

Relación entre las pruebas de recuento de células somáticas y California Mastitis Test para el diagnóstico de mastitis en leche de cabra en apriscos de la región de bosque seco tropical.

Luisa del Carmen Sánchez Ruiz

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE ZOOTECNIA

PAMPLONA

2022

Relación entre las pruebas de recuento de células somáticas y California Mastitis Test para el diagnóstico de mastitis en leche de cabra en apriscos de la región de bosque seco tropical.

Luisa del Carmen Sánchez Ruiz

DIRECTOR:

Ph.D. Alejandra María Toro Ospina

Trabajo de grado modalidad investigación, para optar por el título de Zootecnista

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA

PAMPLONA

2022

Tabla de contenido

Contenido

ABSTRACT	7
RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN	10
I. CAPÍTULO.....	12
1.1 Planteamiento del problema y Justificación	12
1.2 Hipótesis.....	13
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo General	14
1.3.2 Objetivo Específicos	14
II CAPÍTULO	15
2.2. Revisión Bibliográfica.....	15
2.2.1 La Caprinocultura.....	15
2.2.1. Mastitis	16
III. CAPITULO METODOLOGÍA.....	21
3.1. Ubicación y caracterización del área experimental.....	21
3.2. Parámetros de selección de los caprinos	23
3.3 toma de muestras.	23

3.4. California Mastitis Test (CMT).....	24
3.5 Pruebas de células somáticas.....	25
3.6 Análisis estadístico.....	26
IV. CAPITULO.....	27
4.1. Resultados y discusión	27
4.1.1. Animales de la muestra	27
4.1.2 California Mastitis Test (CMT) vs Conteo de Células Somáticas	30
V. CAPITULO	37
5.1. Conclusiones.	37
5.2. Recomendaciones.....	39
REFERENCIAS	40

Lista de figuras

Figura 1 Cabras que se tomaron la muestra.	22
Figura 2 resultado de la prueba de california mastitis tes (CMT).....	25
Figura 4 grafico de dispersión para comprobar la correlación.....	35

Lista de tablas

Tabla 1 Relación de cabras muestreadas en los apriscos que realizan limpieza a la hora del ordeño.....	27
Tabla 2 Relación de cabras muestreadas en los apriscos según el número de partos.	28
Tabla 3 Relación de cabras muestreadas en los apriscos según la producción lechera.....	29
Tabla 4 Tabla cruzada de los resultados para preparación de pezones*mastitis.....	30
Tabla 5 Tabla cruzada de los resultados para número de partos*mastitis.....	31
Tabla 6 Tabla cruzada de los resultados para cantidad de leche*mastitis.....	32
Tabla 7 Tabla de comparación de las pruebas según sus resultados.	33
Tabla 8 Rangos de los resultados para las pruebas CCS y CMT.	33
Tabla 9 Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnova	35
Tabla 10 Correlación de Rho de Spearman, para la variable CMT y CS para diagnosticar mastitis	36

ABSTRACT

Goat production systems play a significant role in the economic livelihood of rural areas in the municipality of Cúcuta, providing milk, meat, and leather for the market. Goat milk, known for its high nutritional content, is in high demand due to its profitability in dairy product production. However, the presence of subclinical mastitis poses a major challenge to goat production systems in the region. This condition is primarily caused by poor hygiene practices when confining animals in pens, udder injuries due to blows or bites, and inadequate milking techniques. The objective of this study was to determine the relationship and agreement between somatic cell count and the California Mastitis Test (CMT), which will allow for the improvement of early disease diagnosis and the implementation of more effective prevention and control measures in goat milk production in the region. In this study, a total of 70 goats were selected from four pens located in the Campo Hermoso village of the El Salado sector in the Cúcuta metropolitan area. The California Mastitis Test (CMT) was conducted as a field test using a reagent, and milk samples were collected in tubes for further analysis in the laboratory. The somatic cell count (SCC) was performed to diagnose the presence of subclinical mastitis in the udders. The data obtained were analyzed by the statistical software IBM SPSS Statistics, a Kolmogorov-Smirnov statistical model Normality test was applied, yielding non-parametric data, followed by the Spearman Rho model conversion. Results revealed a strong connection between California Mastitis Test (CMT) variables and somatic cell count (SCC), with a Spearman's Rho connection coefficient of $r = 0.877$. This indicates that as the CMT test results show a greater relationship, the SCC values also increase numerically. Based on the comparison of the SCC test results with the CMT under normal conditions, it can be concluded that the California Mastitis

Test (CMT) reagent is a reliable method for the diagnosis of mastitis in goat herds. This conclusion is based on the positive match between the CMT and a more reliable test, the CCS test, for detecting the presence of mastitis. In general, it highlights the importance of implementing effective mastitis prevention measures, such as improving hygiene practices, preventing udder injuries, and ensuring proper milking techniques, to improve the productivity and profitability of goat production systems in the region.

Keywords: goat milk, somatic cells, mastitis, California Mastitis Test (CMT)

RESUMEN

Los sistemas de producción caprina desempeñan un papel significativo en el sustento económico de las áreas rurales en el municipio de Cúcuta, proporcionando leche, carne y cuero para el mercado. La leche de cabra, conocida por su alto contenido nutricional, tiene una gran demanda debido a su rentabilidad en la producción de productos lácteos. Sin embargo, la presencia de mastitis subclínica representa un gran desafío para los sistemas de producción caprina en la región. Esta condición se debe principalmente a prácticas deficientes de higiene al confinar los animales en corrales, lesiones en las ubres debido a golpes o mordeduras, y técnicas de ordeño inadecuadas. El objetivo de este estudio fue determinar la relación y concordancia entre el recuento de células somáticas y el California Mastitis Test (CMT), lo que permitirá mejorar el diagnóstico temprano de la enfermedad y aplicar medidas de prevención y control más eficaces en la producción lechera de cabras en dicha región. En este estudio, se seleccionaron un total de 70 cabras de cuatro corrales ubicados en el pueblo de Campo Hermoso, en el sector de El

