

Mastite estafilocócica em rebanhos caprinos

Staphylococcal mastitis in goats herds

DOI: 10.34188/bjaerv5n2-004

Recebimento dos originais: 20/01/2022

Aceitação para publicação: 31/03/2022

Valente Velázquez Ordoñez

Doctorado en Ciencias Veterinarias por la Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. México. Campus UAEM “El Rosedal” San Cayetano de Morelos, Municipio de Toluca, México
E-mail: vvo@uaemex.mx

Benjamín Valladares Carranza

Dr. en C.A. Benjamín Valladares Carranza. Doctor en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Zacatecas. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, km 15.5 Carretera Panamericana Toluca-Atacomulco, Toluca CP 50200, Estado de México, México
E-mail: bvalladaresc@uaemex.mx

Adrián Zaragoza Bastida

Doctor en Ciencias de la Salud. Laboratorio de Microbiología Médica y Ambiental. Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto de Ciencias Agropecuarias, Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Rancho Universitario Av. Universidad km 1, Ex-Hacienda de Aquetzalpa, Tulancingo CP 43600, Hidalgo, México
E-mail: adrian_zaragoza@uaeh.edu.mx

José Luis Carlos Bedolla Cedeño

Maestría en Educación en Ciencias Naturales por el Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Calle Santiago Tapia No. 403. Col. Centro. Morelia. Michoacán. México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Km 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro. La Palma. Municipio de Tarímbaro, Michoacán. México
E-mail: bedollajl@yahoo.com.mx

Rodolfo Lucio Domínguez

Doctorado en Veterinaria, por la Universidad de Extremadura, España. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Calle Santiago Tapia No. 403. Col. Centro. Morelia. Michoacán. México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Km 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro. La Palma. Municipio de Tarímbaro, Michoacán. México
E-mail: lucio_rodolfo@yahoo.com

Gustavo Cal Pereyra

Doctorado en Medicina y Cirugía Animal, por la Universidad de León, España. Universidad de la República. Facultad de Veterinaria. Departamento de Anatomía Patológica. Alberto Laplace 1620 Montevideo, Uruguay
E-mail: luisscalper@gmail.com

Jorge Pablo Acosta Dibarrat

Doctorado en Ciencias: Área Bacteriología y Patología por la Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. México. Campus UAEM “El Rosedal”. San Cayetano de Morelos, Municipio de Toluca, México
E-mail: jpacostad@uaemex.mx

Alejandro Córdova Izquierdo

Doctorado en Reproducción Animal por la Universidad de León, España. Universidad I Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calzada del hueso 1100. Col. Villa Quietud, Coyoacán, Ciudad de México
E-mail: acordova@correo.xoc.uam.mx

RESUMO

A caprinocultura é uma importante atividade produtiva no país, favorecendo o desenvolvimento socioeconômico regional em áreas áridas e marginalizadas do México. Atualmente, a produção de leite aumenta sua demanda agroindustrial sem ser atendida no território. A mastite caprina reduz a secreção e a qualidade e segurança do leite, além de afetar a criação dos cabritos. A infecção da glândula mamária é frequentemente identificada em rebanhos caprinos associada a *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus coagulase negativa*, a avaliação da saúde da glândula mamária da cabra leiteira considera as variações que são observadas no nível de células somáticas no leite relacionadas à o estágio de lactação e outras condições de manejo; porque a cabra tem níveis normais próximos a 1000×10^3 células/mL de leite. No diagnóstico de mastite subclínica: O California Mastitis Test em campo é útil no diagnóstico de mastite subclínica no rebanho, sugerindo a possibilidade de infecção mamária intraglandular confirmada por isolamento bacteriológico.

Palavras-chave: cabras, produção, leite, mastite, estafilococos, teste de mastite da Califórnia

ABSTRACT

Goat production is an important productive activity in the country, favoring regional socioeconomic development in arid and marginalized areas of Mexico. Currently, milk production increases its agro-industrial demand without being covered in the territory. Caprine mastitis reduces the secretion and the quality and safety of milk, in addition to affecting the rearing of kids. Infection of the mammary gland is frequently identified in goat herds associated with *Staphylococcus aureus* and coagulase negative *Staphylococci*, the evaluation of the health of the mammary gland of the dairy goat considers the variations that are observed in the level of somatic cells in the milk related to the stage of lactation and other management conditions; because the goat has normal levels close to 1000×10^3 cells/mL milk. In the diagnosis of subclinical mastitis: The California Mastitis Test in the field is useful in the diagnosis of subclinical mastitis in the herd, suggesting the possibility of intraglandular mammary infection confirmed by bacteriological isolation.

