

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



“Queratoconjuntivitis Infecciosa Bovina causada por Moraxella spp.”.

POR

GRISELDA AIDE VAZQUEZ CAVAZOS

**MONOGRAFÍA
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“Queratoconjuntivitis Infecciosa Bovina causada por Moraxella spp.”.

POR:
GRISELDA AIDE VAZQUEZ CAVAZOS

MONOGRAFÍA

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

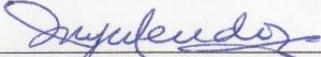
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


MC. JOSÉ LUIS CORONA MEDINA

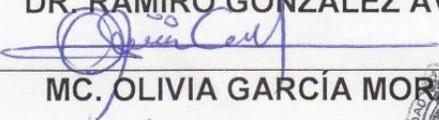
VOCAL:

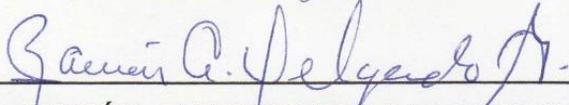

MC. MARGARITA YOLANDA MENDOZA
RAMOS

VOCAL:


DR. RAMIRO GONZÁLEZ ÁVALOS

VOCAL SUPLENTE:


MC. OLIVIA GARCÍA MORALES


DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA; MEXICO

MAYO DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“Queratoconjuntivitis Infecciosa Bovina causada por Moraxella spp.”.

POR:

GRISELDA AIDE VAZQUEZ CAVAZOS

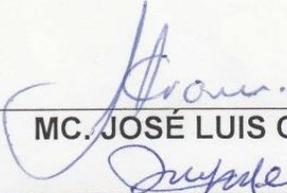
MONOGRAFIA

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

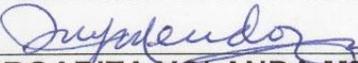
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

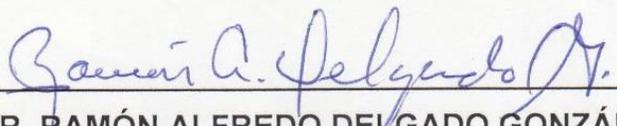
APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:


MC. JOSÉ LUIS CORONA MEDINA

ASESOR:


MC. MARGARITA YOLANDA MENDOZA
RAMOS


DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA; MEXICO

MAYO DE 2017

AGRADECIMENTOS

Al MC. José Luis Corona Medina, por haberme aceptado para realizar esta monografía, por su gran ayuda y colaboración en cada momento de consulta y soporte en este trabajo.

A mis padres, por haberme dado la oportunidad de estudiar, por apoyarme siempre a cumplir mis sueños y por siempre estar a mi lado.

A los profesores de la UAAAN, por todos los conocimientos transmitidos a lo largo de mi carrera para mi formación profesional.

DEDICATORIAS

A Dios, por ayudarme a terminar mi carrera y no decaer a pesar de las adversidades presentadas durante este gran esfuerzo.

A mis padres, Sr. José Antonio Vázquez Sánchez y Sra. Teresita Cavazos Barraza por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios, por enseñarme a no darme por vencida y siempre trabajar duro por lograr mis sueños.

A mis hermanos, José Antonio Vázquez Cavazos y Víctor Eduardo Vázquez Cavazos, por darme los mejores consejos, y por siempre alentarme para lograr mis metas.

A mis amigos, José Fernando De León Hernández, Jouseph Jair Torres Tovar, Carlos Eduardo Arenivar Sepúlveda, y Marisol Gurrola Beltrán que más que mis amigos fueron mi familia a lo largo de esta etapa y que siempre me apoyaron.

