, puede

haber falsos positivos, el resultado es subjetivo por la variabilidad entre observadores. (Prado, 2015, pp. 38, 39)

#### 2.6.1.5. Recuento bajo microscopio

Se coloca la laminilla con frotis sobre la platina del microscopio calibrado, enfocar el campo a estudiar, contando el número de células presentes y anotar el total de células observadas, repetir la actividad recorriendo los campos con un seguimiento al patrón dibujado por la sutura mattress. Al alcanzar alrededor de 50 células, es sugerible cambiar de zona de observación. Calcular el número de células, lo que se hace considerando todo el campo estudiado y sacando el promedio de células por campo, resultado pico lo que resultara en el número de células por ml. (Ávila y Gutiérrez, 2010, p. 181)

## 2.7. Resumen del estado del arte del estudio del problema

En el repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana se pueden hallar los proyectos vinculados al grupo de investigación GLOBAGEN (Salud pública) que fueron “Identificación de los puntos críticos en sistemas de producción que influyen en el conteo de células somáticas de leche cruda y en el rendimiento de queso mozzarella” por Alban (2013) y dirigido por Nancy Bonifaz y “Correlación de los métodos California Mastitis test (CMT) , conductividad eléctrica (CE) y conteo de células somáticas (CCS) en el laboratorio de calidad de leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador” por Cruz (2012), dirigido por Rocío Contero.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
<b>MATERIALES PARA LA COLECTA</b>		
Frascos de colecta 40 ml	Unidad	115
Cajas de espuma flex medianas	Unidad	2
Bolsas de gel refrigerante	Unidad	20
Plástico con burbujas aislante	Metros	4
Cajas de cartón más pequeñas que las de espuma para aislar las muestras de los geles	Unidad	2
Etiquetas numeradas para los frascos	Unidad	115
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>		
Overol antifluido	Unidad	1
Botas impermeables	Par	1
Mascarilla	Unidad	2
<b>ELEMENTOS DE OFICINA</b>		
Marcador indeleble	Unidad	1
Hojas de papel (impresas con las tablas de campo)	Unidad	20
<b>QUÍMICOS</b>		
Pastillas de Bronopol	Unidad	115

### 3.2. Toma de muestra

A la hora de recopilar los datos de los RCS conviene emplear siempre los mismos tipos de muestras de leche, o la primera leche del ordeño o muestras de leche aleatorias durante el ordeño, ya que entre estos dos tipos de muestras de leche existe un alto índice de relación ( $r=0,86$ ). (Calvet, Carviño, et al., 2016)

En este caso, se tomaron muestras después de que el ordeño se completara, homogenizando el total de la leche producida por vaca, tomando de ello 40 ml en el tubo colector y añadiendo una pastilla de bronopol; el transporte de la muestra necesita una estricta cadena de frío para lo que es útil colocarlas en un cooler con geles refrigerantes suficientes para mantener una temperatura de 4 °C, cuidando que las muestras no tengan contacto directo con estos últimos.

### 3.3. Técnicas de valoración

El Conteo de Células Somáticas (CCS) fue realizado en el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana “Centro de Apoyo Cayambe” situado en la ciudad del mismo nombre, Cayambe, Ecuador; tiene como principio la citometría de imagen estandarizado bajo normas ISO 13366-2; IDF 148-2:2006. Enumeración de células somáticas en la leche/LCL-PEE-002 para CCS.

### 3.4. Diseño estadístico

La investigación tuvo un enfoque inductivo experimental. Se tabularon los datos y resultados conforme a las etiquetas seriadas indicando el resultado del RCS, la categoría en la que se encuentra este resultado para facilitar la expresión de los datos obtenidos; además de la etapa productiva de la hembra, su lactancia, producción de leche, tipo de ordeño y edad según amerite el caso. Se aplicó una estadística descriptiva y correlación

de los resultados con la etapa productiva, edad y el número de la lactación de las unidades de estudio.

### 3.5. Población y muestra

El estudio tuvo lugar en la parroquia Victoria del Portete, con una población total de 515 bovinos de producción láctea, 115 de ellos en lactación; se resolvió tomar como muestra el total de la población que se encuentra en lactación (115 hembras) como unidades de la investigación.

### 3.6. Operacionalización de variables

#### 3.6.1. Variable independiente:

Tabla 3. Variable independiente

Muestras de leche			
Concepto	Categoría	Indicadores	Variables
Muestras lácteas de las unidades de estudio.	Biológicos	Cantidad de la leche tomada como muestra	40 ml

#### 3.6.2. Variable dependiente:

Tabla 4. Variable dependiente

Recuento de Células Somáticas			
Concepto	Categoría	Indicadores	Variables
Recuento de células somáticas	Biológico	Número de células somáticas por ml	RCS/ml

### 3.7. Consideraciones éticas

El trabajo experimental no incluyó situaciones en las que los animales involucrados se vieran bajo condiciones de extremo estrés o dolor y se siguieron las normas bases de las cinco libertades.