Salado, en el área metropolitana de Cúcuta. Se realizó el California Mastitis Test (CMT) como una prueba de campo utilizando un reactivo, y se recolectaron muestras de leche en tubos para su posterior análisis en el laboratorio. Se realizó el recuento de células somáticas (CCS) para diagnosticar la presencia de mastitis subclínica en las ubres. Los datos obtenidos fueron analizados por el software estadístico IBM SPSS Statistics, se aplicó una prueba de Normalidad modelo estadístico de Kolmogorov-Smirnov arrojándonos datos no paramétricos, seguido se realizó la correlación modelo Rho de Spearman. Los resultados revelaron una fuerte correlación entre las variables del California Mastitis Test (CMT) y el recuento de células somáticas (CCS), con un coeficiente de correlación de Rho de Spearman de $r = 0.877$. Esto indica que a medida que los resultados de la prueba de CMT muestran una mayor relación, los valores de CCS también aumentan numéricamente. Basándonos en la comparación de los resultados de la prueba de CCS con el CMT en condiciones normales, se puede concluir que el reactivo California Mastitis Test (CMT) es un método confiable para el diagnóstico de mastitis en los rebaños de cabras. Esta conclusión se basa en la coincidencia positiva entre el CMT y una prueba más confiable, la prueba de CCS, para detectar la presencia de mastitis. En general, este estudio resalta la importancia de implementar medidas efectivas de prevención de mastitis, como mejorar las prácticas de higiene, prevenir lesiones en las ubres y garantizar técnicas adecuadas de ordeño, para mejorar la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción caprina en la región.

Palabras claves: leche caprina, células somáticas, mastitis, California Mastitis Test (CMT)

INTRODUCCIÓN

La leche es un compuesto producido de la secreción normal de la glándula mamaria de animales sanos (Agudelo et al., 2005). En un rebaño caprino mantener una buena salud, es esencial para producir leche de alta calidad (Alfaro et al., 2018). Una de las enfermedades, como la mastitis subclínica afecta directamente sobre la calidad de la leche producida (IICA. 1996). Comparado con la lechería bovina, en los rebaños de pequeños rumiantes las mastitis es un gran problema que afectan tanto la productividad como la inocuidad y calidad de los productos (Haenlein, 2002; Leitner et al., 2008).

Existen diferentes estadios de mastitis, pero la que más importancia tiene es la subclínica, ya que se puede diseminar dentro del rebaño rápidamente y es muy difícil de diagnosticarla (Gómez y González, et al. 2009), para diagnosticar la presencia de esta enfermedad se requiere de pruebas químicas de campo, tal es el caso del conteo de células somáticas (CCS) o el test de california para mastitis (CMT) (Guzmán Téllez, 2013).

Los CCS o el CMT han demostrado tener buena sensibilidad y especificidad para detectar infecciones como la mastitis subclínicas en las lecherías vacunas (Schalm et al., 1971). También el CCS y CMT han evidenciado buena correlación y ser útiles en el diagnóstico del estado sanitario en lechería ovina (Suarez et al., 2002). Sin embargo, en lechería caprina debido a diferencias fisiológicas, los valores patrones en cuanto a CCS utilizados en leche bovina no muestran ser precisos para un buen diagnóstico de mastitis (Haenlein y Hinckley, 1995).

Teniendo en cuenta que la lechería caprina en Cúcuta es sostenida por pequeños y medianos productores, con recursos limitados la cual no es posible acceder a un análisis de CCS, pero el análisis de CMT es de económica ejecución y de fácil entendimiento (Boscos et al., 1996; Perrin et al., 1996). Por este motivo esta tesis quiere correlacionar estas dos pruebas CCS y CMT para dar a conocer sus resultados y tener una alternativa económica para que los productores caprinos prevengan esta enfermedad como la mastitis.

I. CAPÍTULO

1.1 Planteamiento del problema y Justificación

Los sistemas de producción caprina son un sustento económico en las zonas rurales del municipio de Cúcuta, produciendo al mercado leche carne y cuero, a pesar de ser una zona adaptable a la producción caprina no se cuenta con la tecnología y el apoyo técnico de profesionales para tener una producción rentable.

Uno de los productos producidos por las cabras es la leche, la cual es muy apetecida en el mercado debido a su alto niveles nutritivos y rentabilidad a la hora de producir derivados lácteos. Uno de los problemas para producir leche caprina lo proporciona la mastitis, debido a la poca higiene que se tienen a la hora de confinar los animales en los corrales, accidentes en las ubres por golpes o picaduras y deficientes prácticas de ordeño, todo esto conlleva a la proliferación de bacteria hacia adentro de las glándulas mamarias.

Una de la maneras de diagnosticar la mastitis es a través de dos pruebas una de campo usando un reactivo llamado california mastitis test y otra en un laboratorio analizando el conteo de las células somáticas, debido al poco conocimiento y falta de cultura se desconocen cómo realizarlas, por lo cual este proyecto quiere relacionar estos métodos de diagnóstico de mastitis para culturalizar a los productores caprinos de la zona.

Una de las enfermedades que más pérdidas generan en el mercado de la leche, proviene de la mastitis ya que la leche infectada baja la calidad y en su estadio más crítico llega a perder una de sus glándulas mamarias descartando el animal.

El diagnóstico temprano de la mastitis nos ayuda a prevenir las pérdidas, por esto la evaluación en las rutinas de ordeño se deben practicar esporádicamente, siendo la más compleja la usada con el reactivo de california mastitis test, debido a su economía, fácil uso y sencilla lectura. El recuento de células somáticas es una prueba más compleja ya que debe ser tomada por personal capacitado y enviada a un laboratorio para su diagnóstico, esta prueba es más verídica debido al grado de inflamación de la ubre se encuentra un número alto de células en la leche. Por este motivo quiere relacionar las dos pruebas y tener resultados que nos enseñen a diagnosticar la mastitis para evitar pérdidas económicas en los apriscos.

1.2 Hipótesis

¿En los apriscos evaluados el recuento de células somáticas (RCS) y el California Mastitis Test (CMT), poseen una relación para diagnosticar la presencia de mastitis en las cabras en lactancia?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la relación entre el recuento de células somáticas (RCS) y el California Mastitis Test (CMT), lo que permitirá mejorar el diagnóstico temprano de la enfermedad en la producción lechera de cabras en la región.