Keywords: goats, production, milk, mastitis, staphylococci, California mastitis test

1 INTRODUCCIÓN

IMPORTANCIA DE LA CAPRINOCULTURA EN MÉXICO

En América latina, México destaca en la producción de caprinos estimándose un volumen anual de 11 millones de toneladas anuales de producto; con una población predominante de ganado caprino criollo y encastado con la raza razas Nubia, Bóer, y Granadina, en menor proporción poblaciones de raza pura principalmente del tipo lechero Alpina Frances, Saanen y Nubia; con casi 150,000 productores registrados, cerca de 320,000 unidades de producción de tipo familiar (Bazán *et al.*, 2009; Andrade-Montemayor, 2017). La producción de carne, cabritos y leche son los principales productos que se obtienen de la caprinocultura nacional. Con un inventario nacional de 8.7 millones de cabezas de ganado caprino y una producción estimada de leche de 167,000 toneladas que satisfacen el 1.1% de la producción mundial de leche de cabra (Andrade, 2017).

La adaptabilidad del ganado caprino a permitido una amplia distribución en diferentes regiones agroclimáticas del territorio nacional, destacando las regiones áridas y semiáridas; en el norte y noreste del país en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango y Sinaloa Principalmente; En el occidente Jalisco. En la zona centro del país Michoacán, Querétaro, Puebla, Tlaxcala, y en el sureste Chiapas, Oaxaca y Guerrero (Andrade, 2017). La amplia distribución de los sistemas de producción caprina en el país, también se observa una diversidad en los sistemas de producción, contrastando principalmente el sistema extensivo sobre el intensivo, generalmente relacionado con la lechería caprina destacando los estados de Durango, Coahuila, Zacatecas, Querétaro, Michoacán y Puebla (SAGARPA, 2012). La Producción de leche de cabra tiene un volumen importante que deriva de la lechería caprina de subsistencia asociada a la producción de carne; la importancia socioeconómica de la caprinocultura permite la incorporación y la actividad económica de amplias zonas de las regiones áridas y socialmente marginadas en el país, al incorporar a la actividad productiva a más de 1.5 millones de productores con casi 450,000 rebaños caprinos (SAGARPA, 2017). En la actualidad existe una tendencia nacional a incorporar a un mayor número de rebaños a la producción de leche por una amplia demanda agroindustrial y de la industria lechera destinada a la fabricación de productos lácteos y queso (Olhagaray y Espinoza, 2007), actividad que se concentra principalmente en los estados de Durango, Guanajuato, Querétaro y Michoacán (Gobierno de México, 2021). Un reto importante que enfrenta la ganadería lechera de cabras es el de mejorar las condiciones de manejo sanitario los rebaños, para mejorar la calidad e inocuidad de la leche y el evitar la prevalencia de enfermedades que limitan la producción y que constituyen un riesgo a la salud pública (SAGARPA-SENASICA, s.a.). La mastitis afecta la calidad e inocuidad de la leche, sin embargo, la información disponible sobre la enfermedad y sus agentes es escasa actualmente.

LA MASTITIS EN LA POBLACIÓN CAPRINA LECHERA Y DE DOBLE PROPOSITO

La mastitis una de las enfermedades de mayor importancia económica y sanitaria en la industria lechera mundial (NMC, 2017). En las cabras la enfermedad se produce generalmente por una infección glandular mamaria comúnmente por bacterias y en algunos casos por la interacción con agentes virales (Artritis Encefalitis Caprina y Ectima contagioso) que pueden prevalecer en el rebaño (Bonilla *et al.*, 2003). La infección de la glándula mamaria provoca la inflamación del tejido glandular, disminuyendo la secreción láctea e incrementando el nivel de células somáticas de la leche (Ndegwa *et al.*, 2000). Al disminuir la producción de leche por la mastitis, se observa un pobre desarrollo de los cabritos, aumentando la necesidad de suplementar las crías de madres enfermas por la mastitis. En los rebaños de cría la enfermedad pasa desapercibida, en su forma subclínica que puede afectar más del 50% de la población en lactancia, la forma clínica suele ser evidente en sus manifestaciones en las cabras, fácilmente detectable por el productor, debido a la inflamación de los medios glandulares y la ausencia de leche al parto y la posible muerte asociada de los cabritos (Sticotti *et al.*, 2013).

Al ocurrir la mastitis caprina en el rebaño, se reduce la producción ocasionada por la presencia de la infección y la inflamación del tejido glandular mamario provocando el incremento del número de células somáticas; la composición físico-química de la leche puede alterarse para ciertos componentes que disminuyen entre estos los fosfolípidos, la lactosa y la caseína; la concentración de sodio y potasio se incrementan, aunque no existen diferencias significativas en la composición químico proximal de la leche con los grupos de cabras con mastitis subclínica (Barron *et al.*, 2013 ; Álvarez *et al.*, 2016).