A mi familia, Por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

RESUMEN

La Queratoconjuntivitis infecciosa bovina (QIB) es una enfermedad ocular altamente contagiosa de alta importancia económica en la industria ganadera, que se expresa por pérdidas en la producción lechera, así como también una significativa reducción en el peso y pérdida de condición en animales afectados. Esta enfermedad se caracteriza por un conjunto de signos como blefaroespasmo, conjuntivitis, epifora, distintos grados de opacidad corneal y úlceras. Una variedad de patógenos han estado asociados en los casos de QIB, incluyendo *Moraxella spp.*, siendo *Moraxella bovis* el patógeno principal, sin dejar de lado a *Moraxella bovoculi* y *Moraxella ovis* que también se encuentran asociados a casos de QIB. Esta enfermedad tiene ocurrencia en muchos países alrededor del mundo y, aunque puede presentarse en cualquier temporada, tiene una mayor prevalencia en verano. Los terneros jóvenes son los más susceptibles, pero en una población susceptible, ganado de cualquier edad puede ser afectado. La importancia de identificar el agente causal de esta enfermedad y conocer las distintas opciones en cuanto a tratamientos y programas de vacunación nos ayuda a desarrollar un buen programa de control y prevención.

Palabras clave: *Moraxella bovis*, Queratoconjuntivitis infecciosa bovina (QIB), úlcera corneal, pinkeye.

ABSTRACT

Infectious bovine keratoconjunctivitis (IBK) is a highly contagious ocular disease, with great economic importance in cattle industry, which expresses itself with losses in dairy production as well as a significant reduction in weight and loss of condition in affected animals. This disease is characterized by a set of signs like blepharospasm, conjunctivitis, lacrimation, and varying degrees of corneal opacity and ulceration. A variety of pathogens have been associated in cases of IBK, including *Moraxella* spp., without leaving *Moraxella bovoculi* and *Moraxella ovis* that have also been associated in several cases. The disease occurs in most countries of the world and, although it can occur in all seasons, it is more prevalent in summer. Young calves are most susceptible, but in a susceptible population, cattle of all ages are likely to be affected. The importance of identifying the causal agent of this disease and knowing the different options that we have for treatments and vaccination programs, helps us develop a good program for control and prevention.

Keywords: *Moraxella bovis*, Infectious bovine keratoconjunctivitis (IBK), corneal ulcer, pinkeye.

INDICE

AGRADECIMENTOS	iii
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
1.- IMPORTANCIA E HISTORIA, DE LA ENFERMEDAD	1
2.- CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA, CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS (MICROSCÓPICAS Y MACROSCÓPICAS) DEL AGENTE ETIOLÓGICO, CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS (METABOLITOS, ENZIMAS, TOXINAS, ETC.) 8	
3.- DISTRIBUCIÓN, TRANSMISIÓN, HOSPEDEROS SUSCEPTIBLES, FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SUSCEPTIBILIDAD	19
4.- PATOLOGÍA. PATOGÉNESIS, LESIONES POSTMORTEM, PATOLOGÍA DIFERENCIAL	24
5.- SIGNOS	28
6.- DIAGNÓSTICO: DE CAMPO Y LABORATORIO, DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL.	32
7. - TRATAMIENTO	38
8. - PROFILAXIS	44
9.- CONCLUSIÓN	47
10.- LITERATURA CITADA	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Moraxella bovis</i> en forma de bacilo (Addison biological laboratory, 2016).	10
Figura 2. <i>Moraxella bovoculi</i> en forma de coco (Addison biological laboratory, 2016).	10
Figura 3. Fimbrias tipo IV de <i>Moraxella bovis</i> (Intervet Inc., 2013).	12
Figura 4. Comienza a aparecer la opacidad en el ojo infectado (Intervet Inc., 2013).	25
Figura 5. La opacidad se ha extendido a lo largo de toda la córnea (Intervet Inc., 2013).	26
Figura 6. Ulcera corneal causada por <i>Moraxella bovis</i> (NADIS 2017).	29
Figura 7. Ejemplo de un ojo que ha recibido tratamiento y está en recuperación, se aprecia cómo un nuevo suministro de sangre se ha desarrollado para reparar el daño (Intervet Inc., 2013).	30
Figura 8. El ojo casi se ha recuperado en su totalidad y la cicatriz corneal continua disminuyendo (Intervet Inc., 2013).	30
Figura 9. <i>Moraxella bovis</i> en agar sangre (StudyBlue inc, 2017).	35

1.- IMPORTANCIA E HISTORIA, DE LA ENFERMEDAD

Las primeras descripciones del principal agente bacteriano responsable de la Queratoconjuntivitis Infecciosa Bovina (QIB) fueron realizadas por Akkerman en 1886, Schimmel en 1888 y por Billings en 1889, quienes detectaron la presencia de finos y cortos bacilos con extremos redondeados en la córnea de bovinos afectados (Sosa Torres, 2013).

