



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**Identificación de los agentes patógenos causantes de
mastitis caprina en el municipio de Yurécuaro Michoacán**

TESIS

QUE PRESENTA

PMVZ. Baltazar Padrón Cervantes

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán. Marzo de 2017





**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**Identificación de los agentes patógenos causantes de
mastitis caprina en el municipio de Yurécuaro Michoacán**

TESIS

QUE PRESENTA

PMVZ. Baltazar Padrón Cervantes

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Asesor: MC. José Luis Carlos Bedolla Cedeño

Morelia, Michoacán. Marzo del 2017.





La presente investigación titulada “Identificación de los agentes patógenos causantes de mastitis caprina en el municipio de Yurecuaro, Michoacán.”, forma parte del proyecto de investigación 14-10-2014. “Estudio sobre la susceptibilidad antimicrobiana de patógenos causantes de mastitis en el ganado caprino de Tanhuato y Yurécuaro Michoacán”, financiado por la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



Dedicatoria

A Mi Hermano Arnoldo, al que quiero y admiro como si fuera mi padre por que sin serlo nunca se quitó y siempre conté con su incondicional apoyo ya que sin su apoyo esto no hubiese podido ser posible y por siempre estar ahí cuando lo necesite.

A Mi Madre, Doña Juanita Padrón (QEPD) por su amor, su cariño, enseñanzas y experiencias sabias de gran valor en la sabiduría de la vida porque siempre supo conducirme y estar ahí en todo momento, por motivarme a seguir adelante por ser la mujer más importante en toda mi vida.

A mis hermanos, Ana María (La prieta), La Tere, La Juanis, La soco (QEPD), Arnoldo, La Dra. Carmelita

A mis hijas Atzimba Yuriitzarim y Daniela Alejandra.

A todos ellos les dedico mi tesis, así como ellos me dedicaron orientación, apoyo y tiempo cuando los necesite.



Agradecimientos

A Dios, por darme salud, paciencia porque sin duda hubo momentos que parecían difíciles por darme las fuerzas para superar esos retos, y por mi familia que sin su apoyo nada de esto sería posible.

A mis padres que son lo mejor que me pudo pasar en esta vida porque sin su amor sin su apoyo esto hubiera sido muy difícil.

A mis hermanos y mi tío que de alguna u otra forma estuvieron conmigo apoyándome.

Gracias a mi asesor de tesis, MC. José Luis Carlos Bedolla Cedeño, por los consejos que me dio, por su paciencia al asesorarme y por permitirme ser parte de su grupo de trabajo en la presente investigación. Además, cabe mencionar que en preparación en la fase de cirugía él fue quien me tomo las disecciones en mi querida Facultad.

Gracias a mi co-asesora de tesis; MC. Rosalva Mejía Alfaro, por brindarme sus conocimientos para sacar adelante esta tesis.

A todos los profesores que formaron parte de mis estudios los que estuvieron en frente de la clase por su paciencia pero más que nada por sus enseñanzas.



ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
1.- GLÁNDULA MAMARIA DE LA CABRA	4
2.- TIPOS DE MASTITIS.	5
2.1.- Mastitis clínica.....	5
2.2.- Mastitis subclínica.	6
3.- AGENTES ETIOLÓGICOS CAUSANTES DE MASTITIS CAPRINA.	8
3.1.- Estafilococos.....	9
3.2.- <i>Staphylococcus aureus</i>	10
3.3.- Estafilococos Coagulasa Negativos (ECN).....	12
3.3.1.- <i>Staphylococcus caprae</i>	13
3.3.2.- <i>Staphylococcus epidermidis</i>	13
3.3.3.- <i>Staphylococcus chromogenes</i>	14
3.4.- Estreptococos.	14
3.4.1.- <i>Streptococcus agalactiae</i>	14
3.4.2.- <i>Streptococcus dysgalactiae</i>	15
3.4.3.- <i>Streptococcus uberis</i>	16
3.5.- <i>Mannheimia haemolytica</i>	16
3.6.- <i>Escherichia coli</i>	16
3.7.- <i>Klebsiella spp</i>	17
3.8.- <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18
3.9.- Otros agentes etiológicos causantes de mastitis.	19
3.9.1.- <i>Arcanobacterium pyogenes</i>	19
3.9.2.- <i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>	19
3.9.3.- <i>Corynebacterium spp</i>	20
3.9.4.- Bacilos	20
3.9.5.- Micoplasmas.....	21
3.9.6.- Virus de la artritis-encefalitis caprina (AEC).	22



4.- OBJETIVOS	23
General.....	23
Particular	23
5.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	24
Procesamiento de las muestras de leche y aislamiento de los patógenos.....	25
6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
7.- CONCLUSIÓN	29
LITERATURA CITADA.	30



RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue identificar los agentes patógenos de la ubre aislados de leche de cabras del municipio de Yurecuaro, Michoacán. El estudio se realizó de Agosto 2016 a Enero 2017, en un total de 51 unidades de producción. El muestreo al interior de los rebaños fue por conglomerado. Las muestras de leche recolectadas del bote de recepción fueron transportadas al laboratorio de bacteriología de la USAD de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para su procesamiento inmediato o refrigeración a 4°C. Las muestras fueron sembradas en agar 110 estafilococos, agar sangre con azida y agar Mc Conkey. Los aislamientos fueron identificados a través de su morfología colonial, la tinción de Gram, la prueba de catalasa, la prueba de coagulasa, así como la prueba de manitol y gelatina. A los aislamientos de agar Mc Conkey, se les realizaron las pruebas bioquímicas correspondientes para su identificación. Se encontró al *S. aureus* en un 30.40% de los patógenos aislados en este estudio, seguido por los Estafilococos Coagulasa Negativos (*Staphylococcus hyicus* y *epidermidis*) 16.66%, así como un 52.94% de otros patógenos Gram negativos. Se concluye que el *Staphylococcus aureus*, fue el principal agente patógeno encontrado en las muestras de leche del bote de recepción del ganado caprino del municipio de Yurecuaro, Michoacán, seguido por los Estafilococos Coagulasa Negativos (*Staphylococcus hyicus* y *Staphylococcus epidermidis*), así como los agentes patógenos Gram negativos, dentro de los cuales destacan principalmente *Alcaligenes faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter faecalis*, *Enterobacter aerogenes*.

Palabras Clave: Patógenos | Mastitis | *Staphylococcus aureus* | Estafilococos coagulasa negativos | Ganado caprino.



ABSTRACT

The objective of the present work was the identification of pathogenic agents of the udder isolated from milk of goats of the municipality of Yurecuaro, Michoacán. The study was carried out from August 2016 to January 2017, in a total of 51 production units. The sampling inside the herds was by conglomerate. Samples of milk collected from the reception vessel were transported to the USAD bacteriology laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Husbandry for immediate processing or refrigeration at 4 °C. Samples were seeded on 110 staphylococcal agar, blood agar with azide and Mc Conkey agar. The isolates were identified through their colonial morphology, Gram stain, catalase test, coagulase test, as well as mannitol and gelatin test. To the Mc Conkey agar isolates, the corresponding biochemical tests were performed for identification. *S. aureus* was found in 30.40% of the pathogens isolated in this study, followed by Coagulase Negative Staphylococci (*Staphylococcus hyicus* and *epidermidis*) 16.66%, as well as 52.94% of other Gram negative pathogens. It is concluded that *Staphylococcus aureus* was the main pathogenic agent found in milk samples from the goat herd in the municipality of Yurecuaro, Michoacan, followed by Coagulase Negative Staphylococci (*Staphylococcus hyicus* and *Staphylococcus epidermidis*), as well as the agents Gram negative pathogens, among which are mainly *Alcaligenes faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter faecalis*, *Enterobacter aerogenes*.