La secreción glandular mamaria de la cabra se inicia al final de la lactancia, generada por la prolactina que activa la secreción del acino glandular mamario, una vez que el tejido glandular ha aumentado bajo la acción de la progesterona y los estrógenos durante la gestación; al producirse el parto disminuye la secreción de estrógenos y la progesterona, incrementándose la sección de prolactina estimulada por el ordeño, siendo requerida para mantener la producción de leche en la lactancia en un ciclo constante de síntesis, secreción y expulsión (Park y Jacobson, 1999).

La cabra produce más células somáticas en la leche que en la vaca, las células somáticas de la cabra están constituidas por células del epitelio glandular, de los conductos y la cisterna glandular; además de una proporción importante de leucocitos y otra parte significativa son partículas citoplasmáticas (Paape y Capuco, 1997), estas últimas suelen afectar los valores cuando se emplean ciertos métodos de conteo celular somático, al producir interferencia y confusión sobre los valores reales de células somáticas.

Los valores fisiológicos de la cuenta de células somáticas se han establecido entre 349-671x 10³/ml de leche al ser evaluada con el equipo de Fossomatic; de 860-1341x 10³/ml, determinadas con el Coulter Counter y mediante la Prueba de Mastitis California se consideraron reacciones < 1, durante el inicio de la lactancia. Se ha observado que en las cabras al final de lactancia tiende a incrementarse el número de células somáticas, de igual forma durante las primeras dos semanas del parte para mantener sus niveles basales en las ubres sanas (Ferrer, 1994).

La importancia del diagnóstico de la mastitis subclínica en el rebaño, es de importancia para evitar la reducción de la producción de leche y desarrollo de la infección glandular, además del riesgo de diseminación de la enfermedad en el rebaño en lactancia. Sin embargo, el diagnóstico de la mastitis subclínica puede tener ciertas complicaciones en interpretación al realizar las pruebas en condiciones de granja, para la etapa de lactación, el parto y la edad de las cabras; además de tendencia de la cabra a mostrar relativamente valores altos en el conteo de células somáticas de la leche (Bergonier *et al.*, 2003). La mastitis subclínica tiende a ser un padecimiento frecuente en las cabras causado por agentes patógenos contagiosos destacando la infección por *Estafilococos* coagulasa negativos y *Staphylococcus aureus* (Contreras *et al.*, 2017). Un nivel bajo de infecciones intramarias asociados a los niveles de células somáticas no mayores a 1000 x 10³ células/mL de leche están relacionados con una buena salud de la glándula mamaria (Persson y Olofsson, 2011).

DESARROLLO DE LA INFECCIÓN GLANDULAR

El pezón, constituye la primera barrera anatómica de defensa de la glándula mamaria, al reducirse el riesgo de infección bacteriana, al producirse el cierre del meato del pezón, cuando la cabra no se ordeña (Paape *et al.*, 1997). La contaminación microbiana del pezón y la invasión microbiana suelen ocurrir durante el ordeño por la presencia de agentes patógenos en la leche y los que se localizan sobre el meato del pezón; dichos agentes patógenos pueden ser inoculados al interior del canal del pezón y de la cisterna por el ordeño, particularmente cuando el equipo de ordeño tiene un mal funcionamiento o bien se realizan malas prácticas de ordeño (SADR, s.a.).

El meato y el canal del pezón permanecen dilatados cerca de una hora y el meato permanece parcialmente abierto, propiciando que organismos saprofitos ambientales y otros agentes contagiosos (*S.aureus* y estafilococos coagulasa negativos presentes en lesiones cutáneas), y aquellos que contaminan la punta del pezón. La mastitis por una infección ascendente generalmente ocasionada por *Streptococcus agalactiae*, SCN y *S.aureus* contamina e invaden el canal del pezón, la cisterna glandular y la glándula mamaria.

La transmisión de la mastitis contagiosa, se puede ocurrir horizontalmente de cabra a cabra, por la vehiculización mecánica de las manos del ordeñador al momento del ordeño, mediante el equipo de ordeño, uso de toallas de secado contaminadas y el amamantamiento de cabritos. Es posible que también fuentes ambientales pueden contribuir a la contaminación microbiana de la piel y la ubre (Albenzio *et al.*, 2002; Bergonier *et al.*, 2003). Los corrales de encierro y el confinamiento prolongado contribuyen al incrementar el desarrollo de la mastitis caprina del rebaño. Sin embargo, una infección descendente de la mastitis ocurre en las cabras de rebaños positivos a *Brucella mellitensis* y Artritis Encefalitis Caprina, o bien la presencia de Ectima contagiosos predisponen al desarrollo de la mastitis por otros patógenos contagiosos en el rebaño (Bedotti y Rossanigo, 2011). Otras condiciones como son la conformación anatómica de la ubre, la falta de higiene de los corrales, heridas lacerantes y contusiones de la ubre, picaduras de insectos y miasis cutáneas pueden predisponer a formas severas de mastitis clínica (SADR, s.a.), además de la mastitis, puede estar asociada la brucelosis que afecta la inocuidad de la leche puede tener en riesgo a la salud humana al ocurrir la brucelosis en los rebaños positivo (SAGARPA-SENASICA, 2011)