En el año 1919 se aisló un corto diplobacilo Gram negativo de cultivos de ojos afectados con QIB. Éste bacilo fue asociado con el *Morax-Axenfeld* y se sugirió que la QIB se encontraba distribuida mundialmente y que ésta podía ser causada por el mismo microorganismo en diferentes países. En 1923 Jones y Little también aislaron un diplobacilo Gram negativo y reprodujeron la inflamación característica mediante la inoculación de un cultivo puro en los ojos de bovinos. A su vez, estudiaron las características bioquímicas de estos microorganismos y observaron que los mismos producían hemólisis en placas de agar suplementadas con sangre equina, licuaban la gelatina luego de 10 días de incubación a 22°C, no fermentaban carbohidratos, presentaban células de 1-2 µm en longitud y 0,5 µm de ancho, eran capsulados, no móviles y no producían esporas (Sosa Torres, 2013).

En 1939 Lwoff propuso que los organismos clasificados como *Haemophilus dúplex* y otros organismos relacionados deberían de ser agrupados en un nuevo género, *Moraxella*, y que este género debería de ser apartado de la familia *Haemophileae*, ya que estas especies no muestran parecido a la morfología del *Haemophileae* ni requieren hematina o fosfopiridinenucleótido como factores de crecimiento. Estas

propuestas fueron aprobadas por Audureau en 1940, quien agregó una nueva especie, *Moraxella lwoffii* (Henriksen, 1952).

En 1948 el manual de Bergey's aceptó la propuesta de Lwoff de crear el género *Moraxella*, pero dejarlo en la familia *Haemophilaceae*. La vaga descripción del género principalmente en la morfología, la cual podría encajar en casi cualquier grupo de bacilos Gram-positivos, lo cual indica una ausencia de caracteres específicos para diferenciarlos de otro género (Henriksen, 1952).

En 1968 el género *Moraxella*, fue colocado en la familia *Neisseriaceae* por Henriksen y Bovre basándose en las similitudes fenotípicas y la información de transformación genética. En 1976 fue creado el género *Kingella*, un nuevo género para acomodar a "*Moraxella kingae*". De acuerdo a Bovre, el género *Moraxella* comprende 2 subgéneros, *Moraxella* y *Branhamella* (Rossau et al., 1991).

En 1986, en nuevo género *Psychrobacter* con una especie *Psychrobacter immobilis*, fue creado, principalmente en base a los resultados de transformación, para un grupo de bacteria psicotrópica de tipo *Moraxella* y fue incluida en la *Neisseriaceae*. Otro género, *Mesophilobacter*, fue añadido en 1989 miembros del grupo de estudio propusieron un cambio drástico en la composición taxonómica de la *Neisseriaceae*, excluyendo al género *Moraxella*, *Acinetobacter*, y *Psychrobacter*. (Rossau et al., 1991).

Se presentó evidencia, principalmente de estudios de hibridación de ADN y rARN, de que el género *Moraxella*, *Psychrobacter*, y *Acinetobacter* y organismos relacionados forman un grupo diferente separado del taxón. En base a esto y a la información

recopilada de la literatura, se propuso una nueva familia, la *Moraxellaceae*.(Rossau *et al.*, 1991)

Moraxella es el género tipo. Dentro de la familia *Moraxellaceae* se pueden distinguir 2 grupos principales. Un grupo incluye las especies de *Acinetobacter*. El otro grupo puede ser subdividido en cuatro subgrupos que consisten en la auténtica *Moraxella* (*Moraxella lacunata*, *Moraxella nonliquefaciens*, *Moraxella bovis*, *Moraxella catarrhalis*, *Moraxella caviae*, *Moraxella ovis*, *Moraxella cuniculi*, y dos mal llamadas cepas de *Alysiella*), el genéricamente mal llamado taxón *Moraxella osloensis*, el genéricamente mal llamado taxón *Moraxella atlantae*, y el genéricamente mal llamado taxón *Moraxella phenylpyruvica*, *Psychrobacter immobilis*, y organismos relacionados. El grupo de *Moraxellaceae* pertenece a la clase Proteo bacteria y es miembro de la superfamilia, que incluye además las pseudomonas auténticas y organismos relacionados. No está relacionado a la familia *Neisseriaceae* (Rossau *et al.*, 1991).