1.3.2 Objetivo Específicos

1. Realizar las pruebas California Mastitis Test (CMT) en campo y la prueba de laboratorio del recuento de células somáticas (RCS) de la leche de cabra de los apriscos de la región en bosque seco tropical para obtener datos comparativos.
2. Analizar estadísticamente la relación entre las pruebas California Mastitis Test (CMT) y la prueba de laboratorio del recuento de células somáticas (RCS) con el objetivo de evaluar la confiabilidad de ambos métodos como herramientas de diagnóstico de mastitis en apriscos de la región en bosque seco tropical.
3. Evaluar los factores relacionados con la presencia de mastitis en los apriscos, como las condiciones de higiene, número de partos de la hembra y producción lechera, para identificar posibles influencias en los resultados de las pruebas.

II CAPÍTULO

2.2. Revisión Bibliográfica

2.2.1 La Caprinocultura

Los sistemas de producción caprina en Colombia se encuentran distribuidos en diversas zonas geográficas y están presentes en la mayoría de los departamentos, incluso en zonas más remotas del territorio nacional. Lo anterior, se debe a la extraordinaria capacidad que poseen estos animales para adaptarse a diversos climas, sistemas vegetales, nutrición, alimentación y manejo (Castillo, 2020).

El departamento de Norte de Santander históricamente ha tenido una importante participación respecto a las cifras de rebaño caprino dentro del contexto nacional, siendo la ciudad de Cúcuta y su área metropolitana conformada por los municipios de Los Patios, Villa de Rosario, El Zulia y San Cayetano, un lugar que posee un ecosistema endémico propio de la región que cuenta con importantes factores bióticos y abióticos, grandes extensiones de bosque seco tropical donde predomina el árbol de Cují (*Prosopis juliflora*), Captus (*Cactaceae*) y Tunos (*Opuntia ficus-indica*). Además, cuenta en su mayoría con un suelo arcilloso, una topografía semiondulada, limitados recursos hídricos y gran variedad de fauna silvestre. Las características de este ecosistema cuentan con las condiciones ideales para que los sistemas de producción caprina se adapten, se reproduzcan y se propaguen, cabe destacar que estas zonas no son viables para establecer sistemas productivos agrícolas ni pecuarios como la ganadería bovina, equina, entre otros (Castillo, 2020).

Según Castillo (2020), a nivel nacional, la participación de la producción proveniente de la ganadería caprina es baja respecto a otros productos pecuarios, entre los que se destacan la

producción de carne de pollo (29%), leche (25%), carne bovina (24%), huevo (16%) y carne porcina (4%), mientras que la carne ovina y caprina se encuentra por debajo del 0,5%.

Actualmente, se desconoce el estado de los sistemas de producción caprina de Cúcuta y el área metropolitana, la ausencia de información y cifras oficiales ocasiona el decrecimiento del sistema productivo, la falta de investigación y acompañamiento por parte de las entidades públicas y privadas ocasiona que no hayan datos e información suficiente y necesaria para que este importante sector productivo reciba inversión por parte del estado.

2.2.2. Mastitis

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria de etiología multifactorial ocasionada principalmente por bacterias del género *Streptococos*, *Estafilococos*, *Pseudomonas* y *Escherichia coli*. Deriva de las palabras griegas *mastos* (mama) e *itis* (inflamación). También es ocasionada por diferentes agentes como lesiones traumáticas y menos frecuente, por alergia y neoplasmas (Philpot & Nickerson, 1993; Maycol, 1999).

2.2.3. Tipos de Mastitis

Desde el punto de vista clínico, se puede considerar dos tipos de mastitis: La forma subclínica y mastitis clínica.

2.2.3.1. MASTITIS SUBCLÍNICA.

Proceso inflamatorio donde no se observan los signos típicos de inflamación como el calor, dolor, tumefacción, rubor, ni cambios macroscópicos de la secreción láctea (Zurita,1982).

La leche proveniente de cuartos con mastitis subclínica tiene apariencia normal, pero al examen microscópico presentan alteraciones en su composición que desmerecen su calidad.

Para controlar la mastitis clínica es necesario controlar primero la forma subclínica, que tiene las siguientes características: Es de larga duración, difícil de detectar, disminuye la producción de leche, Influye negativamente en la calidad de la leche, provoca infección en otros animales del rebaño.

Para el diagnóstico de mastitis se pueden emplear los siguientes exámenes de laboratorio: Cultivos bacteriológicos, Prueba California para Mastitis (CMT), Prueba Wisconsin para Mastitis (WMT) y el Recuento de Células Somáticas en Tanque (RCS-T). (Ávila y Blanco, 1991; Aliaga, 1978; Carrión, 2001; Cotrino, 2006).

2.2.3.2. Mastitis clínica.

Es el proceso inflamatorio de la glándula mamaria que origina cambios en la anatomía y fisiología de la glándula mamaria; que incluyen: endurecimiento, calentamiento, dolor al tacto y su secreción presenta cambios organolépticos apreciables (grumos, color amarillo, estado líquido irregular) (Arauz, 2011,). Se presenta de la siguiente manera:

Sobre-aguda según Carrión, (2001) presentan los siguientes signos clínicos Con fiebre, decaimiento, anorexia, supresión de la secreción láctea y de los movimientos ruminales. La glándula presenta una intensa reacción inflamatoria caracterizada por aumento de volumen, enrojecimiento de la piel, y gran sensibilidad.

Aguda: “Se caracteriza por una gran inflamación de la glándula, a veces semejante al caso anterior, pero generalmente no hay reacción sistémica o es muy leve” (Carrión, 2001).

Mastitis gangrenosa: denominada saco azul. El cuadro se caracteriza por una intensa reacción sistémica con hipertemia 40 – 41° C., decaimiento, anorexia, cese de la rumia y supresión de la producción láctea. La glándula en un principio está muy aumentada de volumen, hiperémica y sensible; rápidamente la coloración va tornando a un tono azulado con los pezones fríos y cianóticos. (Zurita Arevalo, Livio Dr,1982).

2.2.4. Normativa para calidad de leche

El decreto 616 del 2006, El presente decreto tiene por objeto establecer el reglamento técnico a través del cual se señalan los requisitos que debe cumplir la leche de animales bovinos, bufalinos y caprinos destinada para el consumo humano, con el fin de proteger la vida, la salud y la seguridad humana y prevenir las prácticas que puedan inducir a error, confusión o engaño a los consumidores.

También la resolución 710 del 2012 la cual establece el modelo de pago de la leche cruda de animales bovinos, bufalinos y caprinos al proveedor.