La mastitis por *S.aureus* desencadena una respuesta inflamatoria progresiva y crónica que afecta de forma notable la salud de la glándula mamaria (Moroni *et al.*, 2005a). Al producirse la infección de la glándula mamaria se activa la resistencia natural a la enfermedad a través de mecanismos de la inmunidad innata (Pappe *et al.*, 1997), pocas horas después de ocurrir la infección se produce un incremento del número de células somáticas en leche (Petzer *et al.*, 2008). La severidad de la infección glandular se relaciona con el tipo de agente presente, acentuándose la respuesta frente al *S.aureus* y algunos estafilococos coagulasa negativos como *S. chromogenes* y *S. intermedius* entre otros (Watanabe *et al.*, 2009). La respuesta inmune innata se desarrolla mediante la actividad de fagocitosis (Wesson *et al.*, 1994; Pappe *et al.*, 2002) y la producción local de moléculas inhibitoras de la infección. La respuesta inflamatoria en la infección intraglandular se asocia a ciertos genotipos relacionados con la capacidad de respuesta individual de las células somáticas de la leche (Boscós *et al.*, 1996; Swanson *et al.*, 2004; Moroni *et al.*, 2005b). En un estudio realizado en cabras con diferentes niveles de células somáticas, bajo la infección experimental con *S.aureus*, no existieron diferencia en la expresión de 300 genes estudiados en ambos grupos; con excepción de ciertos genes relacionados con la respuesta inflamatoria [NFKB1, TNFAIP6, BASP1, IRF1, PLEK, BATF3], y la y la resistencia natural a la infección [PTX3], expresado en sangre y leche; apreciándose además una supresión del metabolismo celular de lípidos y un aumento de la señalización celular (SPPI). El estudio identifica la importancia del gen PTX3 en la resistencia a la infección de la glándula mamaria por *S. aureus* en las cabras lecheras (Cremonesi *et al.*, 2012).

La mastitis en las cabras se presenta en dos formas: la subclínica que ocurre de manera frecuente en el rebaño, aunque pasa inadvertida sin manifestaciones clínicas evidentes que alerten de su presencia. Su prevalencia suele ser alta ocasionando pérdidas económicas de consideración además de afectar la calidad sanitaria de la leche; una elevada frecuencia del rebaño predispone al desarrollo subsecuente de la mastitis clínica.

La forma clínica de la mastitis puede ser aguda, en la cual se aprecian manifestaciones evidentes de la enfermedad en la glándula mamaria, dolor e inflamación y alteraciones en la leche con la presencia de cambios de coloración, consistencia y apariencia. Su forma crónica coincide con el daño a la ubre por la induración del medio glandular, fibrosis, atrofia glandular y nódulos principalmente ocasionados por *S. aureus* y *T. pyogenes* (*Arcanobacterium pyogenes*). Sin embargo, pueden ocurrir otras formas clínicas de la mastitis ocasionada por *S. aureus* productor de alfa Toxina, que producen necrosis del endotelio vascular de capilares de la glándula mamaria provocando necrosis tisular, micro trombosis asociadas a la presentación de la mastitis gangrenosa. La cual también se ha relacionado asociada con infecciones causadas por *S.aureus*, *Clostridium perfringens* y *Bacillus cereus*.

MASTITIS POR ESTAFILOCOCOS EN LAS CABRAS DURANTE LA LACTANCIA

Los estafilococos son agentes de la familia Micrococcasea que agrupa a los grupos coagulasa positivos (*Staphylococcus aureus*) y estafilococos coagulasa negativos (ECN). Son cocos Gram positivos de 0.5 a 1.5µm de diámetro, agrupados en tétradas, agrupados en forma de racimos irregulares. Son catalasa positivos y anaerobios facultativos. Exceptuando a los *Staphylococcus aureus subsp. anaerobius* y *Staphylococcus saccharolyticus* considerados anaerobios estrictos; se han identificado más de 50 especies de estafilococos. Como Agentes causales de mastitis en las ovejas los estafilococos se consideran como patógenos contagiosos y patógenos menores, oportunistas dependiendo del género y a especie que afecte el desarrollo de la enfermedad en los rebaños de los pequeños rumiantes.