La Queratoconjuntivitis infecciosa bovina comúnmente conocida como "ojo rosado" es una infección inflamatoria de tipo bacteriana que afecta los ojos del ganado (Ali *et al.*, 2012).

La QIB afecta a las vacas y a las ovejas y se caracteriza por el desenvolvimiento de conjuntivitis y úlceras corneales. En los bovinos, los microorganismos involucrados en la QI son *Moraxella bovis*, *Moraxella ovis* y *Moraxella bovoculi*. A diferencia de los ovinos, los principales microorganismos que se han aislado de lesiones de la QI son *Mycoplasma conjunctivae*, *Chlamydomphila psittaci* y *Moraxella ovis*. *Moraxella bovis*

también puede ser aislada de ovejas pero es encontrada en una menor frecuencia (Maboni *et al.*, 2015).

Una variedad de patógenos han estado asociados en los casos de QIB, incluyendo *Moraxella spp.* Basado en conocimiento reciente, *Moraxella bovis* es considerada el patógeno principal. Otros patógenos de *Moraxella spp.* que se han encontrado asociados con QIB incluyen *Moraxella ovis*, y *Moraxella bovoculi* (Shen *et al.*, 2011).

Los porcentajes de homología obtenidos entre las tres especies de *Moraxella* con morfología de cocos fueron inferiores al 96%. Las características fenotípicas y genotípicas permitieron definir estas nuevas cepas e incluirlas en una nueva especie a la que denominaron *Moraxella bovoculi* (Sosa Torres, 2013).

Moraxella bovoculi se describió como un nuevo miembro del género *Moraxella* en base a la secuencia nucleotídica de seis genes “*housekeeping*” (aquellos que codifican para proteínas esenciales para el funcionamiento general de las células), de los genes que codifican para las subunidades de ARNr 16S y 23S así como de la región intergénica (ITS por sus siglas en inglés) ubicada entre ambos. A su vez, los análisis bioquímicos mostraron diferencias entre los aislamientos de *Moraxella bovoculi*, *Moraxella bovis* y *Moraxella ovis*. Se encontró que *Moraxella bovoculi* podía ser diferenciada bioquímicamente de *Moraxella bovis* en base a la actividad fenilalanina desaminasa positiva y a la incapacidad de expresar gelatinasa. No obstante, luego de la primera identificación de *Moraxella bovoculi* fenilalanina desaminasa positivos se identificaron aislamientos de *Moraxella bovoculi*, pero que resultaron fenilalanina desaminasa negativos (Sosa Torres, 2013).

Moraxella bovoculi es una especie identificada de *Moraxella* caracterizada por primera vez en 2007 (Angelos *et al.*, 2011). Es un coco Gram negativo que fue aislado de córneas ulceradas de bovino (Sosa Torres, 2013). Es probable que haya existido en la población de ganado por un largo tiempo y que el coco gram-negativo previamente aislado del ganado con QIB, fue de hecho, *Moraxella bovoculi* que era designado como especie de "*Moraxella ovis*" o "*Branhamella ovis*". *Branhamella* fue previamente usado para referirse al cocoide *Moraxellae*. Herramientas moleculares ahora nos hacen posible distinguir más fácilmente a *Moraxella ovis* y *Moraxella bovoculi* (Angelos, 2010a).

Si *Moraxella bovoculi* es un organismo causal, entonces su identificación representa una nueva oportunidad para entender la epidemiología de la QIB como una enfermedad potencial con múltiples organismos causales, y una nueva era en oportunidades para su control (Gould *et al.*, 2013).