Además, en estas dos normativas no concretan un estándar nacional para células somáticas. Estas dos legislaciones colombianas no definen los promedios de Conteo de células somáticas en la leche. Debido a esto cada región maneja unos rangos específicos los cuales son obtenidos de investigaciones privadas de las empresas lecheras.

2.2.5 conteo de células somáticas (CCS)

Las células somáticas están constituidas por una asociación de leucocitos y células epiteliales. Los leucocitos se introducen en la leche en respuesta a la inflamación que puede

aparecer debido a una enfermedad o, a veces, a una lesión. Las células epiteliales se desprenden del revestimiento del tejido de la ubre (Blowey y Edmondson, 1995).

Cada leche contiene células somáticas, las cuales en una glándula sana sólo se presentan en un número pequeño. En este caso se trata de células de tejido (células epiteliales) y células inmunes, (neutrófilos polimorfonucleares, granulocitos, macrófagos, linfocitos). La importancia biológica de las células somáticas es que participan en la defensa contra infecciones de la ubre. Cuando hay estímulos o enfermedades de la glándula mamaria aumenta en contenido de células somáticas, con lo cual el número de células inmunes aumenta considerablemente (Wolter y Kloppert, 2004).

Cuadro Diagnóstico de un cuarto según el conteo de células somáticas.

Células/ml de leche	Estado de la ubre
Hasta 100,000	Ubre Sana, leche normal
100,000 a 200,000	Sospechoso, nivel superior fisiológico
Más de 200,000	Mastitis, leche anormal

Fuente: Wolter et al., 2004

2.2.6. Prueba de California para Mastitis (CMT).

La Prueba de California para Mastitis (CMT, por sus siglas en inglés) ha sido empleada durante décadas y sigue siendo la prueba más utilizada a nivel de campo para el diagnóstico de mastitis en el ganado bovino lechero (Morresey, 1999; Radostits, 2002; Medina y Montaldo, 2003; Erskine, 2001; Bedolla et al., 2007).

Es una prueba sencilla que es útil para detectar la mastitis subclínica por valorar groseramente el recuento de células de la leche. No proporciona un resultado numérico, sino más

bien una indicación de si el recuento es elevado o bajo, por lo que todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso (Ávila, 1996; Ávila et al., 2001; Barkema et al., 1997).

La prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche, el reactivo de lauril sulfonato de sodio, causando la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la ubre y este se convierte en combinación con agentes proteicos de la leche en una gelatina. A mayor presencia de células se libera una mayor concentración de ADN, por lo tanto mayor será la formación de la gelatina, traducándose en nuestra lectura e interpretación del resultado como el grado más elevado de inflamación. Es decir, permite determinar la respuesta inflamatoria con base en la viscosidad del gel que se forma al mezclar el reactivo (púrpura de bromocresol) con la misma cantidad de leche en una paleta con cuatro pozos independientes permitiendo evaluar cada cuarto independientemente (Smith 1990; Saran y Chaffer, 2000; Medina y Montaldo, 2003).

III. CAPITULO METODOLOGÍA

3.1. Ubicación y caracterización del área experimental

El experimento fue dividido en dos fases, la primera comprendió la selección de los apriscos, se identificación de las cabras, se evaluó su sanidad al ordeño (preparación de pezones), número de partos y volumen de leche. La valoración de la leche por medio del reactivo CMT se realizó en campo directamente en las finca y la segunda fase correspondió a las pruebas de laboratorio (CCS).

La primera fase fue realizada en cuatro apriscos de producción caprina ubicados en el área metropolitana de Cúcuta, Departamento del Norte de Santander, a 320 msnm (COPLANARH, 1975). Esta zona se clasifica agro ecológicamente como bosque seco tropical con temperaturas anuales que oscilan entre 28 y 32,5°C, con intervalo de precipitación anual entre 1040,4 y 1100 mm. Los cuatro apriscos seleccionados, ver figura 1. Se encuentran ubicados en la Vereda Campo Hermoso del sector El Salado, Corregimiento Buena Esperanza, zona metropolitana de Cúcuta. Los inventarios de animales oscilan de 50 a 265 cabras. Cuentan con un modelo de producción extensivo “en pastoreo” los animales permanecían en el potrero durante todo el día y solamente se recogían en la noche para que permanecieran en el establo, donde eran ordeñadas en la mañana previo a salir de nuevo a pastorear.

La segunda fase del experimento, Una vez ordeñada la leche de las cabras se trasladaron las muestras, al laboratorio de diagnóstico animal de la universidad francisco de paula Santander Ocaña, ubicada Vía Acolsure, Ocaña, Norte de Santander, donde se realizó el conteo de células somáticas.



Figura 1 Cabras que se tomaron la muestra.

3.2. Parámetros de selección de los caprinos

Se ordeñaron 20 o 15 cabras lactantes por aprisco, de las cuales son de razas criollas de la zona con cruces entre las razas Saanen, Anglonubiana, alpina americana, Toggenburg y también puras de alta producción. Para la selección de las hembras que se recolectó la leche se evaluaron unos parámetros de fisiología de las hembras caprinas, como son:

Condición corporal óptima de dos punto cinco (2,5) a cuatro (3.5), en una escala de uno (1) al cinco (5) para cabras de producción lechera. Donde uno (1) representa un animal demasiado flaco y cinco (5) obesidad extrema.

Libres de enfermedades infectocontagiosas (Brucelosis, Leptospira, Tuberculosis).

Hembras adultas que sean nulíparas o multíparas.

Hembras lactando con más de 30 días de lactancia.

Hembras fisiológicamente sanas, que no presenten cojeras, mordeduras de animales, con presencia de la famacha rosada y la ubre llena para su muestra de leche.

3.3 toma de muestras.

Anterior a la recolección de la muestra de leche, se aseguró la limpieza de los pezones. La limpieza de cada pezón se realizó con algodón humedecido con alcohol al 70%. Los primeros chorros de leche se descartaron y seguido a esto se recolectaron muestras individuales de cada mitad de la glándula mamaria. Se obtuvo de cada pezón 10 ml de leche los cuales fueron colectados en una bandeja de plástico dividida en dos cámaras estériles

para la pruebas de CMT y en tubos falcon para el CCS. Inmediatamente después de la recolección, las muestras de leche se sometieron a un examen físico a simple vista para detectar cualquier anomalía en el color, olor, consistencia, presencia de sangre y coágulos, y cualquier otra anomalía visible (Kumar R, et al, 2016; Tarazona L, et al 2020; Andrade R, et al 2012).