Las “cinco libertades”, consisten en garantizar un ambiente: 1) libre de hambre, sed y de malnutrición, 2) libre de miedo y estrés sostenidos, 3) libre de incomodidad, 4) libre de dolor, lesión y/o enfermedad y 5) libre para manifestar un comportamiento natural, contribuyendo al bienestar del animal y así la maximización de su productividad. (SENASA, 2015, p. 3)

Además, los responsables de la investigación tomaron las medidas sanitarias debidas, es así que en ningún momento de la toma, envío, recepción o manipulación de las muestras se puso en riesgo la salud o integridad de los involucrados.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo son presentados los resultados del proceso investigativo, los datos obtenidos del RCS (Recuento de células somáticas) han sido simplificados para su manejo estadístico y su fácil comprensión con la transformación logarítmica base dos de los mismos.

Las instituciones de control lechero norteamericanas (DHIA) adoptaron hace algún tiempo este sistema que convierte los conteos individuales de células en puntuaciones usando el logaritmo en base 2. Cada aumento o disminución de la puntuación en una unidad es equivalente al doble o la mitad del número de células somáticas en leche, por ejemplo, una puntuación de 2 corresponde a 50 000 cél/ml, y una de 4 a 200 000 cél/ml. (Calvet, Cerviño, et al., 2016, p. 440)

Tabla 5. Resultados RCS

RCS	Media	Mediana	Moda	S	S <sup>2</sup>	Máx.	Mín.	Rango	C.V.
RCS (x10 <sup>3</sup> cél/ml)	1683,63	241	56	6153,05	37860024,3	44 210	7	44203	365%
Log <sub>2</sub> RCS	4,65	4,59	2,49	2,64	6,96	12,11	0	12,62	57%

Se observa que la media del recuento de células somáticas es de 1 683 630 células por mililitro de leche, lo que se halla muy por encima de los márgenes impuestos por la normativa nacional vigente y los establecidos por la FAO, que corresponden a 500 000 cél./ml; por otro lado, el coeficiente de variación es alto debido a que las muestras, como se detalla en la tabla 5, obtienen resultados desde 7 000 células por mililitro hasta un máximo de 44 210 000 cél./ml, sabiendo que se encuentran dispersos por S y S<sup>2</sup> ya que,

en promedio, la diferencia entre los resultados de RCS fue 6 153 cél/ml, por la heterogeneidad de las unidades de estudio.

En investigaciones anteriores dentro de Latinoamérica aunque obtuvieron RCS altos, sus resultados son algo menores a los obtenidos en la presente investigación, entre ellas, se puede mencionar el trabajo realizado por Lima, Sena, Mota, Mendes, Almeida y Silva (2006) en Brasil, cuyos valores de conteo de células somáticas variaron de 8 000 a 8 291 000 cél/mL, con un promedio de 402 126 células/mL, quienes apuntaron a que sus resultados se debieron a la pobre higiene durante la rutina de ordeño; mientras que en la investigación en Colombia realizada por Jurado Gámez, Muñoz Domínguez, Quitiaquez Montenegro, Fajardo Argoti, e Insuasty Santacruz, (2019), se determinó un mínimo de 28 000 cél/ml, un máximo de 1 110 000 cél/ml y un promedio de 158 892 cél/ml, y justificados por los autores por haber realizado el muestreo en el temporal lluvioso; y por último, el trabajo también realizado en Colombia de Guez, Loaiza y Olivera (2012), quienes obtuvieron recuentos de células somáticas que variaron entre 586 000 y 676 000 cél/ml, siendo mayores en enero, febrero y abril y más bajos en septiembre, octubre y noviembre y adjudicaron estos elevados valores a que no se tenía cultura de prevención de mastitis, ni estricta regulación de los estándares higiénicos por parte del gobierno.

En cuanto al análisis de los resultados con transformación logarítmica, se reduce notablemente el recuento de células somáticas dado que los simplifica de forma considerable; es así que el 4,65 de media corresponde a  $1\,683,63 \times 10^3$  cél/ml como promedio de los resultados; 12,11 expresa el máximo de  $44\,210 \times 10^3$  cél/ml y el valor 0 representa al mínimo de  $7 \times 10^3$  cél/ml; dejando un rango de  $44\,203 \times 10^3$  cél/ml al que le corresponde un valor logarítmico de 12,62.

Tabla 6. Resultados Recuento de Células Somáticas

RCS	Frecuencia	Porcentual
Valores menores a 200 000 cél. /ml	54	46,96%
Valores entre 200 y 500 000 cél. /ml	20	17,39%
Valores mayores a 500 000 cél. /ml	41	35,65%
Total	115	100%

Se ha decidido agrupar los resultados como se muestra en la tabla 6 siguiendo los criterios detallados en la revisión bibliográfica, dado que (Gigli, 2014) en su obra “La buena leche: Aspectos biológicos y su industrialización” determina que al obtener conteos por debajo de las 200 000 cél./ml se considera que el animal tiene una ubre sana; mientras que según Cockcroft (2015) recuentos por encima de las 200 000 cél./ml son indicativo de la existencia de mastitis subclínica en el hato; y por último, la normativa vigente del INEN (2015) determina que con recuentos de células somáticas superiores a las 500 000 cél/ml de leche se consideran ubres mastíticas.