Moraxella ovis ha sido aislada de casos de QIB, principalmente de animales jóvenes, aunque aún no está completamente dilucidado su papel en la patogénesis de la enfermedad. Se examinó la presencia de factores de virulencia descritos en *Moraxella bovis* en aislamientos clínicos de *Moraxella ovis* con el objetivo de dilucidar la importancia de esta última en la etiología y desarrollo de la QIB. Se evaluó el efecto de cultivos de *Moraxella ovis* sobre diferentes tipos de células de origen bovino y se encontró que los aislamientos exhibieron actividad hemolítica sobre eritrocitos y actividad citotóxica sobre células mononucleares sanguíneas y células del epitelio de la córnea, lo que sugiere que *Moraxella ovis* juega un papel en la patogénesis de la QIB (Sosa Torres, 2013).

La *Moraxella bovis* ha sido aceptada como el único agente causal de la QIB y es actualmente el único agente que según los postulados de Koch es el que provoca la Queratoconjuntivitis (Angelos, 2010b).

La QIB no es mortal; sin embargo, es considerada la enfermedad ocular más importante en el ganado, esto debido a la disminución en el crecimiento de individuos infectados (Kizilkaya *et al.*, 2013).

Moraxella bovis es un patógeno oportunista, que se encontró no sólo en animales con sintomatología clínica de QIB sino que incluso se lo encontró en la conjuntiva y en las secreciones nasales de bovinos sin ningún signo o antecedente de infección (Sosa Torres, 2013).

En 1924 Jones y Little demostraron que los microorganismos responsables de la QIB eran rápidamente destruidos en el intestino de las moscas y que no vivían más de tres horas en la superficie de las mismas. Estos datos sugirieron que la enfermedad era probablemente distribuida por transmisión mecánica (Sosa Torres, 2013).

El impacto económico por el ojo rosado ocasionado por *Moraxella bovis* puede ser significativo, en particular por lo que respecta a la pérdida en la producción lechera, así como también por la significativa reducción en el peso y pérdida de condición en animales afectados (Faglin *et al.*, 2016).

El rango de morbilidad puede alcanzar un 80%, alcanzando su máximo en la tercer o cuarta semana después de la presentación de los casos clínicos (Zbrun *et al.*, 2012).

El impacto económico de la QIB en la industria ganadera tiene efecto en el bajo nivel de producción debido a la disminución en la ganancia de peso de los animales, la baja de la producción láctea, y en el incremento en los costos de tratamientos médicos (Prieto *et al.*, 2013).

Grandes pérdidas económicas son el resultado de la inapetencia y de la pobre ganancia de peso en animales afectados que sufren de dolor ocular y discapacidad visual (Kizilkaya *et al.*, 2013).

2.- CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA, CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS (MICROSCÓPICAS Y MACROSCÓPICAS) DEL AGENTE ETIOLÓGICO, CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS (METABOLITOS, ENZIMAS, TOXINAS, ETC.)

Los organismos tienen forma de coco o bacilo con tendencia a pleomorfismo, sin pigmento. El crecimiento en medio estándar puede ser pobre o fallido, tiene actividades bioquímicas limitadas. La mayoría de las especies no atacan carbohidratos. Los nitratos pueden o no ser reducidos. La catalasa puede o no ser producida. El contenido de G+C en el ADN en un rango de 40-45 moles %. Los tipos de *Moraxella* son:

Especie 1	<i>Moraxella lacunata</i> (incluye el biotipo <i>M. liquefaciens</i>).
Especie 2	<i>Moraxella nonliquefaciens</i>
Especie 3	<i>Moraxella bovis</i>
Especie 4	<i>Moraxella osloensis</i>
Especie 5	<i>Moraxella phenylpyruvica</i>
Especie 6	<i>Moraxella kingii</i>
Especie 7	<i>Moraxella catarrhalis</i>

Especie 8	<i>Moraxella ovis</i>
Especie 9	<i>Moraxella caviae</i>

Algunas de las cepas mostraron células extraordinariamente largas (con frecuencia de 2 a 3 μ en el diámetro más corto), y desde entonces simbolizan las características citológicas del género (Murray y Truant, 1954).

Las mayores peculiaridades citológicas de *Moraxella* parecen ser:

- 1) Basofilia en el citoplasma y en la porción acromática del área nuclear, la cual es usualmente más resistente a la extracción con HCL, ácido perclórico, y ribonucleasa.
- 2) El volumen del área nuclear que es relativamente largo, con el arreglo de gránulos positivos de Feulgen alrededor del núcleo acromático.
- 3) La presencia constante en algunas cepas de "vacuolas" largas que no se tiñen, en el citoplasma, las cuales se mostraron en menor grado en células polimórficas de todas las cepas (Murray y Truant, 1954).