3.4. California Mastitis Test (CMT)

Después de su recolección se realizó la prueba de California Mastitis Test (CMT). Este fue hecho mezclando 3mL de Reactivo para Prueba de Mastitis California (CMT) con 3 ml de la muestra de leche en la paleta de plástico de CMT, luego estas se homogeneizaron con un movimiento circular durante aproximadamente 20 segundos (Andrade R, et al 2018., Tarazona L, et al 2019.,).

Los resultados se clasificaron en una escala de 0 hasta 5 dependiendo del grado de formación de gel (ver figura 2). Las puntuaciones dependen del grado de gelificación indicado por la masa gelatinosa en proporción a la gravedad de la infección presente (Mahlangu P. et al, 2018.,).



Figura 2 resultado de la prueba de california mastitis tes (CMT).

3.5 Pruebas de células somáticas

Cada muestra era rotulada con un indicativo para el animal dado por el dueño, y una numeración para la granja dada por los investigadores. Así mismo, leche fue empacada en hielo y mantenidas a una temperatura entre 4 y 6°C hasta su arribo al laboratorio de diagnóstico animal de la universidad francisco de paula Santander Ocaña, Cada animal fue muestreado una sola vez durante el estudio. El conteo se realizó mediante microscópico directo según técnica de Prescott y Breed (1910), con tinción en base a azul de metileno y la técnica de tinción con verde de metil Y pironina (VMYP) descrito por Dulin et al. (1982). Los resultados fueron entregados 15 días después. Usando la técnica de microscopia directa, para la lectura del recuento de células somáticas.

3.6 Análisis estadístico

Todos los datos obtenidos son tabulados en una hoja de cálculo en el programa Microsoft Excel y fueron analizados por el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 26. Las variables california mastitis test y células somáticas datos obtenidos fueron analizados primero con una prueba de Normalidad modelo estadístico de Kolmogorov-Smirnov arrojándonos datos no paramétricos, seguido se realizó la correlación modelo Rho de Spearman.

Para las variables preparación de pezones, número de partos y volumen de leche, se realizó una prueba de normalidad para determinar cómo manejar los datos, debido a ser datos cualitativos se le aplicó el modelo estadístico de frecuencias y las tablas cruzadas.

IV. CAPITULO

4.1. Resultados y discusión

4.1.1. Animales de la muestra

Tabla 1 Relación de cabras muestreadas en los apriscos que realizan limpieza a la hora del ordeño.

	Cabras muestreadas	Preparación de pezones	Porcentaje	Desviación estándar
Aprisco 1	20	No	57,1%	0,49
Aprisco 2	20	no		
Aprisco 3	15	Si	42,9%	0,49
Aprisco 4	15	Si		
Total	70		100%	

El total de cabras muestreadas fueron setenta (70), divididas en cuatro (4) apriscos, para la variable preparación de pezones que consistía si hacen limpieza antes del ordeño o no realizan limpieza antes del ordeño, el 50% de los apriscos no realizan preparación de pezones siendo el 57,1% de las cabras muestreadas, debido a la poca infraestructura que y bioseguridad que se manejan en esos apriscos, comparada con el 42,9% de las cabras si se les realiza limpieza de los pezones antes de ser ordeñadas.

Tabla 2 Relación de cabras muestreadas en los apriscos según el número de partos.

	Cabras		Numero de	Porcentaje	Des
	muestreadas		cabras		estándar
Aprisco 1	20	Nulíparas	3	4,2%	0,48
		Múltiparas	17	24,2%	
Aprisco 2	20	Nulíparas	9	12,8%	
		Múltiparas	11	15,7%	
Aprisco 3	15	Nulíparas	8	11,4%	
		Múltiparas	7	10%	
Aprisco 4	15	Nulíparas	5	7,1%	
		Múltiparas	10	14,2%	
Total	70		70	100%	

La variable número de partos se dividen en cabras nulípara (que tienen un parto) y cabras múltiparas (que tiene más de un parto), las cabras nulíparas que se ordeñaron fue el 35,7% siendo 25 cabras de las 70 cabras ordeñadas. Las cabras múltiparas son el 64,3% del total de cabras debido a que la mayoría de cabras de los apriscos son adultas, debido a que se seleccionaro apriscos que tengan una lechería de experiencia y que posean registros.

Tabla 3 Relación de cabras muestreadas en los apriscos según la producción lechera.

Cabras muestreadas			Numero de cabras	Porcentaje	Des estándar
Aprisco 1	20	> a un litro	15	21,4%	0,49
		< a un litro	5	7,1%	
Aprisco 2	15	> a un litro	12	17,1%	
		< a un litro	3	4,2%	
Aprisco 3	20	> a un litro	17	24,2%	
		< a un litro	3	4,2%	
Aprisco 4	15	> a un litro	9	12,8%	
		< a un litro	6	11,4%	
Total	70		70	100%	

Para la variable volumen de leche se dividieron en dos grupos, mayor a un litro y menor a un litro. El 57,1% de las cabras evaluadas daban menos de un litro, debido a que la raza predominante es la criolla, estos animales son cruzados con razas de sangres puras como la raza Saanen, Anglonubiana, alpina americana y Toggenburg, siendo la predominante el cruce de criollo con la raza Toggenburg (40%) seguido de cruce de criollo con la raza alpina (30%), el cruce de criollo con la raza Anglonubiana (20%) y el cruce que menos animales hay son el cruce de criollo con la raza Saanen (10%), debido a las condiciones climáticas agrestes de la zona se manejan estos cruces. El 42,9% de las cabras tiene un volumen de leche mayor a un litro debido a la mejora genética con la introducción de razas puras, mejoramiento de la alimentación y la sanidad adecuada.

Las hembras oscilan entre 60 y 70 días de lactancia esto se debe a que por ser una explotación extensiva las épocas de monta son estacionarias (octubre y noviembre). La edad de las hembras que se usaron para la investigación oscilaron entre los 10 y los 23 meses. El 95% de las hembras poseen una condición corporal de 3.5 siendo óptima para hembras en lactancia y para la el estado del clima lo cual nos dice que hay buena fuentes de alimentación.