Cuadro 1. Estafilococos coagulasa negativos (ECN) en la infección glandular mamaria en caprinos

Estafilococos Coagulasa Negativos	Cuadro Clínico asociado	Autor
<i>S. chromogenes</i>	Mastitis subclínica, severo	Lasaña <i>et al.</i> , 2018
<i>S. caprae</i>	Mastitis subclínica y clínica, SCC altos, produce hemolisinas	Watanabe <i>et al.</i> , 2009
<i>S. epidermidis</i>	Subclínica persistente, moderado. Altos niveles de SCC	Ruiz, 2010, Moroni <i>et al.</i> , 2005b
<i>S. intermedius</i>	Clínica y subclínica	Pengov, 2001.
<i>S. pseudointermedius</i>	Infección persistente	Watanabe <i>et al.</i> , 2009
<i>S. schleiferi subsp. Coagulans</i>	Subclínica, aumento de SCC	Ariznabarreta <i>et al.</i> , 2002
<i>S. hyicus</i>	Subclínica	Danmallam y Pimenov, 2019
<i>S. saprophyticus</i>	Mastitis subclínica	Adwan <i>et al.</i> , 2005
<i>S. lugdunensis</i>	Persistencia de infección, subclínica	Koop <i>et al.</i> , 2012
<i>S. capitis</i>	Clínica y subclínica, aumento de SCC	Ariznabarreta <i>et al.</i> , 2002
<i>S. hominis</i>	Infección persistente	Contreras <i>et al.</i> , 2007
<i>S. lentus</i>	Resistentes a Novobiocina	Leitner <i>et al.</i> , 2004
<i>S. auricular</i>	Subclínica	Danmallam y Pimenov, 2019
<i>S. xylosum</i>	Subclínica, aumento de SCC	Koop <i>et al.</i> , 2012
<i>S. cohnii</i>	Resistentes Novobiocina	Leitner <i>et al.</i> , 2004
<i>S. schleiferi</i>	Resistente a Novobiocina	Leitner <i>et al.</i> , 2004
<i>S. warneri</i>	Subclínica persistente	Moroni <i>et al.</i> , 2005b
<i>S. sciuri</i>	Infección persistente	Contreras <i>et al.</i> , 2007

Ruiz-Romero *et al.*, 2013; Ruíz- Romero *et al.*, 2017; Contreras *et al.*, 2007

En la mayoría de los países, *Staphylococcus aureus* es la etiología predominante de las mastitis subclínicas y también de los casos clínicos, pero la prevalencia de estas bacterias suele ser siempre menor que los estafilococos coagulasa-negativos (Bergonier *et al.*, 2003). El *S. aureus* es el patógeno que muestra una diversidad genética, que determina su virulencia (Watanabe *et al.*, 2009), en los rebaños caprinos es el agente más frecuente identificado en la mastitis, puede producir casos agudos, crónicos y subclínicos. En ocasiones el patógeno es capaz de producir casos de mastitis gangrenosa (Bergonier *et al.*, 2003; Contreras *et al.*, 2007).

DIAGNOSTICO DE LA MASTITIS EN EL REBAÑO CAPRINO

La salud de la ubre es un factor determinante para asegurar la producción y la inocuidad de la leche el monitoreo para la detección de la mastitis subclínica y la efectividad de los programas de control de mastitis en el rebaño (Poutrel *et al.*, 1997) depende de la organización productiva de la unidad caprina y su orientación lechera o de doble propósito. En el caso de las unidades de producción lechera el diagnóstico de la mastitis subclínica se debe de realizar de forma rutinaria y en los sistemas de producción de doble propósito se realiza de forma estratégica al inicio de la lactancia de los cabritos y al finalizar para evitar el desarrollo de formas clínicas de la mastitis durante el secado.

La prueba de Mastitis California es un método de diagnóstico bajo condiciones de campo que permite identificar los cuartos afectados y la severidad de la reacción inflamatoria en los medios glandulares; es una prueba subjetiva, rápida y económica que orienta el estado de salud de la glándula mamaria. La reacción se produce al mezclar 2ml del reactivo de la Prueba California (solución de alquil-aril sulfonato de sodio + púrpura de bromocresol, y 2ml de leche depositados de cada medio glandular en la paleta de prueba. Al producirse la reacción en la suspensión los leucocitos y las células epiteliales rompen su membrana celular, exponiendo el ADN celular a la acción de detergente provocando la formación de un gel que se relaciona proporcionalmente a las reacciones de la prueba de California consideradas originalmente en las vacas como reacciones ácidas, neutras y alcalinas por el color de la suspensión, y las reacciones como: negativa (N), trazas (T), uno (1), dos (2), y tres (3), mastitis clínica cuando aparece una reacción severa a la prueba con la presencia de alteraciones de la leche: grumos, cilindros, sangre o pus en ciertos casos.

En las cabras el reactivo no reacciona con las partículas citoplasmáticas de las células de la leche y se relaciona favorablemente la prueba Mastitis California con el conteo celular somático de la leche cuando se realiza la relación de la prueba y los resultados del conteo celular somático (Boscos *et al.*, 1996). La interpretación de la Prueba de Mastitis California, en las cabras lecheras se ha considerado como las reacciones de: N, T, 1, 2, 3 y 4. Además de que puede tener cierto valor la predicción de infección de la glándula mamaria por patógenos contagiosos como *S.aureus* con valores del conteo celular microscópico de 1010×10^3 células/mL de leche (1690) y para estafilococos coagulasa negativos un conteo celular somático de 651×10^3 células/mL de leche (700), los cuales serían equivalentes a la reacción 1 y de T respectivamente.