Un estudio citológico de especies de *Moraxella* realizado por Murray y Truant (1954) indicó que sus mayores características son: cocobacilos, usualmente en arreglos diploides, y divididos por constricción en un solo plano; Gran variación de tamaño y

mostrando pleomorfismo en cultivos mayores (Figuras 1 y 2); Gram-negativos a Gram-variable; Citoplasma basofílico el cual puede contener vacuolas largas; Un núcleo vesicular con gránulos de cromatina en la periferia; Grasa, glucógeno, y gránulos meta cromáticos ocurren en cultivos mayores; Algunas cepas poseen capsulas.



Figura 1. *Moraxella bovis* en forma de bacilo (Addison biological laboratory, 2016).

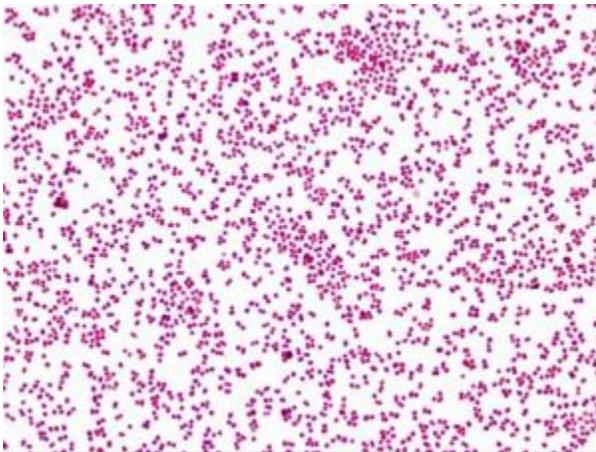


Figura 2. *Moraxella bovoculi* en forma de coco (Addison biological laboratory, 2016).

Las especies de *Moraxella nonliquefaciens* y *Moraxella bovis* aparentan estar relacionados muy de cerca con *Moraxella lacunata* y entre sí mismos, con proporciones de transformación entre rangos de 0-1 a 1.8%, y sus ADN muestran valores de G+C en el mismo rango, desde 40 a 43 moles %. Puede ser discutido si estos organismos pueden ser considerados como variedades entre la misma especie o como especies diferentes. Es verdad que la diferencia entre ellos, tanto en compatibilidad genética como en caracteres convencionales, es pequeña. Pero la diferencia es suficientemente clara para permitir la fácil identificación (Henriksen y Bøvre, 1968).

Moraxella bovis es un cocobacilo Gram-negativo, bacteria de la familia *Moraxellaceae* (Postma *et al.*, 2008). Es una especie descrita recientemente dentro del género *Moraxella*, ha sido aislada y asociada con la QIB en la ausencia de *Moraxella bovis* (Loy y Brodersen, 2014).

El agente etiológico de la QIB es *Moraxella bovis* una bacteria Gram negativa, de morfología diplobacilar, no fermentadora de azúcares, pero que licúa la gelatina como principal característica bioquímica, la que se utiliza para su identificación taxonómica. (Zielinski y Piscitelli, 2009). También produce una hemolisina que daña a los neutrófilos que son reclutados a el área de la infección y también puede liberar enzimas colagenasas que conducen a la licuefacción y ulceración de la córnea.(Sosa *et al.*, 2015) Su patogenicidad requiere la expresión del pili para que se adhiera a la superficie ocular y una citotoxina que daña las células epiteliales de la córnea tanto in vitro como in vivo (Angelos, 2015).

La citotóxina de *Moraxella bovis* actúa de esta manera sobre células corneales, neutrófilos, linfocitos y otros tipos celulares, produciendo el daño corneal que define a la QIB (Zielinski y Piscitelli, 2009).

Debido a su estructura proteica, los pili son inmunogénicos, por lo tanto estimulan la expresión de anticuerpos específicos, característica que fue aprovechada para su clasificación en 7 grupos denominados con letras desde el grupo A al G inclusive (Zielinski y Piscitelli, 2009).