Recuento de Células Somáticas

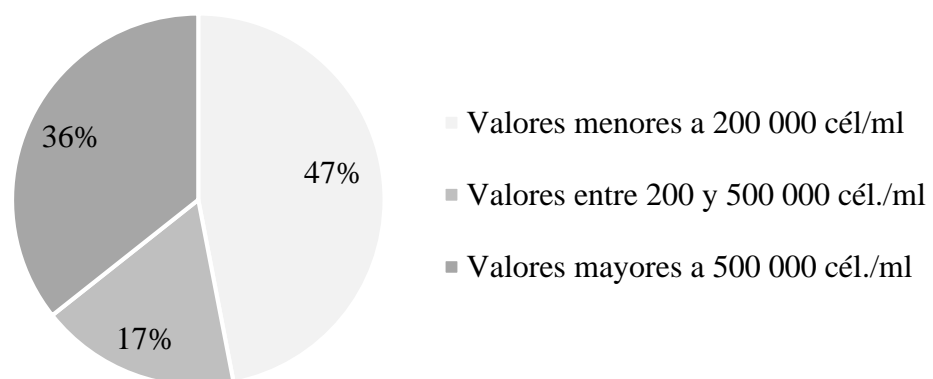


Figura 2. Gráfico de pastel - Resultados RCS

En cuanto al RCS, del total de animales estudiados (115) se ha determinado que 54 de ellos, equivalente a 46,96% obtuvieron valores por debajo de las 200 000 cél/ml, por tanto corresponden a animales con ubres aparentemente sanas; mientras 20 unidades, el 17,39% se sitúan con valores entre 200 y 500 000 cél/ml, indicando que presumiblemente existe mastitis de tipo subclínico en estos animales; y por último, 41 de las unidades experimentales, el 35,65% de los animales, obtuvieron resultados por encima de las 500 000 cél/ml de leche sobrepasando la normativa vigente de control sanitario y evidenciando cuadros inflamatorios mastíticos en el ganado.

En la investigación realizada por García, Sánchez, López, y Benítez (2018) en Cuba se obtuvieron similares resultados, el 50 % de los animales mostraron conteos de células somáticas superiores a 200 000 células/mL, justificado por el autor por la pobre rutina de ordeño en donde no se realizaba la antisepsia del pezón. Así también Tineo y Andía, (2017) justifica su resultado de 59% de resultados positivos a mastitis subclínica, algo más elevados que los obtenidos en esta investigación, con la falta de higiene en el proceso, además de otros factores ambientales. Por otra parte, en la investigación de Atajo, (2019) que tuvo lugar en Perú, entre los meses de febrero a marzo la prevalencia hallada para mastitis subclínica en vacas fue de 25.28%, valor menor al obtenido en esta investigación pero que de cualquier forma es justificado por el autor por las condiciones climáticas y la época del año en la que fue realizado su análisis, de la misma forma que ocurre en la presente. Resultados más elevados que los obtenidos en Rocafuerte, provincia de Manabí, por Avellán, et al. (2019) quienes determinaron que existía una prevalencia de 38,57% de mastitis subclínica con un muestreo de 280 vacas tomadas al azar.



Tabla 7. Correlación RCS - Variables

Parámetro	Producción	Edad	Número de lactancia	Tiempo en lactancia
Resultado RCS	-0,315	0,322	0,296	0,248
Log <sub>2</sub> RCS	-0,550	0,637	0,562	0,478

La variable de producción tiene correlación negativa con el resultado del RCS de -0,32 y la correlación entre esta variable y el logaritmo de RCS resulta ser de -0,55; es así que, a mayor producción se nota un decremento del valor correspondiente del RCS por efecto de dilución, en los resultados del estudio se observa que, 28 animales, el 73,7% de unidades experimentales con producciones por debajo de los 10 litros presentan valores mayores a las 500 000 cel./ml; mientras que, cinco de las unidades, el 83,3% de las producciones mayores a 25 L generan recuentos menores a las 200 000 células somáticas por mililitro de leche.

Jurado Gámez et al., (2019) en su trabajo realizado en Colombia obtuvieron una relación negativa entre la producción y log<sub>2</sub> RCS, lo que coincide con lo antes mencionado, sin embargo, el valor obtenido fue de -0,2; una correlación más débil que la encontrada en el análisis de esta investigación; mientras que Steinmacher, Regiani, Figueiredo, Fernández, Horst, dos Santos (2018) en su investigación realizada en Brasil determinaron que mientras se reducía la producción láctea, aumentaba el valor correspondiente de Log<sub>2</sub> RCS, es así que, las producciones de 21 kg/vaca/día de leche obtenían resultados de Log<sub>2</sub> RCS entre 0 y 2; las de 20 kg/vaca/día de leche obtuvieron resultados entre 3 – 4, y las de 18 kg/vaca/día de leche o menos registraron valores de Log<sub>2</sub> RCS entre 5 – 9. Lo que concuerda con la correlación negativa encontrada en esta investigación.