Key words: Pathogens | Mastitis | *Staphylococcus aureus* | Coagulase negative staphylococci | Goat cattle.



INTRODUCCIÓN

La mastitis caprina es una de las enfermedades infecciosas más importantes en el rebaño lechero a nivel mundial, provocando una disminución tanto en la calidad, como en cantidad de la leche producida, lo que genera pérdidas económicas considerables. Su complejidad se debe a los numerosos y variados agentes patógenos que pueden causarla (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Mycoplasma sp*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus faecalis*, Estafilococos Coagulasa Negativos, la variedad y magnitud de la respuesta que puede producirse en el animal infectado, los múltiples factores que influyen en su ocurrencia y los resultados encontrados en las medidas de control (Aires *et al.*, 2007).

Debido a lo anterior, un gran número de microorganismos han sido asociados con la mastitis subclínicas y clínicas en las cabras en diferentes partes del mundo. Entre ellos están los estafilococos, tanto coagulasa positivos como coagulasa negativos, los estreptococos: (*Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*), *Mannheimia haemolytica*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Arcanobacterium pyogenes*, *Corynebacterium spp.*, *Bacillus spp.*, *Mycoplasmas* (*M. agalactiae*, *M. mycoides*, *M. putrefaciens* y *M. capricolum*), *Clostridium spp*, el virus del ectima contagioso, el virus de la artritis-encefalitis caprina, e incluso levaduras y hongos. (Bonilla *et al.*, 2003; García *et al.*, 2009; Sticotti, 2013; Bedolla *et al.*, 2015).

El *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), es uno de los más importantes agentes etiológicos causante de mastitis contagiosa en cabras, vacas y ovejas. La especie aislada con mayor frecuencia en los casos clínicos y subclínicos y es de manera consistente una de las cuatro causas principales de infecciones nosocomiales, junto con *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* y *Pseudomonas aeruginosa* (Bergonier, 2003; Zeconni *et al.*, 2006; Aires *et al.*, 2007; Bedolla *et al.*, 2015).



1.- GLÁNDULA MAMARIA DE LA CABRA

La glándula mamaria, es el órgano que en todos los mamíferos produce leche para alimentar a las crías durante los primeros meses o semanas de vida. Dos glándulas de situación inguinal. Cada pezón con un solo conducto y la piel cubierta de finos pelos (Bedolla, 2010a).

Estas glándulas exocrinas son glándulas sudoríparas dilatadas y modificadas. Los elementos primarios de una glándula mamaria son los alvéolos (estructuras tubulares huecas de unos cuantos milímetros de longitud) recubiertos por células epiteliales y rodeados por células mioepiteliales. Estos alvéolos se reúnen formando grupos llamados lóbulos y cada uno de estos lóbulos posee un ducto lactífero que drena en los orificios del pezón. En las células mioepiteliales, que pueden contraerse de forma similar a las musculares, la leche es impelida desde los alvéolos, a través de los ductos lactíferos hacia el pezón, donde se almacena en engrosamientos (senos) de los ductos. A medida que la cría comienza a succionar se inicia el “reflejo hormonal de relajación” y la leche se segrega a la boca (Bedolla *et al.*, 2015).

La glándula mamaria de la cabra difiere con respecto a la de la vaca en que a cada lado hay solo un pezón, un sistema de cisterna y un conducto; puede decirse, en una palabra, que una mitad de la mama caprina equivale a un cuarto de la glándula de una vaca (Arbiza, 1986).

Cada mitad de la ubre está situada a los lados y delante de la bolsa inguinal correspondiente. El esfínter alrededor del conducto estriado no es muy potente, de modo que su cierre se debe sobre todo a presencia de tejido elástico (Agraz, 1984).

La forma de la glándula mamaria es variada, pero predominan tres tipos; la semejante a una pera, la cual es la más común, pues se ha detectado en el 80% de las cabras y cuya leche ordeñable se halla en ese mismo porcentaje en la cisterna y en el pezón; la forma oval, que presenta pezones voluminosos separados del tejido glandular, y por



último, la forma globular, similar a la ubre de las ovejas; el volumen de la cisterna en estas es menor que en las anteriores (Bedolla *et al.*, 2015).

La función de la ubre es la producción y secreción de leche, y los pezones pueden ser extirpados en cualquier época de la vida sin que se presente ningún trastorno.

2.- TIPOS DE MASTITIS

La mastitis es una reacción inflamatoria del parénquima de la glándula mamaria que puede ser de naturaleza infecciosa, traumática o tóxica (Wellenberg *et al.*, 2002). Es una enfermedad de alta incidencia en el ganado lechero, y es una de las enfermedades más importantes que afectan a la industria lechera del mundo (Bedolla, 2004). Se ha reconocido, durante algún tiempo, como la enfermedad más costosa en los hatos lecheros (Menzies y Ramanoon, 2001; Villar, 2015).

2.1.- Mastitis clínica

Este tipo de mastitis a diferencia de la forma subclínica, se caracteriza por anomalías visibles en la ubre o glándula mamaria, con formación de nódulos o zonas de endurecimiento, y cambios en la apariencia de la leche, pudiendo contener flóculos, o material purulento y puede estar descolorida esta misma (Buxadé, 1996; Shearer y Harris, 1992).

La mastitis clínica es una anomalía fácilmente observada por los granjeros en cualquiera de los dos casos: la leche y/o la ubre. Es un problema que subsiste en muchos hatos lecheros (Bedolla, 2010b).

Se caracteriza por la tumefacción o dolor en la ubre, enrojecimiento, la leche presenta una apariencia anormal y, en algunos casos, hay aumento de la temperatura rectal, letargo, anorexia e incluso la muerte. Además, las bacterias están presentes en la



leche, el rendimiento es reducido, y su contenido está alterado considerablemente (Bedolla, 2010b).

En los casos clínicos subagudos los síntomas incluyen solamente alteraciones mínimas en la leche y el medio afectado como son coágulos, descamaciones, o secreción descolorida. El medio también puede estar hinchado y sensible. Sin embargo, en los casos clínicos sobreagudos o mastitis gangrenosa, lleva incluso a la muerte del animal (Shearer y Harris, 1992; Buxadé, 1996).

2.2.- Mastitis subclínica

La mastitis subclínica es una inflamación que no se detecta clínicamente pero que afecta de manera adversa la producción (Menzies, 2000; Menzies y Ramanoon, 2001). Suele persistir entre lactaciones y, sin embargo, pasa desapercibida para el ganadero ya que la única manifestación es el descenso de la producción láctea. Solamente puede ser perceptible por la medición del contenido de células somáticas (células epiteliales y blancas de la sangre) de la leche, por ello, este tipo de mastitis son las que producen mayores pérdidas económicas (Shearer y Harris, 1992; Buxadé, 1996).

La mastitis subclínica es definida como la presencia de un microorganismo en combinación con un conteo elevado de células somáticas de la leche. Un conteo elevado de células en la leche indica mastitis subclínica (Bedolla, 2004). Este tipo de mastitis no presenta cambios visibles en la leche o ubre. Se caracteriza por el reducido rendimiento de leche, composición alterada de la leche y la presencia de componentes inflamatorios y bacterias en la leche (Bedolla *et al.*, 2015).

Esta forma de la enfermedad es importante por las siguientes razones:

- Es 15 a 40 veces más frecuente que la forma clínica.
- Es de larga duración.