Cuadro 2 Criterios de Interpretación de la Prueba de Mastitis California en rumiantes.

REACCIÓN	SUSPENSIÓN DEL GEL Y POSIBLE COMPOSICIÓN
Negativa	Suspensión estado líquido no forma gel al movimiento de la paleta de prueba; < 25% neutrófilos
Trazas	Suspensión con precipitado ligero al fondo de la paleta de prueba, desaparece al movimiento rápidamente > 25% de neutrófilos (25-30%)
1	Suspensión con un precipitado que forma gel central al movimiento de la paleta, 30-40% de neutrófilos
2	Suspensión con un precipitado denso al movimiento de la paleta > de 70 % neutrófilos
3	Suspensión con un gel denso y adherente a la paleta >85% de neutrófilos.
Mastitis clínica	Suspensión adherente a la paleta, con presencia de grumos y alteraciones de la leche

Los conteos celulares en la leche de las cabras, pueden mostrar valores muy variables < 500×10^3 células/ml de leche, hasta valores cercanos a 1500×10^3 células/ml de leche. Para algunos autores son normales en ciertas etapas de lactación y después de las primeras tres semanas de lactancia. En diversos estudios se ha sugerido que los conteos celulares somáticos sean relacionados con la etapa de lactación (Koop *et al.*, 2010), debido que en las cabras pueden

incrementar el nivel de células somáticas al final de la lactancia, alcanzando niveles de células somáticas similares a los observados con ubres infectadas por patógenos mayores.

Es posible que en la interpretación del conteo celular somático, un valor $< 1000 \times 10^3$ células/ml de leche (800), puede sugerir una ubre sana o moderadamente inflamada. Los valores de $> 1500 \times 10^3$ células/ml de leche (1500-2000), representan una infección potencial por patógenos como estafilococos coagulasa negativos y *S.aureus*. A su vez conteos $> 1500 \times 10^3$ células/ml de leche, sugieren una infección activa en la glándula mamaria, diagnóstico que debe de ser complementado con el aislamiento e identificación de los posibles patógenos prevalentes en el rebaño causales de la mastitis subclínica y clínica.

Para el caso de la Prueba de Mastitis California, las reacciones mayores de 1 son consideradas sospechosa de la infección y la reacción 2 puede ser considerada como una posible ubre infectada por patógenos causales de la mastitis subclínica. Reacciones > 2 (3 y 4) son indicativas de una mastitis crónica activa.

La prueba de Mastitis California aplicada para el ganado bovino, los ovinos y caprinos resulta una prueba de campo útil para el diagnóstico de la mastitis subclínica en el rebaño, precisando el cuarto medio glandular afectado según sea la especie ganadera estudiada, además de sugerir la posible infección glandular por los patógenos asociados a la mastitis, evidencia que deberá de ser confirmada mediante el aislamiento bacteriológico.