En cuanto a la variable edad, existe correlación positiva con el conteo de células somáticas de 0,32 y con el valor logarítmico correspondiente de 0,64. De manera que a medida que se incrementan los años de edad también notamos que el conteo de células somáticas se elevan; de los animales estudiados hasta los cuatro años de edad no presentan valores mayores a 500 000 cél/ml, es decir se mantienen dentro de la normativa, mientras que, en contraste, a partir de los nueve años ninguno de los animales presenta resultados por debajo de este valor siendo los tres, el 100% de ellos, positivos a mastitis clínica.

Atajo, (2019) en su investigación concluyó que la prevalencia de mastitis según la edad fue mayor en los animales de cuatro años, seguido de aquellos de seis años y los de cinco años, lo que difiere con esta investigación, sin embargo, también encontró que los de menor prevalencia fueron los animales de tres años, lo que concuerda con los resultados obtenidos.

Entre el número de lactancia y el RCS existe una correlación positiva de 0,30; la relación que existe con el valor logarítmico correspondiente es de 0,56. De manera que, a medida que se incrementan las lactaciones se nota un alza del recuento de células somáticas, lo que confirma la tendencia de que conforme aumentan las lactaciones también los RCS se elevan; por ejemplo, de los animales en primera lactación, que fueron 22 (19,1 %) de las unidades de estudio, ninguno obtuvo recuentos por encima de las 500 000 cél/ ml, mientras cuatro animales que son el 80% de los animales en su sexta lactación atraviesan procesos inflamatorios con resultados por encima de los 500 000 cel./ml.

Tineo y Andía, (2017) obtuvieron similares resultados reportando que las vacas que presentaron mayor frecuencia de mastitis subclínica son las que tienen de tres o más número de partos.

La correlación que existe entre la variable de tiempo de lactancia y el RCS es positiva en 0,26 puntos y entre el tiempo en lactancia y el valor logarítmico del RCS de 0,49. De modo que, conforme aumentan los días de lactación se incrementa el número de células somáticas presentes en leche, esto debido a que la producción disminuye produciéndose el efecto de concentración. En este caso, no es tan evidente la relación que existe, salvo en los 14 animales que llevan más de 300 días en lactación, que conforman el 9,6% de la muestra, de los cuales 13 (90,9%) registran recuentos por encima de las 500 000 cél/ml de leche.

Los autores Villa, Duque, Lasso, Sánchez y Cevallos (2017) en su investigación en Caldas, Colombia con 208 animales, encontraron que, en promedio, el RCS al momento del secado fue mayor que el observado en el primer mes de lactancia. Se encontró un 44,8% de las vacas con IIM (Infección Intramamaria) al momento del secado, y apenas 5,8% de las vacas presentó mastitis clínica al inicio de la lactancia; lo que coincide con los resultados de la investigación. Atajo, (2019) obtuvo como resultado de su investigación que la prevalencia según etapa de producción mostró mayor prevalencia los del primer tercio de producción seguido del segundo y tercer tercio, también en concordancia con lo encontrado en el estudio.

En otras investigaciones previas como la de Sumon et al., (2020) el SCC promedio se elevó con el aumento de la edad, la paridad y la etapa de lactancia, independientemente del IMI. Las vacas más viejas (>8 años) y las vacas con muchos partos (cinco o más partos) tuvieron SCC significativamente ( $p = 0,007$  y  $0,004$ ) más altos que las vacas más jóvenes ( $\leq 4$  años) con menos partos (1–2 partos). Confirmando los resultados obtenidos durante el análisis de esta investigación

En lo que respecta al tipo de ordeño, de las 17 muestras tomadas por ordeño manual, nueve obtuvieron conteos por encima de las 500 000 cél/ml, representando el

52,9% de las mismas; mientras que de las 98 muestras obtenidas por ordeño mecánico el 49% obtuvieron títulos por debajo de las 200 000 cél. / ml, por lo que son presumiblemente vacas sanas, y el 32,7% de estos animales están por encima de la normativa.

La media obtenida de los resultados por ordeño mecánico es de 1 707 110 cél/ml mientras que la de ordeño manual es de 1 548 240 cél/ml; siendo no muy diferentes al promedio total correspondiente a 1 683 630 cél/ml; de manera que, aunque parece haber cierta influencia del método de ordeño, no es lo suficientemente significativa para concluir que uno u otro generan RCS más elevados, la diferencia puede estar influenciada por otros factores sanitarios y de salud individual de los animales.

Similares resultados se observaron en la investigación generada por (da Silva Joadilza et al., 2020) donde no se observó ninguna influencia del método de ordeño sobre el RCS y UFC ( $P > 0.05$ )

## 5. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en la investigación, se pudo determinar que el 35,65% de los animales estudiados fueron positivos a mastitis clínica, y el 17,39% a mastitis de tipo subclínico.