- Es difícil de detectar.
- Reduce la producción de leche.
- Afecta la calidad de la leche.

Cuando los signos no son visibles, la presencia de patógenos y las modificaciones citológicas de la leche traen como resultado una mastitis subclínica, por lo que las técnicas de laboratorio como la medición del conteo de células somáticas y el cultivo bacteriológico son necesarios para detectar inflamación e infección (Bedolla, 2010b).

La mastitis, particularmente subclínica y crónica, es la más persistente y más común del grupo de enfermedades de importancia por la higiene de la leche en el ganado lechero. La mastitis subclínica ocurre frecuentemente, y puede conducir a grandes pérdidas económicas debido al reducido rendimiento de leche, y multas a causa de los elevados conteos de células somáticas presentes en los tanques de leche. En la práctica, los casos de mastitis subclínica con frecuencia no son detectados rápidamente, o pueden incluso no ser reconocidas por el ordeñador (Bedolla, 2010b).

Cuando los signos no son visibles, la presencia de patógenos y las modificaciones citológicas de la leche traen como resultado una mastitis subclínica por lo que las técnicas de laboratorio como la medición del conteo de células somáticas y el cultivo bacteriológico son necesarios para detectar inflamación e infección (Bedolla, 2010b).

La leche de una ubre sana presenta pocas células somáticas, en este caso se trata de células de tejido epitelial y células inmunes (neutrófilos polimorfonucleares, granulocitos, macrófagos, linfocitos) la importancia biológica de las células somáticas es que participan en la defensa de la ubre, cuando hay estímulos, por tacto o enfermedades de la glándula mamaria, aumenta considerablemente el número de células somáticas (Wolter *et al.*, 2004).



3.- AGENTES ETIOLÓGICOS CAUSANTES DE MASTITIS CAPRINA

Los agentes etiológicos causantes de la mastitis caprina son numerosos, con diferente poder patógeno y diferentes mecanismos de penetración a la ubre en función de su hábitat, pudiéndose distinguir entre patógenos contagiosos o mamarios que son los que se transmiten de glándulas infectadas a glándulas sanas a través del ordeño, haciendo difícil su erradicación, y los patógenos ambientales, que viven habitualmente en camas, agua y estiércol como las enterobacterias y enterococos, que suelen penetrar a la ubre en los periodos entre ordeños, cuando el animal se echa y entra en contacto con el estiércol o la cama contaminada por lo que la transmisión en los periodos entre ordeños adquiere especial relevancia y las medidas de bioseguridad son básicas para su prevención y/o control (Bedolla, 2010b).

Debido a lo anterior, un gran número de microorganismos han sido asociados con la mastitis subclínicas y clínicas en las cabras en diferentes partes del mundo. Entre ellos están los estafilococos, tanto coagulasa positivos como coagulasa negativos, los estreptococos: (*Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*), *Mannheimia haemolytica*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Arcanobacterium pyogenes*, *Corynebacterium spp.*, *Bacillus spp.*, *Mycoplasmas* (*M. agalactiae*, *M. mycoides*, *M. putrefaciens* y *M. capricolum*), *Clostridium spp*, el virus del ectima contagioso, el virus de la artritis-encefalitis caprina, e incluso levaduras y hongos. (Bonilla *et al*, 2003; García *et al.*, 2009; Sticotti *et al.*, 2013; Bedolla *et al.*, 2015).

Un atributo común a casi todos ellos es la capacidad de colonizar el canal del pezón a través del cual tienen acceso a la glándula. Por lo que las técnicas de ordeño inadecuadas y la pobre higiene durante el mismo son factores que favorecen la infección (Bedolla, 2010b)

Aunque las mastitis están invariablemente asociadas con una invasión bacteriana, los factores predisponentes tienen gran importancia. Entre ellos tenemos injurias al pezón causadas por traumatismos o sobreordeño producido por los cabritos, desarrollo



anómalo de la glándula mamaria y pezones, conductos fistulosos cuando existen pezones supernumerarios, doble orificio del pezón, estenosis del conducto del pezón, ubres pendulosas y piedras de leche (Villar, 2015).

3.1.- Estafilococos

Los estafilococos, son cocos Gram-positivos (de 0.5 a 1.5 μm de diámetro) que se presentan sueltos, en parejas, en pequeñas cadenas (de 3 a 4 células) y más característicamente en grupos irregulares en forma de racimos. Son anaerobios facultativos, catalasa positiva, generalmente oxidasa negativos, no esporulados, inmóviles y generalmente no forman cápsula o tienen una limitada formación capsular. Son las bacterias más prevalentes en la cabra y comúnmente aislada en las mastitis subclínicas (Aires *et al.*, 2007).

Los estafilococos, según produzcan o no la enzima coagulasa, se clasifican en dos grupos: Estafilococos Coagulasa Positivos (ECP) y Estafilococos Coagulasa Negativos (ECN). Existe correlación entre la producción de coagulasa y la capacidad patógena de los estafilococos, de tal manera que, en general, se considera que los ECP son patógenos y que los ECN no lo son (Bedolla, 2010b).

En el grupo de Estafilococos Coagulasa Positivos se incluyen al *Staphylococcus intermedius*, *Staphylococcus hyicus*, *Staphylococcus aureus*. Estas especies producen procesos patológicos en los animales (Bedolla, 2010b).

En el grupo de los Estafilococos Coagulasa Negativos (ECN), se incluyen un numeroso grupo de especies que se caracterizan, como su nombre lo indica, por no producir coagulasa. Las especies que se presentan en los animales domésticos carecen de clumping factor, no producen ADN asa termoestable en que algunos pueden mostrar actividad hemolítica, ésta suele aparecer lentamente y ser débil (Aires *et al.*, 2007), es decir el resultado negativo de estas dos pruebas indican la presencia de un agente patógeno del grupo de los ECN.



3.2.- *Staphylococcus aureus*

El *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), es uno de los más importantes agentes etiológicos causante de mastitis contagiosa en cabras, vacas y ovejas. La especie aislada con mayor frecuencia en los casos clínicos y subclínicos y es de manera consistente una de las cuatro causas principales de infecciones nosocomiales, junto con *Escherichia coli*, *Enterococcus fecalis* y *Pseudomona aeruginosa* (Bergonier, 2003; Zeconni *et al.*, 2006; Aires *et al.*, 2007; Bedolla *et al.*, 2015).

La prevalencia de infecciones intramamarias causadas por *S. aureus* en cabras va de 5.6 a 17% y entre 5 y 11% de los casos clínicos de mastitis en ovinos (Aires *et al.*, 2007).

La mastitis causada por *S. aureus* es una de las infecciones más importantes que afecta tanto a la calidad como la cantidad de la producción de leche. En pocas palabras, es el patógeno más significativo que causa infecciones intramamarias en el ganado lechero en todo el mundo (Zhang y Maddox, 2000; Boerlin *et al.*, 2003).

El *S. aureus* vive dentro o fuera de la ubre, en la piel del pezón y puede causar tanto mastitis clínica como subclínica. Generalmente se desempeña de la misma forma que el *Streptococcus agalactiae* y es considerado el responsable del 30 al 40% de todas las infecciones. La infección tiende a producir cicatrices que resultan en casos de infección encerradas en la ubre que son difíciles de alcanzar por los antibióticos. Los sacos que se forman pueden romperse y abrirse a otras partes de la glándula más tarde (Bergonier, 2003).