4.1.2 California Mastitis Test (CMT) vs Conteo de Células Somáticas

En el área metropolitana de Cúcuta y Norte de Santander, este es uno de los primeros estudios que se realiza donde se analiza la prevalencia de mastitis subclínica, diagnosticando usando dos pruebas efectivas para su diagnóstico. La prevalencia de la mastitis subclínica es del 40% o 28 casos de 70 hembras ordeñadas, reportado en el presente estudio. algunos autores han reportado prevalencia del 11.2% y 38.6% (Megersa B, et al 2010., Wakwoya A, et al 2006.), además concuerda con lo reportado por Contreras et al , donde la presencia de la enfermedad en los rebaños etiopia puede oscilar entre 5 y 30%, de este modo podemos decir, los resultados hallados en los predios evaluados estarían en el rango estimado.

Tabla 4 Tabla cruzada de los resultados para preparación de pezones*mastitis

		mastitis		Total
		positivo	negativo	
Preparación	no limpian	20	20	40
	si limpian	8	22	30
Total		28	42	70

La tabla 4 nos muestra los resultados para los parámetros de preparación de pezones el cual nos dice si limpian o no limpian los pezones ante del ordeño. Esto nos da a conocer que está relacionado la variable de limpieza ya que los apriscos que realizaron limpieza presentaron 8 (11,4%) cabra positivas para mastitis comparadas con las que no realizan limpieza que fueron 20 (28,5%) cabras. Comparado con lo reportado por Ali et al. (2021) se observaron que la mastitis en cabras que estaban alojadas en áreas sucias era 36 (13.8%) veces mayores que en cabras que se mantenían de forma higiénica. Bergonier et al. (2003) observaron que factores ambientales como la humedad, la basura, el lecho húmedo, el forraje, los reservorios y alojamientos mixtos son los principales determinantes de la mastitis en las cabras lecheras. Amin et al. (2011) también encontraron una prevalencia más alta en cabras que se crían en áreas antihigiénicas.

Tabla 5 Tabla cruzada de los resultados para número de partos*mastitis

		Mastitis		Total
		positivo	negativo	
Partos	nulíparas	3	22	25
	multíparas	25	20	45
Total		28	42	70

La tabla 5 relaciona el número de partos si son nulíparas o multíparas con la presencia de mastitis. 25 cabras multíparas presentaron mastitis 35,7% las cuales reportan nacimientos de dos a cinco partos comparada con las nulíparas que solo 3 cabras presentaron mastitis. Varios autores en Europa también reportan que los casos de mastitis se incrementan a medida que la edad y el número de partos son mayores (Boscós et al., 1996; Haenlein, 2002). También Moroni et al. (2005) registra un mayor número de mastitis subclínicas en las cabras de 3 a 4 pariciones al igual que en el presente trabajo. En vacas existen reportes de menor incidencia en novillas primer parto

comparado con vacas adultas de mayor edad y multíparas (Steenefeld et al,2008; Novoa et al,2005) también se reporta que la mastitis afecta reproductivamente a las hembras ya que alarga los días abierto demorando la aparición del primer calor después del parto.

Tabla 6 *Tabla cruzada de los resultados para cantidad de leche*mastitis.*

		Mastitis		Total
		Positivo	negativo	
Leche	Mayor a un litro	11	19	30
	Menor a un litro	17	23	40
Total		28	42	70

En la tabla 6 la cantidad de leche en consideración con la mastitis, observamos que las cabras que producían leche menor a un litro fueron las que tuvieron mayor incidencia a ser positiva a presencia de mastitis (24,2%), comparado con las cabras que producían leche menor a un litro. La tendencia a la producción menor de un litro puede estar relacionada a las cabras positivas. Esto debido a que la presencia de la enfermedad baja la producción debido a la inflamación, dolor, infección o tratamientos.

Martínez Nayalón et al (2002) también encontraron una disminución de la producción de leche de unos 27 Kg/cabra/lactación, no siendo significativa esta diferencia ($p=0,06$) y la intensidad de esta disminución ha sido constatada entre un 9% y un 20%, siendo destacable la tendencia a una menor producción de leche en las cabras seropositivas.

Greenwood (1995) y Smith y Cutlip (1988) estudiaron el marcado tropismo mamario de la infección por VAEC, la disminución de la cantidad de leche y el acortamiento de la lactación en los animales infectados.

Los factores zootécnicos como el manejo de la rutina de ordeño debido una única vez en el día, la raza de los animales debido a los cruces podrían estar ligados predisponer más a la mastitis, así como las características geográficas particulares de la zona del bosque seco tropical, en época de sequía la pobre disposición de forraje para su alimentación y época lluviosa los terrenos se vuelven fangosos y la asepsia de las ubres son pocas.

Tabla 7 Tabla de comparación de las pruebas según sus resultados.

Pruebas		Negativo	Positivo	Total
CCS*	No de muestras	42	28	70
	%	60%	40%	100%
CMT	No de muestras	42	28	70
	%	60%	40%	100%

*muestras tomadas como positivas mayores a 200.000 células somáticas.

Tabla 8 Rangos de los resultados para las pruebas CCS y CMT.

Rango para CCS	Rango para CMT	Numero	Porcentaje (%)
0 - 200.000	0	42	60
200.000-500.000	+	17	24,3
500.000-1'000.000	++	8	11,4
$\geq 1'000.000$	+++	3	4,3
Total		70	100

Al observar la tabla 7 y tabla 8, los valores de CCS y CMT los rangos obtenidos para animales sanos en las pruebas se presentaron en 42 animales o 60% de los animales. El 24,3% de las cabras evaluadas presentaron mastitis subclínicas mostrando pocas aglutinaciones en CMT y un rango de 200.000-500.000 de células somáticas para la prueba CCS, el 11,4% de las cabras presentaron mastitis clínica, para CMT presentaron aglutinaciones y para CCS el rango fue 500.000-1'000.000 y el 4,3% de las cabras presentaron mastitis aguda. Comparados con otros estudios tenemos datos similares donde se han observado en Brasil prevalencias de mastitis subclínica que varían de 22% a 75% (Lima et al., 2018). También en Bangladesh, la prevalencia oscila alrededor del 38.75% al 50.9% (Akter et al., 2020; Ferdous et al., 2018), mientras que en Kenia se han observado prevalencias que alcanzan hasta un 50.9% (Mahlangu et al., 2018) todos estos datos fueron tomados de ordeños manuales semejantes al método de recolección que se usó.