En cuanto a la relación existente entre los resultados de RCS y las etapas productivas, la mayor correlación existente fue con la variable de edad (0,32), seguida por la correlación negativa con producción (-0,31); a continuación, la correlación con el número de lactancia (0,29) y, por último, con el tiempo en lactación (0,24). Por otra parte, se pudo notar que el tipo de ordeño también influyó en los resultados de RCS levemente, siendo más altos los valores de las muestras obtenidas por ordeño manual.

Además, se pudo determinar que los resultados de RCS de las unidades de estudio sobrepasaron la normativa vigente, con una media de  $1\ 683,63 \times 10^3$  cél/ml, muy por encima de las  $500 \times 10^3$  cél/ml que dicta el ente regulador.

Es necesario mencionar que el muestreo se realizó durante los meses de marzo y abril, época del temporal lluvioso en la región; durante la toma de muestras muchos de los animales se notaron afectados severamente por cojeras y malnutrición por la pérdida de los pastos en las inundaciones del terreno, además sus ubres se mantenían sucias por largos periodos en el día por caminar y descansar en lodazales.

## 6. RECOMENDACIONES

Finalmente, se recomienda a los productores instaurar buenas prácticas sanitarias en la rutina de ordeño, garantizar el mantenimiento de la maquinaria, realizar controles periódicos de la salud de la ubre mediante RCS o CMT en el hato, mantener ambientes adecuados para el óptimo desarrollo de los animales, tratar los casos de mastitis y los brotes de otras enfermedades que pueden producir un descenso en la calidad de la leche, y llevar un registro detallado de los datos productivos y planes de salud de las vacas para evitar alta incidencia de mastitis en la ganadería.

## 7. REFERENCIAS

Akers, M. (02 de 07 de 2002). Lactation and the Mammary Gland. (I. John Wiley y Sons, Ed.) Obtenido de bibliotecas.ups.edu.ec: <https://bibliotecas.ups.edu.ec:2708/lib/upsal/reader.action?docID=4406558&query=Mastitis>

Alais, C. (2018). Ciencia de la Leche: Principios de técnica lechera. Barcelona: Editorial Reverté. Recuperado marzo 26, 2022, a partir de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/111364?page=288>.

Argudo, M. (30 de 03 de 2016). Estudio de Mercado "Sector Leche Zonal 6". Obtenido de [www.scpm.gob.ec](http://www.scpm.gob.ec): <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/Estudio-Sector-Leche-versin-Pblica-copia.pdf>

Asociación Jersey del Ecuador. (2022). La Raza Jersey. Obtenido de [asojerseyecuador.com](http://asojerseyecuador.com): <https://asojerseyecuador.com/nosotros.html>

Atajo, H. (2019). "PREVALENCIA DE LA MASTITIS SUBCLÍNICA EN VACAS A PARTIR DEL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN EL DISTRITO DE CUPI – MELGAR". Perú. Recuperado agosto 2, 2022, a partir de [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12265/Atajo\\_Condori\\_Henrry\\_Bluo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12265/Atajo_Condori_Henrry_Bluo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Avellán, R., Zambrano, M., De la Cruz, L., Cedeño, C., Delgado, M., Rezabala, P., y Macías, Y. (2019). Prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino, mediante la prueba California Mastitis Test, en el cantón Rocafuerte de la provincia Manabí, Ecuador. Obtenido de Revista Amazónica Ciencia y Tecnología,

ISSN-e 1390-5600, Vol. 8, N°. 1, 2019:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7177567>

Ávila, S., y Gutiérrez, A. (2010). Producción de leche con Ganado Bovino. México: Manual Moderno.

Blood, D. (2002). Manual de Medicina Veterinaria. España: McGraw Hill.

Bonifaz, N., y Conlago, F. (2016). Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en Paquiestancia, Ecuador. Obtenido de La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, 24 (2),43-52: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476051632003>

Brown Swiss Association. (2014). Breed Attributes. Obtenido de [www.brownswissusa.com](http://www.brownswissusa.com):  
<https://www.brownswissusa.com/Breed/BrownSwissBreed/BreedAttributes/tabid/175/Default.aspx>

Buendía, M. (2016). Elaboración, producción y comercialización de derivados lácteos. Lima: Editorial MACRO.

Bylund, G. (2003). Manual de industrias lácteas. Lund, Suecia: Tetra Pak Hispania.

Calvet, E., Carviño, M., Echeverría, J., Jiménez, L., Jubert, A., Ortega, R., y Palomino, A. (2016). Guía del Asesor en calidad de leche: sentando las bases prácticas (Vol. I). Zaragoza: SERVET.