Se transmite con gran facilidad entre los animales, de modo que en un rebaño libre de la infección la entrada de una cabra infectada se traduce en una rápida expansión de mastitis, sobre todo si no se realiza adecuadamente la detección y ordeño, aparte de animales infectados. Algunos autores indican que, en casi todos los rebaños infectados por este patógeno, son una, dos o como mucho tres cepas las responsables de todas las infecciones (Larsen *et al.*, 2000; Joo *et al.*, 2001).



El *S. aureus* es un germen ubicuo, capaz de contaminar diferentes superficies y se aísla fácilmente de la piel y mucosas de animales sanos, incluyendo los humanos. Sin embargo, en ganado caprino, aunque pueda ser considerado un “patógeno mayor” por el considerable aumento en el Recuento de Células Somáticas (RCS) que provoca, la experiencia nos indica que es un patógeno poco prevalente y con escasa capacidad para transmitirse entre cabras, puesto que en los rebaños en los que está presente apenas suele haber unos pocos animales infectados, a pesar de que la detección precoz de animales infectados, mediante RCS o la Prueba de California (CMT) periódicos, y el orden de ordeño no son prácticas habituales (Bedolla *et al.*, 2015).

El *S. aureus*, puede producir una amplia gama de toxinas y enzimas extracelulares, de las cuales depende su virulencia y que pueden contribuir a la patogénesis de la mastitis (Takeuchi *et al.*, 2001; Rainard *et al.*, 2003; Vadillo *et al.*, 2002).

Su hábitat natural es en la piel y en las membranas mucosas de los mamíferos (Vadillo *et al.*, 2002) y es capaz de vivir en el interior de las células como los macrófagos, los PMN2 (leucocitos polimorfonucleares) y las células epiteliales, asimismo, es un organismo bastante resistente capaz de vivir fuera de la glándula mamaria en sitios como en los paños para secar la ubre, en las manos del ordeñador y en la piel de los pezones (Bedolla, 2010b).

La máquina de ordeña, las toallas o las manos del ordeñador transmiten la bacteria de una glándula infectada a una sana. Mediante algunos de los factores de patogenicidad de la bacteria, son eliminados los mecanismos de defensa de la ubre, por ello este patógeno tiene presencia y se elimina en la leche por muy largo tiempo. Algunos de los cúmulos de las bacterias son rodeados por células inmunes en las células alveolares, si bien no se presenta una eliminación muy efectiva de las bacterias (Radostits *et al.*, 2002).

Mediante la eliminación del tejido, especialmente la del epitelio alveolar, se presenta una proliferación más o menos fuerte del tejido de la ubre, de esta forma se hacen nódulos, los cuales contienen bacterias vivas que pueden posteriormente salir del



medio afectado y empiezan nuevamente a eliminar bacterias, por lo que representa un peligro para los cuartos sanos no afectados (Radostits *et al.*, 2002).

Las infecciones por *S. aureus*, un patógeno coagulasa positivo, difiere de otros estafilococos porque este es un patógeno contagioso que se disemina de cabra a cabra. Es el más común de los patógenos contagiosos en los hatos lecheros y contribuye en las pérdidas de leche, disminución de la calidad de la leche, y en las infecciones crónicas (Sears y McCarthy, 2003).

Al *S. aureus*, que es considerado el patógeno más importante causante de mastitis en la mayoría de los rebaños caprinos, generalmente también se le ha asociado con la mastitis gangreno gaseosa (Bedolla *et al.*, 2015).

3.3.- Estafilococos Coagulasa Negativos (ECN)

Los estafilococos más involucrados en las mastitis subclínicas caprinas son los estafilococos coagulasa negativos (ECN), que si bien son menos patógenos que *S. aureus*, también pueden producir mastitis subclínicas persistentes e incluso mastitis clínicas, así como producir enterotoxinas termoestables.

El carácter oportunista de los ECN se manifiesta en que su prevalencia aumenta ante las deficiencias en los sistemas de ordeño mecánico o de higiene del ordeño, principalmente la ausencia o uso incorrecto del baño de pezones tras el ordeño y esa deberá ser la principal atención del veterinario clínico ante la notificación de un elevado diagnóstico de mastitis por ECN (Bedolla *et al.*, 2015).

Los ECN son los organismos más prevalentes (en un 25 a 93% de las infecciones intramamarias) en la piel de la ubre, en el interior del canal del pezón, y en las glándula mamaria de las cabras lecheras. Varias especies de ECN son comúnmente detectadas en la leche de cabra y pueden causar frecuentemente infecciones subclínicas persistentes por varios meses, incluso durante el periodo seco. En contraste, en la



lactancia de las hembras, los ECN han sido considerados patógenos menores de mastitis (Poutrel, 1984; East y Birnie, 1987; Bergonier *et al.*, 2003).

Entre los ECN, el *Staphylococcus caprae*, es la especie más prevalente, seguida por el *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus chromogenes*, y el *Staphylococcus simulans*. El *Staphylococcus epidermidis* es el ECN asociado normalmente con elevados valores en el conteo de células somáticas (Deinhofer y Pernthaner, 1995; Contreras *et al.*, 2001; Menzies y Ramanoon, 2001).

3.3.1.- *Staphylococcus caprae*

Son muchas las especies de ECN que afectan al ganado caprino, provocando infecciones subclínicas persistentes con diferente grado de inflamación de la glándula, aunque el *Staphylococcus caprae* (*S. caprae*) es una de las más detectadas. Este patógeno, mayoritariamente asociado al ganado caprino desde su descripción, ha sido causa ocasional de mastitis clínicas y, frecuentemente, responsable de infecciones subclínicas persistentes en la cabra con ausencia de incremento de la respuesta celular (Bedolla, 2010b).

3.3.2.- *Staphylococcus epidermidis*

El *Staphylococcus epidermidis* (*S. epidermidis*) ha sido demostrado que eleva más los niveles en el conteo de células somáticas en las glándulas no infectadas y en las glándulas infectadas con otras especies de ECN, aunque la diferencia es poca (Menzies y Ramanoon, 2001).



3.3.3.- *Staphylococcus chromogenes*

Los *S. chromogenes* pueden causar las infecciones más severas que el promedio de otras especies de ECN debido a que producen niveles altos de proteasa (Bedolla, 2010b).

Los *S. chromogenes* pueden colonizar la parte distal del canal del pezón en las hembras en lactación si no se utiliza sellador (Sears y McCarthy, 2003).

3.4.- Estreptococos

Los estreptococos, junto con los estafilococos, son los microorganismos más prevalentes responsables de la mastitis en pequeños rumiantes. Las principales especies de estreptococos causantes de mastitis son el *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae* y *Streptococcus uberis* (Bedolla, 2010b).

En ocasiones, el diagnóstico de mastitis por estreptococos en cabras de ordeño hay que asociarlo a un problema de contaminación fecal, en especial de las malas condiciones de la cama, por lo que la principal preocupación del clínico deba ser la revisión de las condiciones de la explotación y la corrección de las deficiencias, junto con la aplicación de los correspondientes tratamientos específicos de secado. Con respecto a los estreptococos hay que recordar la existencia de algunas descripciones de procesos similares a la agalaxia contagiosa, en los que aparecen tanto mastitis como artritis y que han sido denominados “pseudoagalaxia” (Bedolla *et al.*, 2015).

3.4.1.- *Streptococcus agalactiae*

El *Streptococcus agalactiae* (*Strep. agalactiae*) es el agente clásico asociado con la mastitis caprina y es altamente contagiosa. Es el único representante del grupo B Lancefield (B-*Streptococcus*) (Bedolla, 2010b).