Esta investigación nos muestra que todos los rangos según las pruebas evaluadas revelan relaciones evidentes según cada rango o grupo es muy marcado. Ayudando a tomar cualquier prueba como diagnóstico para presencia de mastitis.

Además Avila et al. (2005) concluye que la confianza de la prueba CCS en leche es mayor usando métodos electrónicos o microscópicos comparado que con la prueba de CMT.

Según Blowey y Edmondson (2010) dice que existen reportes que las vacas más viejas tienen tendencia a presentar mayores CCS en la leche, mientras que las novillas de primer parto registraron una presencia de CCS entre 20 000 y 100 000. Datos similares a los reportados en esta investigación realizada en cabras.

4.1.3 Correlación

4.1.3.1 Prueba de normalidad

Tabla 9 Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnova

	Estadístico	gl	p.
CMT	,342	70	,000
CS	,336	70	,000

Como $p = 0$ deducimos que los datos no tienen una distribución normal por lo tanto aplicaremos estadística no paramétrica.

4.1.3.2 grafico de dispersión

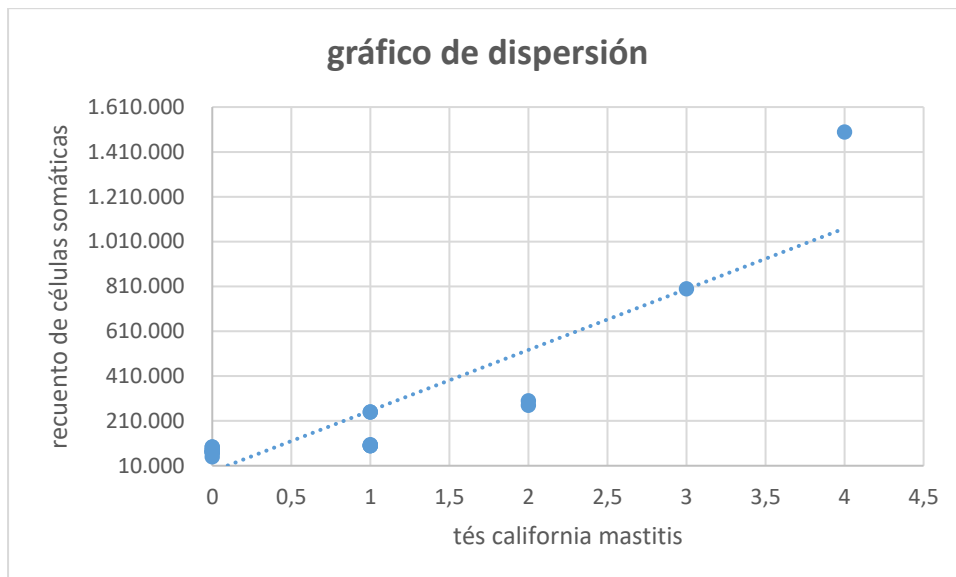


Figura 3 grafico de dispersión para comprobar la correlación

En los datos obtenidos se observan cierta relación lineal y positiva debido a que para variable California Mastitis Test (CMT) es mayor la puntuación el número de células somáticas crecen.

4.1.3.3 coeficientes de correlación

Tabla 10 Correlación de Rho de Spearman, para la variable CMT y CS para diagnosticar mastitis

	$S\rho$	P	N
CMT-CS	,877**	0	70
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

El coeficiente de correlación de Rho de Spearman entre las variables del California Mastitis Test (CMT) y el conteo de células somáticas (CCS) muestra una correlación positiva fuerte de $r = 0.877$. Esto indica que a medida que aumenta la puntuación del CMT, también aumentan numéricamente los valores del CCS. Esta correlación sugiere que ambas pruebas están estrechamente relacionadas y son medidas efectivas para el diagnóstico de la mastitis, tanto en campo como en el laboratorio. Estos resultados coinciden con investigaciones anteriores realizadas en cabras de Francia y España (Lerondelle et al., 1992; Contreras et al., 1996), donde también se encontró una buena correlación entre los resultados del CMT y el CCS.

Además, estos resultados superan los obtenidos por Echeverri et al. (2010), quienes obtuvieron una correlación de Rho de Spearman de $r = 0.42$ al evaluar ambos métodos. Esto resalta la fortaleza de la correlación encontrada en el presente estudio y respalda la utilidad de ambos métodos en el diagnóstico de la enfermedad.

V. CAPITULO

5.1. Conclusiones.

El coeficiente de correlación de Rho de Spearman para las variables de California Mastitis Test (CMT) y el conteo de células somáticas (CCS) es de $r = 0.877$. De lo que podemos deducir que a medida que se incrementa la relación de la prueba de CMT se incrementan los valores de CCS de manera numérica.

El Conteo de Células Somáticas (CCS) realizado en el laboratorio con leche caprina por microscopia, puede ser utilizado como referencia para el diagnóstico de mastitis subclínica, mostrando diferencias aumentadas de número de células presentes en la leche cuando el diagnóstico es positivo.

Al analizar la prevalencia de mastitis subclínica, de los apriscos de la zona rural del Cúcuta usando dos pruebas efectivas para su diagnóstico. La prevalencia de la mastitis subclínica es del 40% o 28 casos de 70 hembras ordeñadas.

Al compararlo con los resultados de las pruebas de CCS, el CMT usado en las condiciones normales, concluimos el reactivo de California Mastitis Test (CMT) es un método seguro para diagnosticar la presencia de mastitis en el rebaño.

Las variables de preparación de pezones, los apriscos donde no realizan limpieza presentaron niveles altos de la enfermedad, para la variable número de partos las cabras adultas y multíparas presentaron 35,7% de mastitis y la variable producción de leche las cabras menores a un litro fueron las que más presentaron mastitis con un 24,2%

Se determinó que existe una probabilidad mucho mayor de presentar mastitis subclínica en aquellos animales a los cuales las rutinas de ordeño no son las adecuadas por lo cual, no se les realizaba desinfección del pezón previo y después del ordeño ayudando a la entrar patógenos a la ubre.