Campaña, X., y Aguilar, P. (Abril de 2021). Estudio de Mercado No SCPM-IGT-INIAC-002-2019 "Sector lácteo" Versión Pública. Obtenido de Superintendencia de Control del Poder de Mercado:



[https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2021/04/estudio\\_de\\_mercado\\_sector\\_lacteo\\_SCPM-IGT-INAC-002-2019.pdf](https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2021/04/estudio_de_mercado_sector_lacteo_SCPM-IGT-INAC-002-2019.pdf)

Castillo, M., Suniaga, J., Rojas, G., y Hernández, J. (2009). PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA EN LA ZONA ALTA DEL ESTADO MÉRIDA. ESTUDIO PRELIMINAR. Mérida, Venezuela. Recuperado junio 29, 2022, a partir de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/27876>

Cockcroft, P. (02 de 06 de 2015). Bovine Medicine. (I. John Wiley y Sons, Ed.) Obtenido de [bibliotecas.ups.edu.ec: https://bibliotecas.ups.edu.ec:2708/lib/upsal/reader.action?docID=1998778&query=Mastitis](https://bibliotecas.ups.edu.ec:2708/lib/upsal/reader.action?docID=1998778&query=Mastitis)

Da Silva Joadilza, Felipe, J., Cavalcanti, D., de Oliveira, Y., Antas, S., Fernandes, L., Murmann, L., et al. (2020). La influencia del método de ordeño, las condiciones de almacenamiento y el recuento de células somáticas en la calidad de la leche cruda en tanques. Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias. INIFAP-CENID Parasitología Veterinaria. Recuperado agosto 9, 2022, a partir de <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i4.5255>

Durán, F. (2006). Volvamos al Campo: Manual del Ganadero Actual (Tomo I) (Vol. I). Colombia: Grupo Latino Ltda.

Durán, F. (2013). Producción ganadera en estabulación. Colombia: Grupo Latino Editores S.A. S.

FAO. (2016). El sector lechero mundial. Obtenido de [www.dairydeclaration.org: http://www.dairydeclaration.org/Portals/153/FAO-Global-Facts-SPANISH-F.PDF?v=1](http://www.dairydeclaration.org/Portals/153/FAO-Global-Facts-SPANISH-F.PDF?v=1)

Fernández, E. (2015). Manejo de Vacunos Lecheros (Editorial MACRO.). Lima, Perú.

García, F., Sánchez, T., López, O. y Benítez, M. (2018). Prevalencia de mastitis subclínica y microorganismos asociados a esta. *Pastos y Forrajes*, 41. Recuperado agosto 2, 2022, a partir de <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n1/pyf05118.pdf>

Gigli, I. (2014). La buena leche: aspectos biológicos y su industrialización. Ituzaingó, Argentina: Editorial Maipue. Recuperado febrero 24, 2022, a partir de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/77317?page=14>.

Gómez, N. (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. Bogotá. Recuperado julio 19, 2022, a partir de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8221/tesis216.pdf;jsessionid=1ADBF6CA31F904E1972DB44AE4AF6900?sequence=1>

González, M. (2015). Elaboración de leches para el consumo. Recuperado junio 19, 2022, a partir de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/43475>

Guillé Pérez, J. (2005). Diccionario de la industria de la leche y los productos lácteos. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. Recuperado marzo 24, 2022, a partir de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/76016?page=72>.

Hernández, J., y Bedolla, J. (2008). Importancia del Conteo de Células Somáticas en la calidad de la leche. *REDEVET*, IX, 1–34. Recuperado junio 29, 2022, a partir de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>

Holstein Association USA. (2022). Características de la raza Holstein. Obtenido de [www.holsteinusa.com](http://www.holsteinusa.com): [https://www.holsteinusa.com/holstein\\_breed/breedhistory.html](https://www.holsteinusa.com/holstein_breed/breedhistory.html)

INEC. (2015). ECUADOR - Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2015. Obtenido de [anda.inec.gob.ec](http://anda.inec.gob.ec): <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/750/datafile/F23/V1300>

INEN. (2015). Leche Cruda. Requisitos. Obtenido de [www.gob.ec](http://www.gob.ec): [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_009\\_6r.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_009_6r.pdf)

INIFAP. (2011). Mejora Continua de la Calidad Higiénico-Sanitaria de la Leche de Vaca. México, D. F.

Jurado Gámez, H., Muñoz Domínguez, L., Quitiaquez Montenegro, D., Fajardo Argoti, C., y Insuasty Santacruz, E. (2019). Evaluación de la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 66(1). Universidad Nacional de Colombia.

Koeslag, J. (2015). *Bovinos de Leche*. México: Trillas.

Lima, M. da C. G. de, Sena, M. J. de, Mota, R. A., Mendes, E. S., Almeida, C. C. de, y Silva, R. P. P. E. (2006). CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO LEITE CRU TIPO C PRODUZIDO NA REGIÃO AGRESTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO. *Arquivos do Instituto Biológico*, 73(1), 89–95. FapUNIFESP (SciELO). Recuperado agosto 9, 2022, a partir de <https://doi.org/10.1590/1808-1657v73p0892006>

Madrid, A. (2017). *Formación Profesional en Industrias Lácteas*. Madrid: AMV Ediciones.

Manual Merck de Veterinaria. (2007). España: Editorial OCÉANO.

Prado, M. (2015a). *Guías Prácticas en producción bovina - Mastitis Bovina*. Zaragoza - España: SERVET.

Prado, M. (2015b). *Guías Prácticas en Producción Bovina: Mastitis Bovina (SERVET.)*. Zaragoza, España.

Radostits, O., Gay, C., Blood, D., y Hinchcliff, K. (2002). *Medicina Veterinaria - Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. Madrid - España: Mc Graw - Hill.