Este patógeno es conocido mundialmente como el principal agente contagioso que ocasiona mastitis subclínica. Puede sobrevivir por largos periodos de tiempo dentro de la glándula mamaria y solamente durante un corto periodo fuera de ella, eliminándose en la ordeña a través de la leche.

La mastitis causada por *Strep. agalactiae* se origina a partir de una ubre afectada y se transmite por contacto directo por la máquina de ordeño, las manos del ordeñador, los paños de lavado y cualquier material que pueda actuar como vehículo inerte.

Los *Strep. agalactiae* infectan principalmente el sistema de conductos de la porción inferior del cuarto afectado, sin embargo, pueden dispersarse y causar daños al tejido secretor de toda la glándula. El tejido destruido y los leucocitos obstruyen los conductos e impiden el drenaje de leche y bacterias del tejido secretor, originando una acumulación de ambos que conduce a involución, formación de tejido cicatrizal y merma en la producción. La inflamación en el revestimiento epitelial de los alvéolos y los conductos comienzan a remitir, el desprendimiento del revestimiento produce la aparición clínica, y de coágulos en la leche. En consecuencia, la lesión principal se ha producido cuando se observan por primera vez los coágulos (Bedolla *et al.*, 2015).

3.4.2.- *Streptococcus dysgalactiae*

Este microorganismo es un patógeno causante de mastitis caprina que tiene la particularidad de comportarse como patógeno contagioso y ambiental. Es una especie hemolítica, muy común en la mastitis clínica y subclínica que provoca inflamación aguda de la glándula mamaria. Así como el responsable también de la mayoría de las mastitis que se presentan ya sea al comienzo o al final del período seco (Bedolla *et al.* 2015).



3.4.3.- *Streptococcus uberis*

Este patógeno está implicado fundamentalmente en las mastitis subclínicas de las cabras, provocando una infección persistente. Se considera una bacteria del entorno, que no necesita del tejido mamario para su supervivencia, de modo que se puede encontrar en los pastos, aparato digestivo, piel del abdomen y en la glándula mamaria sin colonizar el canal del pezón (Bedolla, 2010b).

Actualmente se reconoce como uno de los principales agentes patógenos implicados en las infecciones durante el período de secado, provocando una mastitis aguda que evoluciona a crónica, aunque con escasa tendencia a producir una infección persistente.

3.5.- *Mannheimia haemolytica*

Mannheimia haemolytica no es muy comúnmente aislada de casos de mastitis caprina, comprende menos del 1% de los aislamientos. Según varios reportes de investigación la incidencia es más baja en cabras lecheras que en cabras de carne (Bedolla, 2010b).

Este organismo es huésped común del aparato respiratorio, y la fuente de infección posiblemente sean los cabritos lactantes. Sin embargo, puede causar en las cabras mastitis clínica, con inflamación marcada de la glándula y de los nódulos linfáticos supramamarios; el cambio en la coloración de la leche suele ser amarillento, posiblemente teñido de rojo, que indica presencia de sangre, con conteos de leucocitos superiores a los dos millones por mililitro (Bedolla *et al*, 2015).

3.6.- *Escherichia coli*

La *Escherichia coli* (*E. coli*) es una bacteria patógeno que produce una toxina que se libera cuando mueren, causando un movimiento rápido de células somáticas hacia la



leche. Se estima que el factor más importante en cuanto a la duración y severidad clínica de las infecciones con *E. coli* es la velocidad con que los leucocitos ingresan en el cuarto infectado durante los estados iniciales de la multiplicación bacteriana (Bedolla, 2010b).

Una de las razones de que exista una mayor incidencia de mastitis coliforme severa al principio de la lactancia puede ser la baja tasa con que los neutrófilos ingresan a ubre en ese momento, cuando la glándula mamaria está inmunológicamente comprometida por el estrés propio del parto.

Las inflamaciones por endotoxinas generalmente van acompañadas por fiebre y toxemia, la cual a veces puede ocasionar la muerte. Las respuestas sistémicas de la mastitis coliforme aguda se deben a la absorción de endotoxinas a la sangre. La leche se pone aguachenta y amarillenta, contiene fóculos y grumos, y la producción de toda la glándula disminuye drásticamente. Puede presentarse destrucción de tejido secretor de leche, pero por lo general las bacterias son eliminadas por acción de los anticuerpos y los leucocitos, y el animal se recupera en unos pocos días, volviendo a producir leche casi normalmente (Bedolla *et al.*, 2015).

3.7.- *Klebsiella spp*

La mastitis causada por esta bacteria puede presentarse de forma aguda y crónica. En la forma aguda, la temperatura se eleva de 40 a 41°C, hay debilidad general, depresión y anorexia acompañada de inflamación intensa y brusca del cuarto afectado. La secreción queda reducida a pequeñas cantidades de un líquido seroso que contiene algunos grumos de pus. Puede ocurrir infección concomitante de las vías respiratorias que se manifiesta por disnea, tos, secreción nasal y lagrimeo, siendo frecuente la tumefacción y el dolor de las articulaciones, sobre todo en las extremidades posteriores. La cabra a pesar del tratamiento a menudo entra en período seco (Bedolla, 2010b).



En la forma crónica, hay aparición gradual de fibrosis moderada y presencia de coágulos en los primeros chorros de leche ordeñada.

3.8.- *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa junto con la *E. coli*, son los agentes del grupo de bacilos Gram negativos más aislados en el ganado caprino. Es una bacteria que puede causar mastitis aguda y crónica. Está ligada al agua contaminada (Bedolla, 2010b).

a baja temperatura, para lavar las ubres con agua tibia. Cuando se presentan problemas con este patógeno, se deben analizar inmediatamente todas las fuentes de agua. También ha sido aislado de material fecal, camas húmedas, máquinas de ordeño mal higienizadas, áreas mojadas del entorno de las cabras; jeringas y preparados antibióticos contaminados y desinfectantes para inmersión de pezones contaminados o procedimientos inadecuados de tratamientos intramamarios. Por ser bacterias psicrófilas, se mantienen viables en los charcos de agua también a temperaturas invernales muy bajas (Bedolla *et al.*, 2015).

Los síntomas clínicos pueden ser desde leves hasta hiperagudos, acompañados por gangrena. No obstante, la mayoría de los casos son crónicos, con brotes ocasionales de mastitis clínica leve.

La eliminación de la infección requiere del descarte de las cabras afectadas o la destrucción de los tejidos infectados de la glándula mamaria por inyección de diacetato de clorhexidina al 2%. La prevención se basa en evitar la contaminación de la punta del pezón manteniendo a los animales en un ambiente limpio, analizar si las fuentes de agua están contaminadas, secar muy bien el pezón antes de ordeñar, sanear las tazas para sellado entre ordeños, y cuidar la higiene al administrar tratamientos antibióticos (Bedolla *et al.*, 2015).



3.9.- Otros agentes etiológicos causantes de mastitis

Otro grupo de patógenos que son menos habituales en el ganado caprino, está constituido por *Arcanobacterium pyogenes*, *Corynebacterium pseudotuberculosis*, *Corynebacterium spp.* y los *Bacillus spp.* o *Clostridium perfringens* (Bedolla *et al.*, 2015).

3.9.1.- *Arcanobacterium pyogenes*

Es un patógeno que, cuando aparece, determina una importante alteración de la secreción láctea, por lo que es mayoritariamente detectado en mastitis clínicas de carácter incurables. También causante de mastitis clínica gangrenosa acompañada de secreción aguda y purulenta del cuarto afectado que tiene un olor a podrido muy marcado. Los medios afectados generalmente dejan de funcionar y se recomienda el secado de estos o la destrucción de los tejidos secretores, por lo que la secuela más importante de esta bacteria es la pérdida del medio afectado. Por lo general se presenta después del parto y el tratamiento con antibióticos es poco efectivo (Bedolla, 2010b).