5.2. Recomendaciones

Asociar más investigaciones sobre la mastitis en leche caprina usando más métodos de diagnóstico de mastitis.

Realizar más pruebas aumentando el número de cabras en diferentes edades y granjas para reportar datos más relevantes

Enseñar a los productores caprinos el uso del reactivo California Mastitis Test (CMT) para diagnosticar la presencia de la enfermedad.

Recomendar a los productores la prevención de la mastitis, mejorando el manejo de las rutinas de ordeño.

REFERENCIAS

Agudelo, G.A., Bedoya, M.O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Enero-Junio (Consultado el 15 de Julio del 2016). En línea:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>

Alfaro Cruz, Rubén Isaac y Mendoza López, Yadhira Sarai (2018) Diagnóstico de mastitis subclínica y calidad microbiológica de la leche de cabra comercializada en el Centro Histórico de la Ciudad de San Salvador. Bachelor thesis, Universidad de El Salvador.

Akter, S., Rahman, M., Sayeed, A., Islam, N., Hossain, D., Hoque, A., & Koop, G. (2020). Prevalence, aetiology and risk factors of subclinical mastitis in goats in Bangladesh. *Small Ruminant Research*, 184, 106046. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106046>

- BOSCOS, C.; STEFANAKIS, A.; ALEXOPOULOS, C.; SAMARTZI, F. 1996. Prevalence of subclinical mastitis and influence of breed, parity, stage of lactation and mammary bacteriological status on Coulter Counter Counts and California Mastitis Test in the milk of Saanen and autochthonous Greek goats. *Small Ruminant Research*, 21, 139-147.
- Castillo Jaimes, J. (2020). Diagnóstico de sistemas de producción caprino en el área metropolitana de Cúcuta Norte De Santander.
- Ferdous, J., Rahman, M. S., Khan, M. I., Khan, M. I., Khan, M., & Rima, U. K. (2018). Prevalence of clinical and subclinical caprine mastitis of northern region in Bangladesh. *Progressive Agriculture* 29(2), 127-138. doi: <https://doi.org/10.3329/pa.v29i2.38296>
- HAENLEIN, G.G.W., 2002. Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. *Small Ruminant Research* 45, 163-178.
- MORONI, P.; PISONI, G.; RUFFO, G.; BOETTCHER, P.J. 2005. Risk factors for intramammary infections and relationship with somatic- cell counts in Italian dairy goats. *Prev. Vet. Med.* 69, 163-173.
- Lima, M. C., Souza, M. C. C., Espeschit, I. F., Maciel, P. A. C. C., Sousa, J. E., Moraes, G. F., Ribeiro, J. E., & Moreira, M. A. S. (2018). Mastitis in dairy goats from the state of Minas Gerais, Brazil: Profiles of farms, risk factors and characterization of bacteria. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 38(9), 1742-1751. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5698>

Mahlangu, P., Maina, N., & Kagira, J. (2018). Prevalence, risk factors, and antibiogram of bacteria isolated from milk of goats with subclinical mastitis in Thika East Subcounty, Kenya. *Journal of Veterinary Medicine* , 2018, 3801479. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/3801479>

Steenekveld W., Hogeveen H., BARKEMA H.W., VAN DEN BROEK J., HUIJNE R.B.M. 2008. The Influence of Cow Factors on the Incidence of Clinical Mastitis in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 91(4):1391-1402.

GREENWOOD, P.; GREENWOOD, P.I. 1995. Effects of caprine arthritis-encephalitis virus on productivity and health of dairy goats in New South Wales, Australia. *Prev. Vet. Med.* 22, 71-78.

MARTINEZ NAVALÓN, P.; RIBERA, C.; ROCHE JULIÁN, M.L.; CABALLERÓN GALVÁN, C. 2002. Efecto del virus de la artritis encefalitis caprina sobre la producción y composición de la leche en cabras Murciano- Granadinas. *P. R.* 3(3):26-30.

BOSCOS, C.; STEFANAKIS, A.; ALEXOPOULOS, C.; SAMARTZI, F. 1996. Prevalence of subclinical mastitis and influence of breed, parity, stage of lactation and mammary bacteriological status on Coulter Counter Counts and California Mastitis Test in the milk of Saanen and autochthonous Greek goats. *Small Ruminant Research*, 21, 139-147.

Gómez y González, A.; Pinos Rodríguez, JM.; Aguirre Rivera, JR. 2009. Manual de producción caprina. Capítulos 9 y 10. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. P138-140, 161.

Guzmán Téllez, B.G. 2013. Prevalencia de mastitis subclínica en cabras en lactación del proyecto Maya de seguridad alimentaria (PROMASA II) en el municipio de Nebaj, departamento del Quiché (en línea). Universidad de San Carlos de Guatemala. Escuela de Medicina Veterinaria. Consultado el 18-08-2016. Disponible en http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1377.pdf

HAENLEIN, G.G.W.; HINCKLEY, L.S., 1995. Goat milk somatic cell count situation in USA. Int. J. Anim. Sci. 10, 305-310.

HAENLEIN, G.G.W., 2002. Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. Small Ruminant Research 45, 163–178.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. 1996. Componente de fortalecimiento de los programas de sanidad animal (en línea). Proyecto de Sanidad Agropecuaria. Volumen III. Anexo III.6. P 65. Consultado 13-07-2016. Disponible en <http://www.IICA.com>.

LEITNER, G.; SILANIKOVE, N.; MERIN, U. 2008. Estimate of milk and curd yield loss of sheep and goats with intramammary infection and its relation to somatic cell count. Small Ruminant Research 74, 221–225.

PERRIN, G.G.; MALLEREAU, M.P.; LENFANT, D.; BAUDRY, C. 1997. Relationships between California mastitis test (CMT) and somatic cell counts in dairy goats. Small Ruminant Research 26, 167-170.

SCHALM, O.W.; CARROL, E.J.; JAM, N.C. 1971. Bovine Mastitis. Physical and Chemical Tests for Detection of Mastitis. Lea y Febiger, Philadelphia, pp. 128-157.

SUAREZ V.H...; BUSETTI M.R.; MIRANDA A.O.; CALVINHO L; BEDOTTI D.O.; CANAVESIO V. 2002. Effects of infectious status and parity on somatic cell count and California mastitis test in Pampinta dairy ewes. J Vet. Med. B, 49, 230-234