Robinson, R., y Wilbey, R. (2010). *Fabricación de Queso*. Zaragoza: ACRIBIA, S.A.

Rojas, M. (2010). *Manejo de enfermedades en el ganado de carne y leche*. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios. Recuperado abril 26, 2022, a partir de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/126039?page=40>.

SCANCO. (2018). FOSSOMATIC™ 7. Obtenido de [scancotec.com](https://scancotec.com): <https://scancotec.com/productos/fossomatic-7/>

Scott, P., Penny, C., y Macrae, A. (2011). *Cattle Medicine*. Taylor y Francis Group. Recuperado octubre 26, 2022, a partir de <https://bibliotecas.ups.edu.ec:2708/lib/upsal/reader.action?docID=1407686&query=Mastitis#>

SENASA. (2015). Manual de Bienestar Animal - Un enfoque práctico para el buen manejo de especies domésticas durante su tenencia, producción, concentración transporte y faena. Buenos Aires.

Smith, H. (2011). Guía de la cría de Ganado Vacuno. Barcelona: Ediciones OMEGA S.A.

Steinmacher, J., Regiani, M., Figueiredo, M., Fernandes, J., Horst, J., y dos Santos, G. (2018). Produção e Composição do Leite em Função do Escore de Células Somáticas em Vacas da Raça Holandês. Recuperado agosto 9, 2022, a partir de [https://siseve.apps.uepg.br/storage/viisulleite/10\\_Micheli\\_Regiani\\_Sippert-153522518417618.pdf](https://siseve.apps.uepg.br/storage/viisulleite/10_Micheli_Regiani_Sippert-153522518417618.pdf)

Sumon, S. M. M. R., Parvin, M. S., Ehsan, M. A., y Islam, M. T. (2020). Dynamics of somatic cell count and intramammary infection in lactating dairy cows. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 7(2), 314–319. Network for the Veterinarians of Bangladesh.

Tineo, J., y Andía, V. (2017). Mastitis bovina por recuento de células somáticas con PortaSCC® y Test de California en el fundo de Allpachaca –UNSCH, Ayacucho, Perú. *REDVET*, 18. Recuperado agosto 7, 2022, a partir de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070717.html>

Troya, I. (12 de Agosto de 2015). Datos Generales Victoria del Portete. Obtenido de [gadvictoriadelportete.gob.ec](http://gadvictoriadelportete.gob.ec): <https://gadvictoriadelportete.gob.ec/azuay/?p=89>

Vásquez, J. F., Loaiza, E. T., y Olivera, M. (2012). Calidad higiénica y sanitaria de leche cruda acopiada en diferentes regiones colombianas. Recuperado agosto 8, 2022, a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v16n2/v16n2a02>

Villa, N., Duque, C., Lasso, L., Sánchez, S., y Ceballos, A. (19 de Octubre de 2017). ETIOLOGÍA DE LAS INFECCIONES INTRAMAMARIAS SUBCLÍNICAS AL SECADO Y EN EL POSTPARTO EN VACAS LECHERAS EN CALDAS, COLOMBIA. Obtenido de Revista Científica Universidad de Zulia, vol. XXVII, núm. 4, pp. 227-334, 2017: [https://www.redalyc.org/journal/959/95953011005/html/#redalyc\\_95953011005\\_ref](https://www.redalyc.org/journal/959/95953011005/html/#redalyc_95953011005_ref)  
27

Villegas de Gante, A., y Santos, A. (2013). Calidad de Leche Cruda. México: Trillas.

## 8. ANEXOS

Tabla 8. *Compilación de datos y resultados*

Código	Arete	Nombre	Tipo de ordeño	Producción	Edad	Número de lactancia	Tiempo de lactancia (días)	Resultado RCS (x1000/ml)
001	328		Mecánico	14	3	2	280	192
002	312		Mecánico	13	4	3	170	189
003	370		Mecánico	18	3	1	217	56
004	302		Mecánico	7	7	4	287	5589
005	321		Mecánico	14	3	2	218	131
006	216		Mecánico	6	8	6	280	1505
007	326	Noelia	Mecánico	21	5	3	266	116
008	221		Mecánico	8	7	5	275	1224
009	344	Andrea	Mecánico	22	5	2	243	107
010	314		Mecánico	7	7	6	288	1197
011	270		Mecánico	7	7	4	290	834
012	340		Mecánico	19	3	1	115	32
013	240		Mecánico	15	4	2	154	104
014	238		Mecánico	15	3	1	220	24
015	178		Mecánico	12	5	3	270	243
016	79		Mecánico	5	8	5	311	43792
017	235		Mecánico	16	3	1	170	46
018	325		Mecánico	14	4	2	167	108
019	265		Mecánico	18	3	1	98	81
020	84		Mecánico	6	9	6	306	44210
021	398		Mecánico	15	7	4	230	438
022	376		Mecánico	6	7	4	308	23015