La vía de transmisión más importante es la mosca del establo *Hydrotea irritans*, también puede transmitirse por el contacto de los pezones con otros materiales contaminados que se encuentren en las áreas de maternidad.

La enfermedad se controla reduciendo la población de moscas, en especial durante el verano, alojando a las cabras en un ambiente limpio, y administrando terapia a cada medio al secado (Bedolla *et al.*, 2015).

3.9.2.- *Corynebacterium pseudotuberculosis*

Corynebacterium pseudotuberculosis es el agente causal de la linfadenitis caseosa que es una enfermedad crónica que afecta a las cabras se caracteriza por la formación



de abscesos en la piel, nódulos linfáticos internos y externos y en varios órganos internos. En las cabras con abscesos formados por este patógeno, comúnmente se ve invadido el tejido mamario causando una típica mastitis abscedativa con exudado caseoso, involucrando también a los nódulos linfáticos supramamarios (Bedolla, 2010b).

3.9.3.- *Corynebacterium spp*

Los *Corynebacterium spp*, son considerados “patógenos menores” y su papel está sobre todo basado en la producción de infecciones subclínicas, con escasa elevación de los recuentos celulares y la incapacidad de producir infecciones persistentes de larga duración (Bedolla *et al.*, 2015).

3.9.4.- Bacilos

Los bacilos son raros en las mastitis caprinas, aunque en ocasiones han sido descritos. Entre estos se encuentran: el *Bacillus cereus* y *Bacillus subtilis*.

Bacillus cereus y *Bacillus subtilis* son microorganismos saprofitos y sólo patógenos oportunistas de la mastitis. Estos patógenos están muy difundidos en el ambiente, pudiendo encontrarse en el suelo, el agua, el estiércol, el pienso, las heridas y los abscesos (Bedolla, 2010b).

Los casos producidos por *Bacillos cereus* a menudo están asociados con la contaminación originada por lesiones o intervenciones quirúrgicas en los pezones. Este patógeno forma esporas y puede permanecer en estado latente en la glándula mamaria durante largos períodos de tiempo (Bedolla *et al.*, 2015).



Bacillus subtilis, ha sido descrito como una causa menos frecuente de mastitis aguda. Se caracteriza también por la secreción de leche de color amarillo o sanguinolento, a veces con coágulos y los animales presentan fiebre.

Debido a que proliferan por todas partes, las cabras están siempre expuestas a ellos. Sin embargo, es muy raro que causen mastitis, por lo que se deduce que necesitan ayuda para ingresar a la ubre. Se ha determinado que algunas infecciones han sido causadas por productos de tratamiento contaminados y falta de precauciones al sanear los pezones. Esta es otra razón para más para usar pomos de una sola dosis y cuidar una estricta higiene al realizar el tratamiento (Bedolla *et al.*, 2015).

3.9.5.- Micoplasmas

La mastitis causada por estos agentes es caracterizada por una repentina pérdida en la calidad y producción de la leche. Son muy prevalentes y un grave problema en determinadas regiones ya que provocan pérdidas económicas incomparables a las producidas por el resto de patógenos intramamarios, pues al contrario de lo que ocurre con la oveja, que sólo se afecta por *Mycoplasma agalactiae*, la cabra se infecta por multitud de especies de micoplasmas, como *M. mycoides subsp. mycoides*, *M. capricolum subsp. capricolum*, *M. putrefaciens* y otras (Contreras *et al.*, 2001).

A esta complejidad etiológica de los micoplasmas caprinos se une la poca eficacia de las medidas de control y prevención, lo que aumenta las pérdidas económicas ante la aparición de brotes de *agalactia contagiosa* (Contreras *et al.*, 2001). Es una enfermedad aguda infecciosa de la cabra, endémica en la cuenca mediterránea, aunque también se presenta en otras regiones del mundo. Este tipo de mastitis suele presentarse poco después del parto, los animales no dejan de comer, ni presentan fiebre, pero su producción láctea disminuye rápidamente pudiendo ser nula, e incluso ser irreversible en algunos animales. Otras manifestaciones sistémicas como



queratoconjuntivitis, artritis, neumonías o abortos, sin olvidar la pérdida de animales lactantes y hembras reproductoras (Bedolla *et al.*, 2015).

3.9.6.- Virus de la artritis-encefalitis caprina (AEC)

Esta enfermedad afecta casi exclusivamente a las cabras adultas. Es producida por un lentivirus muy similar al virus del Maedi-Visna ovino. En las cabras puede presentarse en cuatro formas: respiratoria, mamaria, nerviosa y artrítica, siendo las más comunes la nerviosa y sobre todo la artrítica (Bedolla, 2010b).

Aunque la principal vía de transmisión de la AEC es mediante la ingestión de calostros y de leche procedente de una madre infectada, la vía horizontal de transmisión mediante el ordeño mecánico es una realidad epidemiológica. Por ello, habrá que considerar a este patógeno dentro del esquema general de control de las mastitis caprinas, en especial minimizando los factores que determinen flujo inverso, como las caídas de pezoneras y escasa reserva de aire en los sistemas de ordeño (Bedolla *et al.*, 2015; Villar, 2015).



4.- OBJETIVOS

General

Identificar los patógenos causantes de mastitis en cabras del municipio de Yurecuaro, Michoacán, a partir de la recolección de las muestras del bote contenedor de leche.

Particular

Identificar la presencia de *Staphylococcus aureus* como principal causante de la mastitis en cabras municipio de Yurecuaro, Michoacán.



5.- MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó de Agosto 2016 a Enero 2017, en el Municipio de Yurecuaro, Michoacán. Su superficie es de 173.88Km² y representa el 0.29 por ciento del total del Estado. Con una altitud sobre el nivel del mar de 1530 metros. Su clima es templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 700 milímetros con temperaturas mínima de 13°C y de 38°C en verano (INEGI, 2002). Las muestras se tomaron en el municipio de yurecuaro.

El estudio contemplo el muestreo de 51 hatos lecheros caprinos de la raza Sannen, explotados a pequeña escala bajo un sistema de producción semi-intensivo .

El número de unidades de muestreo (n=51 establos) se calculó con un modelo aleatorio con distribución proporcional en función de la caracterización del sistema de lechería a pequeña escala. El muestreo al interior de los rebaños fue por conglomerado, es decir, se tomaron una muestra de leche del bote contenedor de cada unidad de producción.

En seguida, se continuó con la toma de muestras de leche utilizando para ello tubos de ensayo esterilizados con tapón hermético en los cuales previamente se anotó la identificación necesaria del establo. El tubo de ensayo se colocó inclinado para evitar la entrada de suciedad. La toma de muestra se hizo directamente de los contenedores de almacenamiento de leche. El tubo de muestra fue llenado con los dos tercios como máximo. Finalmente los tubos con la muestra se colocaron en una gradilla puesta en una hielera cerrada herméticamente para posteriormente transportarlas al laboratorio de bacteriología de la USAD de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para su procesamiento inmediato o refrigeración a 4°C (Wolter *et al.*, 2004).