REFERENCIAS

- Adwan, G., Abusafieh, D., Aref, R., Omar, J. A. 2005. Prevalence of microorganisms associated with intramammary infection in cow and small ruminants in north of palestine. *Journal of the Islamic University of Gaza*, 13:165-173.
- Andrade, M. H. M. 2017 VIII Foro Nacional Caprino. 18:24.
- Albenzio, M., Taibi L., Muscio A., Sevi A. 2002. Prevalence and etiology of subclinical mastitis in intensively managed flocks and related changes in the yield and quality of ewe milk, *Small Ruminant Research*. 43: 219–226.
- Álvarez, I. P. B., Abraham, J. M. R., Barceló, A. A., Gutiérrez, C. A. J., Avilés, R. R., Barboza, C. E., De la Fuente, S. N., León, G. F., Valencia, P. M. 2016. Evaluación de los cambios fisicoquímicos en leche cruda de Cabras expuestas a bacteriocinas de *Bacillus thuringiensis*. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 1 (1): 594-599. (consultado 7 de junio 2021) <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/5/103.pdf>
- Ariznabarreta, A., Gonzalo C., San Primitivo F. 2002. Microbiological Quality and Somatic Cell Count of Ewe Milk with Special Reference to Staphylococc. *J. Dairy Sci.* 85:1370–1375.
- Barron. B. O. G., Gutierrez, C. A. J., Angel, S. C. A., Montaldo, H. H., Shepard, L., Valencia, P. M. 2013. Losses in milk yield, fat and protein contents according to different levels of somatic cell count in dairy goats. *Small Ruminant Research*. 113:421-431.
- Bazán, R., Cervantes, E., Salas, G., Segura, C. J. 2009. Prevalencia de mastitis subclínica en cabras lecheras en Michoacán, Mexico. *Revista Científica FCV-LUZ*; XIX (4): 334-338.
- Bedotti, D. O., Rossanigo, C. E. 2011. Manual de reconocimiento de enfermedades del caprino. Ediciones INTA, La Pampa , Argentina. Pp.15-18.
- Bergonier, D., De Cremoux, R., Rupp, R., Lagriffoul, G., Berthelot, X. 2003. Mastitis of dairy small ruminants. *Mastitis of dairy small ruminants. Veterinary Research*. 34(5):689-716.
doi: 10.1051/vetres:2003030.
- Bonilla, C. S., Rosas, M. S., Hernández, A. L., Díaz, A. E., Villa, G. R., Hernández, Z. J. S. 2003. Agentes etiológicos involu-crados en las mastitis subclínicas en cabras lecheras. Congreso Nacional de Buiatria; Villahermosa, Tabasco México. Pp 48.
- 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.
- Contreras, A., Sierra D., Sánchez, A., Corrales, J. C., Marco, J. C., Paape, M. J., Gonzalo, C. 2007. Mastitis in small ruminants. *Small Ruminant Research*. 68(1-2):145-153.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.011>
- Cremonesi, P., Capoferri, R., Pisoni, G., Del Corvo, M., Strozzi, F., Rupp, R., Caillat, H., Modesto, P., Moroni, P., Williams, J. L., Castiglioni, B., Stella, A. 2012. Response of the goat mammary gland to infection with *Staphylococcus aureus* revealed by gene expression profiling in milk somatic and white blood cells. *BMC Genomics*. 13:540 <http://www.biomedcentral.com/1471-2164/13/540>

Danmallam, F. A, Pimenov, N. V. 2019. Study on prevalence, clinical presentation, and associated bacterial pathogens of goat mastitis in Bauchi, Plateau, and Edo states, Nigeria, *Veterinary World*, 12(5): 638-645. doi: 10.14202/vetworld.2019.638-645

Ferrer, Q. O. R. 1994. Aportaciones al diagnóstico de las mastitis subclínicas en la agrupación caprina canaria. Tesis Doctoral. Facultad de veterinaria. Universidad de Las Palmas Gran Canaria (consultado 4 de junio de 2021) <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=92631>

Gobierno de México. 2021. (consultado 4 de junio 2021). http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceEdo.jsp

Koop, G., van Werven, T., Schuiling, H. J., Nielen, M. 2010. The effect of subclinical mastitis on milk yield in dairy goats. *Journal Dairy Science*. 93:5809-5817.

Koop, G., De Vliegher, S., De Visscher, A., Supré, K., Haesebrouck, F., Nielen, M., van Werven, T. 2012. Differences between coagulase-negative *Staphylococcus* species in persistence and in effect on somatic cell count and milk yield in dairy goats. *J. Dairy Sci*. 95: 5075–5084.

Lasaño, M., Ortiz, M., Vissiob, C., Yaciuk, R., Bonetto, C., Pellegrino, M., Bogni, C., Odierno, L., Raspanti, C. 2018. Pathogenesis and inflammatory response in experimental caprine mastitis due to *Staphylococcus chromogenes*. *Microbial Pathogenesis*. 116: 146-52

Leitner, G., Merin, U., Silanikove, N., 2004. Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. *J. Dairy Sci*. 87, 1719–1726.

Moroni, P., Pisoni, G., Vimercati, C., Rinaldi, M., Castiglioni, B., Cremonesi, P., Boettcher, P. 2005a. Characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from chronically infected dairy goats. *Journal Dairy Science*. 88:3500–3509.

Moroni, P., Pisoni, G., Ruffo, G., Boettcher, P. J. 2005b. Risk factors for intramammary infections and relationship with somatic-cell counts in Italian dairy goats. *Preventive Veterinary Medicine*. 69(3-4):163-173.

National Mastitis Council. 2017. Mastitis Laboratory of Bovine Mastitis. National Mastitis Council. 3rd Edition. New Prague, MN. USA. Pp. 17-23.

Ndegwa, E. N., Mulei, C. M., Munyua, S. J. M. 2001. Risk factors associated with subclinical sub-acute mastitis in dairy goats in central Kenya. *Israel Journal of Veterinary Medicine*. 56 (1): 4-8.

Olhagaray, R. E. C., Espinoza, A. J. de J. 2007. Producción y comercialización de la leche de cabra en el Gavatt-Inifap “Juan E. García” del Municipio de Lerdo, Dgo. México. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Cuarta Época. Año XI. 20:308-313.

Paape, M. J., Capuco, A. V. 1997. Cellular defense mechanisms in the udder and lactation of goats. *Journal Animal Science*, 75(2):556-565.