023	387		Mecánico	14	7	4	270	408
024	132		Mecánico	14	6	4	215	324
025	75		Mecánico	7	8	5	285	766
026	125		Mecánico	13	5	3	240	213
027	356		Mecánico	6	9	5	287	4623
028	263		Mecánico	13	3	1	170	107
029	390		Mecánico	7	8	5	311	3117
030	98		Mecánico	8	8	5	301	859
031	321		Mecánico	6	7	5	293	2658
032	132		Mecánico	8	7	4	273	1589
033	278	China	Manual	7	3	1	91	10
034	258		Mecánico	17	2	1	150	19
035	243		Mecánico	9	7	5	311	599
036	72		Mecánico	8	8	5	280	762
037	234		Mecánico	17	3	2	210	57
038	289		Mecánico	8	6	4	270	722
039	154		Mecánico	17	4	2	70	84
040	254		Mecánico	16	3	1	50	56
041	145		Mecánico	7	7	4	302	910
042	156		Manual	19	5	2	122	241
043	167		Manual	10	8	5	152	6034
044	257		Manual	15	3	2	92	137
045	213		Manual	8	5	3	183	325
046	125		Manual	8	7	5	61	2152
047	257		Manual	12	7	3	183	2574
048	97		Manual	8	8	4	214	4239
049	227		Manual	15	3	1	30	28
050	434		Manual	18	7	3	153	1031



051	33		Manual	10	5	4	61	557
052	439		Manual	8	3	1	244	134
053	235		Manual	8	6	4	153	133
054	124		Manual	3	5	2	244	2590
055	403		Manual	8	6	4	309	983
056	63		Manual	8	5	2	15	5120
057	373		Manual	20	7	5	120	32
058		Carmita	Mecánico	26	8	5	291	1398
059		Estrellita	Mecánico	16	2	1	162	16
060		Joseline	Mecánico	17	6	4	301	566
061		Rafaella	Mecánico	16	8	6	84	20
062		Paz	Mecánico	11	5	3	120	286
063		Blanca	Mecánico	14	4	2	235	152
064		Linda	Mecánico	15	4	2	226	377
065		Pepa	Mecánico	19	5	3	87	37
066		Valeria	Mecánico	12	5	3	229	124
067		Tomasa	Mecánico	11	7	4	181	52
068		Cuta	Mecánico	6	4	2	250	56
069		Silvana	Mecánico	10	8	6	245	599
070		Claudia	Mecánico	13	5	2	310	1656
071		Dayis	Mecánico	10	5	3	244	1746
072		Zulay	Mecánico	11	7	5	169	265
073		Roberta	Mecánico	12	6	4	219	43
074		Yeye	Mecánico	9	3	1	166	459
075		Paula	Mecánico	10	3	1	230	366
076		Priscila	Mecánico	10	5	3	117	37
077		Nancy	Mecánico	10	4	2	265	362
078		Letty	Mecánico	10	5	2	248	6003

079		Angie	Mecánico	17	5	3	82	1019
080	376	Paris	Mecánico	21	4	2	141	230
081	431	Angelica	Mecánico	16	3	1	172	50
082	394	Claridad	Mecánico	20	4	2	172	17
083	310	Lorenza	Mecánico	26	6	4	94	125
084	464	Perdida	Mecánico	18	2	1	111	35
085	361	Rosalba	Mecánico	18	5	3	158	345
086	347	Cristela	Mecánico	23	5	2	160	148
087	273	Isidora	Mecánico	20	7	3	227	114
088	339	Keila	Mecánico	22	5	3	134	44
089	357	Katia	Mecánico	20	4	2	221	225
090	265	Sharon	Mecánico	19	7	4	199	1286
091	579	Rita	Mecánico	21	6	3	292	549
092	438	Ivanna	Mecánico	15	3	1	280	333
093	393	Grissel	Mecánico	20	4	2	232	268
094	441	Resurrección	Mecánico	19	3	1	233	10
095	408	Marcela	Mecánico	22	4	2	171	497
096	466	Amante	Mecánico	15	2	1	209	20
097	254	Danila	Mecánico	22	7	5	122	84
098	567	Amada	Mecánico	16	8	5	262	978
099	282	Rosario	Mecánico	19	7	3	175	2354
100	453	Bela	Mecánico	19	3	1	171	33
101	297	Karol	Mecánico	22	6	3	103	20
102	433	Anastasia	Mecánico	10	3	1	320	180
103	410	Morisca	Mecánico	21	4	2	116	38
104	392	María Camila	Mecánico	13	4	2	128	151
105	415	Cayetana	Mecánico	21	4	2	218	58

---

106	576	Cielo	Mecánico	23	7	3	221	321
107	434	Noemi	Mecánico	20	3	1	232	9
108	383	Paz	Mecánico	25	4	2	67	40
109	372	Preciosa	Mecánico	27	4	2	41	87
110	380	Desirée	Mecánico	28	4	2	114	44
111	306	Lucila	Mecánico	28	6	3	167	24
112	561	Ganeshha	Mecánico	21	8	4	236	671
113	389	Sonia	Mecánico	31	4	2	60	7
114	193	Elina	Mecánico	19	10	5	154	579
115	247	Adelina	Mecánico	19	8	5	189	578

---