Procesamiento de las muestras de leche y aislamiento de los patógenos

El procesamiento de las muestras de leche obtenidas se realizó el día del muestreo o al día siguiente. Las muestras fueron sembradas en agar 110 estafilococos, agar sangre con azida y agar Mc Conkey. Enseguida, las placas de agar fueron incubadas a 37°C y examinadas después de 24 y 48 horas. Los aislamientos fueron identificados a través de su morfología colonial, la tinción de Gram, la prueba de catalasa, la prueba de coagulasa, así como la prueba de manitol y gelatina. A los aislamientos de agar Mc Conkey, se les realizaron las pruebas bioquímicas correspondientes para su identificación. Las pruebas utilizadas fueron: Urea, Citrato, Prueba SIM (sulfuro indol motilidad), Agar-hierro-triple azúcar por sus siglas en inglés TSI, Medio MRPV (rojo de metilo Voges-Proskauer).



6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 51 muestras del bote de recepción de igual número de hatos caprinos lecheros, de los cuales se aislaron un total de 102 cepas bacterianas (100%). De estas, 48 (47.06%) corresponden a patógenos Gram-positivos mientras que 54 (52.94%) a patógenos Gram-negativos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Agentes patógenos aislados de muestras de leche del contenedor de recepción del ganado caprino del municipio de Yurécuaro, Michoacán.

Microorganismos Gram-positivos	No	%	Microorganismos Gram-negativos	No	%
Estafilococos Coagulasa Positivos			<i>Enterobacter aerogenes</i>	7	6.86
<i>Staphylococcus aureus</i>	31	30.40	<i>Citrobacter intermedius</i>	2	1.97
Estafilococos Coagulasa Negativos			<i>Acinetobacter spp</i>	1	.98
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	6	5.88	<i>Serratia liquefaciens</i>	4	3.92
<i>Staphylococcus hyicus</i>	11	10.78	<i>Alcaligenes faecalis</i>	17	16.67
			<i>Citrobacter fecalis</i>	10	9.80
			<i>Citrobacter diversus</i>	1	.98
			<i>Enterobacter cloacae</i>	12	11.76
	48	47.06		54	52.94

Fuente: investigación directa, 2016.

En los resultados del análisis bacteriológico de las muestras de leche obtenidas en este estudio (Cuadro 1), se identificaron a los estafilococos como los principales agentes etiológicos Gram-positivos causantes de mastitis, entre los que destaca el *S. aureus* como principal agente causal en 31 aislamientos, equivalente al 30.40%, así como a los Estafilococos Coagulasa Negativos cuyo agente patógeno principalmente encontrado fue el *Staphylococcus hyicus* con 11 aislamientos representando un 10.78%, estos resultados se encuentran por arriba de lo encontrado en una investigación realizada por Ferrer, *et al* (1993), quienes obtuvieron 12 aislamientos, equivalente al 11.5% de *Staphylococcus aureus* y 46 aislamientos equivalentes a 44% de Estafilococos Coagulasa Negativos, muy por encima de lo encontrado en este trabajo (16.66%). Sin embargo, coincide con lo reportado por Villar (2015), el cual



identificó también a los estafilococos (*S. aureus* y ECN) como los principales agentes patógenos encontrados en su investigación (34.43% *S. aureus* y 13.11% de ECN).

Dichos resultados coinciden con lo encontrado por Bedolla (2011), Ayala (2009) y Sticotti (2013), los cuales reportaron al *Staphylococcus aureus* y a los Estafilococos Coagulasa Negativos (ECN) como los principales agentes etiológicos causantes de mastitis tanto subclínica como clínica, en bovinos y caprinos.

Bergonier *et al.* (2003), afirman que los Estafilococos son los principales agentes causales de infección intramamaria en pequeños rumiantes, y que la especie más aislada en casos de mastitis clínica es el *Staphylococcus aureus*, mientras que en los casos de mastitis subclínica son los ECN. En Venezuela se han encontrado resultados similares a estos en cuanto a los principales agentes causantes de mastitis en cabras (Clavijo *et al.*, 2002).

S. aureus ha sido reconocido en el país como el principal agente etiológico involucrado en casos de intoxicaciones alimentarias, producidas por consumo de queso elaborado a partir de leche bovina cruda. Puede producir hasta 5 enterotoxinas reconocidas serológicamente (A-E), siendo la A la más involucrada en intoxicaciones. Las cepas de *S. aureus* son destruidas por la pasteurización y la cocción, pero la enterotoxina A es destruida solo parcialmente a 100°C por 30 minutos, y puede sobrevivir a cortas y largas cocciones (García *et al.*, 2009).

La presencia de bacterias causantes de infección intramamaria, y la consecuente producción de mastitis en cabras, puede inducir cambios importantes en la composición de la leche, alterando su aptitud para la coagulación en el proceso de elaboración de queso, disminuyendo el rendimiento del mismo. Además de provocar un impacto negativo en su calidad microbiológica, por lo que algunos estafilococos pueden ser patógenos para el hombre. Aunado a esto, se ha reconocido que puede inducir pérdidas de 15 a 20% en la producción de leche diaria por cabra. Aspectos que reflejan la importancia de controlar la presencia de bacterias causantes de infección intramamaria en el rebaño caprino (García *et al.*, 2009).



Los ECN son reconocidos como oportunistas por el incremento de su predominio provocado por la disminución de prácticas de higiene. Aunque son menos patógenos que el *S. aureus* también pueden provocar mastitis subclínica persistente y hasta mastitis clínica, así como producir enterotoxinas termoestables. Las principales especies de ECN que causan la infección intramamaria en cabras residen en la piel de la ubre y pezón, por lo que la limpieza apropiada de los pezones podría disminuir la incidencia. También se reconoce que una dieta balanceada mejora la resistencia de las cabras a las infecciones intramamarias y a la aparición de mastitis (García *et al.*, 2009).

Por otra parte, como se puede observar en el cuadro 1, los agentes etiológicos Gram-negativos causantes de mastitis encontrados en este estudio, fueron los siguientes: *Alcaligenes faecalis* (14.75%), *Enterobacter cloacae* (11.76%), *Citrobacter faecalis* (9.80%), *Enterobacter aerogenes* (6.86%), *Serratia liquefaciens* (3.92%), *Citrobacter intermedius* (1.97%), *Citrobacter diversus* (0.98%) y *Acinetobacter spp* (0.98%). En comparación con el trabajo de Castillo *et al.* (2009), en el cuál también se identificó el agente *Alcaligenes faecalis* si bien en poco porcentaje, cabe resaltar su prevalencia ya que es el único que se identificó en dicho trabajo en distintos municipios.

La presencia de este tipo de patógenos constituye una evidencia del inadecuado manejo higiénico sanitario del producto, además de ser indicativo de la probable presencia de cepas patógenas

Finalmente cabe mencionar que en un estudio realizado por Leitner *et al.* (2007), éstos afirman que el origen de la infección intramamaria en cabras ha sido estudiado muy poco, pero es comúnmente reconocido que muchas de las infecciones bacterianas ocurren durante el ordeño, asimismo, por lo que la aplicación de un tratamiento preventivo durante el período seco debería ser considerado como una medida eficaz para reducir el número de infecciones intramamarias.



7.- CONCLUSIÓN

Se concluye que el *Staphylococcus aureus*, fue el principal agente patógeno encontrado en las muestras de leche del bote de recepción del ganado caprino del municipio de Yurecuaro, Michoacán, seguido por los Estafilococos Coagulasa Negativos (*Staphylococcus hyicus* y *Staphylococcus epidermidis*), así como los agentes patógenos Gram negativos, dentro de los cuales destacan principalmente *Alcaligenes faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter faecalis*, *Enterobacter aerogenes*.



LITERATURA CITADA

Agraz, G.A.A. 1984. Caprinotecnia 3. Limusa. México. pp. 2948-2964.