Paape, M. J., Mehrzad, J., Zhao X., Detilleux, J., Burvenich, C. 2002. Defense of the bovine mammary gland by polymorphonuclear neutrophil leukocytes. *Journal Mammary Gland Biology*. 7:109–121

Park, C. J., Jacobson, N. L. 1999. Fisiología de los animales domésticos de Dukes. Segunda edición. Tomo II. Limusa. México. Pp.711- 718.

Persson, Y., Olofsson, I. 2011. Direct and indirect measurement of somatic cell count as indicator of intramammary infection in dairy goats. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 53:15
doi:10.1186/1751-0147-53-15

Petzer, I. M., Donkin, E. F., Du Preez, E., Karzis, J., van der Schans, T. J., Watermeyer, J. C., van Reenen, R. 2008, Value of tests for evaluating udder health in dairy goats: somatic cell counts, California Milk Cell Test and electrical conductivity. *Onderstepoort Journal Veterinary Research*. 75(4):279-287.

Poutrel, B., de Cremoux, R., Ducelliez, M., Verneau, D. 1997. Control of intramammary infections in goats: impact on somatic cell counts. *Journal Animal Science*. 75(2):566-570
DOI: 10.2527/1997.752566x

Ruiz, R. R. A., Cervantes, O R. A., Martínez, G. D., Ducoing, W. A. E., Hernández, A. L. 2013. Desarrollo de una PCR múltiple para la identificación de *Staphylococcus spp.* como causa de mastitis caprina. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 45: 327- 331

Ruiz, R. R. A., Cervantes, O. R. A., Ducoing, W. E., Martínez, G. D., Díaz, A. E., Méndez, O. E. T. 2018. Genetic analysis method for *Staphylococcus chromogenes* associated with goat mastitis. *Polish Journal of Microbiology*.67(2): 171–180 DOI: 10.21307/pjm-2018-019

SADR s.a. Manual Técnico de Producción de Leche de Cabra Utilizando Buenas Prácticas Ganaderas. Secretaría De Agricultura Y Desarrollo Rural (SADR), Gobierno de Antioquia Republica de Colombia. Pp.83-1001. ISBN: 978-958-8955-35-3

SAGARPA. 2011. Manual de Buenas Prácticas en producción de leche caprina. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASICA), Mexico (2011) Pp.32-37.

SAGARPA. 2012. Inventario Gnadero Nacional por Especie en México. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (consultado 4 de junio 2021).

SAGARPA. 2017. La capricultura en México. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]. (consultado 4 de junio 2021).
<https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/la-capricultura-en-mexico>

SAGARPA-SENASICA. 2011. Manual de Buenas Prácticas en Producción de Leche Caprina. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASICA). México. Pp.6

SE. 2012. Análisis del Sector Lácteo en México, Secretaria de Economía (SE). Dirección General de Industrias Básicas. (Consultado 4 de junio 2021).
https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf

Sticotti, E. E., Giraud, J. A., Mació, M. N., Bérnago, E. G., Schneider, M. O., Magnano, G. G., Macias, A. 2013. Agentes bacterianos presentes en leche de cabras con mastitis clínicas en sistemas de cría extensivos. Primer Congreso Caprino. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Sitio argentino de Producción. 1-4. (Consultado 4 de junio 2021).

https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/44-bacterianos_mastitis.pdf

Suarez, V. H., Martinez, G. M., Gianre, V., Calvinho, L., Rachoski, A., Chavez, M., Salatin, A., Orozco, S., Sanchez, V., Bertoni, E. 2014. Relaciones entre el recuento de células somáticas, test de mastitis California, conductividad eléctrica y el diagnóstico de mastitis subclínicas en cabras lecheras. *Revista de Investigación Agropecuaria*. 40: 145-153.

Swanson, K., Gorodetsky, S., Good, L., Davis, S., Musgrave, D., Stelwagen, K., Farr, V., Molenaar, A. 2004. Expression of a beta-defensin mRNA, lingual antimicrobial peptide, in bovine mammary epithelial tissue is induced by mastitis. *Infection and Immunity*, 72:7311–7314.

Watanabe, S., Ito, T., Sasaki, T., Li S., Uchiyama, I., Kishii, K., Kikuchi, K., Leo, S. R., Hiramatsu, K. 2009. Genetic diversity of *Staphylococcus coagulase* gene (*coa*): insight into the evolution of variable chromosomal virulence factor in *Staphylococcus aureus*. *PLOS ONE*; 4:e5714.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005714>

Wesson, C. A., Liou, L. E., Todd, K. M., Bohach, G. A., Trumble, W. R., Bayles, K. W. 1998. *Staphylococcus aureus* Agr and Sar global regulators influence internalization and induction of apoptosis. *Infection and Immunity*. 66:5238–5243.