Aires, de S.M., Parente, C.E.S.R., Vieira, da M.O, Bonna, I.C.F., Silva D.A., Lencastre, H. 2007. Characterization of *Staphylococcus aureus* Isolates from Buffalo, Bovine, Ovine, and Caprine Milk Samples Collected in Rio de Janeiro State, Brazil. Applied and environmental microbiology. 73(12): 3845-3849.

Arbiza, A.S. 1986. Producción de Caprinos. AGT EDITOR, S.A. pp. 628-630.

Ayala, M.A. 2009. Determinación de las bacterias más frecuentes causantes de mastitis subclínicas y sensibilidad ante antibióticos en cabras criollas del Municipio de Santa Apolonia, Chimaltenango. Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Universidad De San Carlos De Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Bedolla, C.C. 2010a. Glándula mamaria de la cabra. Mimeo.FMVZ-UMSNH.18 pp.

Bedolla, C.C. 2010b. Etiología de la mastitis caprina. Mimeo. FMVZ-UMSNH. 34 pp.

Bedolla, G.E.A. 2011. Resistencia antibiótica de *Staphylococcus aureus* aislados de leche de vacas con mastitis de Téjaro, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

Bedolla, C.C., Castañeda, H., Velázquez, V., Castañeda, M., Bedolla, E., Kloppert, B., Wolter, Wilfried. 2015. La Mastitis Caprina. Talleres gráficos de Groppe Libros. Guadalajara, México. 93 pp.

Bergonier, D. 2003. Mastitis of dairy small ruminants. Vet. Res. pp 34(5): 689 – 716.

Boerlin, P., Kuhnert, P., Hussy, D., Schaellibaum, P. 2003. Methods for identification for *Staphylococcus aureus* isolates in case of bovine mastitis. Journal of Clinical Microbiology. 41(2):767-771.



Bonilla, C.S., Rosas, M.S., Hernández, A.L., Díaz, A.E., Villa, G.R., Hernández, Z.J.S. 2003. Agentes etiológicos involucrados en la mastitis subclínicas en cabras lecheras. Congreso Nacional de Buiatria. Villahermosa, Tabasco. México. 48 pp.

Buxadé, C.C. 1996. Zootecnia. Bases de producción animal. Tomo IX. Producción Caprina. Mundi-Prensa. Madrid. Pp. 323-325.

Clavijo, A., Meléndez, B., Clavijo, M.L., Godoy, A, Santander, J. 2002. Efecto del sistema de explotación sobre la aparición de mastitis caprina en dos fincas del estado Falcón, sus agentes etiológicos y la resistencia a antimicrobianos. Zoot. Trop. 20:383-395.

Contreras, A., Luengo, A., Sánchez, L., Corrales, J.C. 2001. Etiología de la infección intramamaria caprina en relación con los programas de control.

Deinhofer, M. y Pernthaner, A. 1995. *Staphylococcus* spp. as mastitis-related pathogens in goat milk. Veterinary Microbiology. 43:161-166.

East, N.E. y Birnie, E.F. 1987. Disease of the udder, in: Symposium on sheep and goat medicine, Vet. Clin. North Am. (Large Anim. Pract.). 5: 591-600.

Ferrer, O., Real, F., Acosta, B. 1993. Estudio de la Mastitis Clínicas en la cabra y sensibilidad IN VITRO de los organismos aislados. Departamento de Patología Animal. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

Garcia, A., Rivero, J., Gonzales, P., Valero- Leal, K., Izquierdo, P., Garcia, A., Colenares, C. 2009. Calidad bacteriológica de la leche cruda de cabras producida en la parroquia Faría, Municipio Miranda, Estado Zulia, Venezuela. Rev.Fac. Agr. LUZ. Vol. 26. 5: 9-77.

INEGI. (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática). 2002. Anuario Estadístico del Estado de Michoacán. Censo General de Población y Vivienda.



Joo, Y.S., Fox, L.K., Davis, W.C., Bohach, G.A., Park, Y.K. 2001. *Staphylococcus aureus* associated with intramammary glands of cows: genotyping to distinguish different strains among herds. *Veterinary Microbiology*. pp 80 (2): 131-138.

Larsen, H.D., Sloth, K.H., Elsberg, C., Enevoldsen, C., Pedersen, L.H., Eriksen, N.H.R., Aarestrup, F.M., Jensen, N.E. 2000. The dynamics of *Staphylococcus aureus* intramammary infection in nine danish dairy herds. *Veterinary Microbiology*. pp 71: 89-101.

Leitner, G., Merin, U. y Lavi, A. Egber and N. Silanikove. 2007. Aetiology of intramammary infection and its effect on milk composition in goat flocks. *J. of Dairy Res.* Vol. 74: 186-193.

Menzies, P.I. 2000. Mastitis of sheep - Overview of recent literature. *Proceedings of the 6th Great Lakes, Dairy Sheep Symposium*. November 2-4, Guelph, Ontario, Canada. 10 pp.

Menzies, P.I. y Ramanoon, S. Z. 2001. Mastitis of sheep and goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. pp 17(2):333-358.

Poutrel, B. 1984. Udder infection of goats by coagulase-negative staphylococci. *Vet. Microbiol.* pp 9-13.

Radostits, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C. y Hinchcliff, K.W. 2002. *Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. 9a ed. Vol. 1. McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España. pp. 711-718.

Rainard, P., Corrales, C., Bere, M., Cochard, Th., Poutrel, B. 2003. Leucotoxisactivities of the *Staphylococcus aureus* strains isolates in cows, sheep and goats with mastitis: importance of LukM/LukF-pv- Leucotoxis. *Laboratory Diagnostic Clinic Immunology*. 10(2): 272-277.

Sears, P.M. y McCarthy, K.K. 2003. Diagnosis of mastitis for therapy decisions. *Vet Clin Food Anim*. 19:93-108.



Shearer J.K. y Harris, B. 1992. Mastitis in Dairy Goats. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Gainesville FL. 7 pp.

Sticotti E.E, Giraudó, J.A., Mació, M.N., Bérghamo, E.G., Schneider, M.O., Magnano, G.G., Macías, A. 2013. Agentes Bacterianos Presentes en Leche de Cabras con Mastitis Clínicas en Sistemas de Cría Extensivos. Bacterial agents present at goats milk mastitic clinics in extensive farming systems. Primer Congreso Caprino. Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Grupo Sanidad en Rumiantes.

Takeuchi, S., Maeda, T., Hashimoto, N., Imaizumi, K., Kaidoh, T., Hayakawa, Y. 2001. Variation of the agr locus in *Staphylococcus aureus* isolates from cows with mastitis. Vetmicrobiol. 79: 267-274.

Vadillo, S., Píriz, S., Mateos, E. 2002. Manual de Microbiología Veterinaria. Ed. McGraw-Hill-Interamericana. España.

Villar M.J. 2015. Patógenos de la ubre aislados de leche de cabras del municipio de Tanhuato Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

Wolter, W., Castañeda, H., Kloppert, B., Zschöck, M. 2004. Mastitis bovina. Prevención diagnóstico y tratamiento. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. México. 146 pp.

Zecconi, A., Cesaris, L., Liandris, E., Dapra, V., Piccinini, R. 2006. Role of several *Staphylococcus aureus* virulence factors on the inflammatory response in bovine mammary gland. Microbial Pathogenesis. pp. 1-7.

Zhang, S. y Maddox, C.W. 2000. Cytotoxic Activity of Coagulase- Negative Staphylococci in Bovine Mastitis. Infection and Immunity. 68:1102-1108.