Las fimbrias (pili tipo IV) desempeñan un rol crucial en la adhesión y colonización corneal y dos pili funcionales distintos han sido identificados (Figura 3). El pili Q es responsable por la adhesión mientras que el pili I se encarga de la persistencia local y del mantenimiento de una infección ya establecida (Sosa *et al.*, 2015).

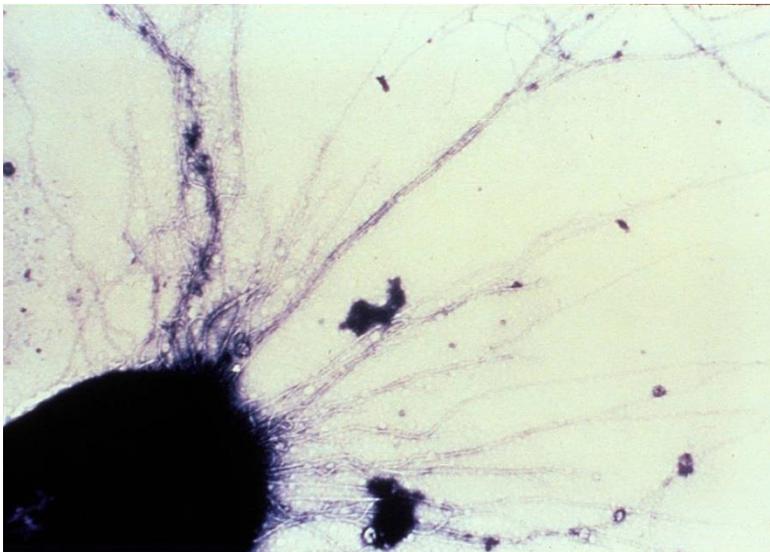


Figura 3. Fimbrias tipo IV de *Moraxella bovis* (Intervet Inc., 2013).

Las fimbrias de *Moraxella bovis* son del tipo IV, resisten 65°C durante una hora y se inactivan luego de 30 min a 100°C. En *Moraxella bovis* las fimbrias se encuentran distribuidas alrededor de la célula y las mismas miden de 1 a 4 µm de largo y aproximadamente 6 µm de diámetro (Sosa Torres, 2013).

Se han descrito dos tipos distintos de pili denominados I y Q con pequeñas diferencias del peso molecular que son productos de genes distintos, están compuestos por secuencias de aminoácidos diferentes y comparten aproximadamente el 60% de sus antígenos. Las cepas de *Moraxella bovis* que expresan pili pueden variar su fase desde un tipo al otro «in vitro» y tal vez «in vivo». Su función consiste en mediar la adherencia de *Moraxella bovis* a las células corneales de tipo oscuro principalmente. Se verificó que las cepas que no expresan pili son apatogénicas (Zielinski y Piscitelli, 2009).

Se ha propuesto que sólo las cepas fimbriadas de *Moraxella bovis* son capaces de establecer infección ocular y causar signos clínicos de QIB en bovinos inoculados experimentalmente (Sosa Torres, 2013).

Una cepa de *Moraxella bovis* es capaz de producir ambos tipos de fimbrias y transiciones bidireccionales entre la expresión de ellas ocurren como resultado del “switch” en una región cromosomal de 2.1 kb. Los segmentos génicos que codifican para el extremo carboxi terminal de las proteínas fimbriales Q e I están orientados en direcciones opuestas del segmento invertible. La orientación de este segmento determina la proteína que será producida. Un gen, piv, localizado inmediatamente adyacente al segmento invertible, codifica una invertasa de ADN sitio-específica que determina el gen fimbrial a transcribir (Sosa Torres, 2013).

También segrega otros factores potenciales que pueden intervenir en la virulencia bacteriana como fosfolipasas, sistemas de adquisición de Fe^{+2} y enzimas proteolíticas e hidrolíticas (Zielinski y Piscitelli, 2009).

En *Moraxella bovis* se ha descrito la presencia de un gen llamado *Plb* que codifica una fosfolipasa B. *Plb*, una proteína compacta, globular, soluble, con una estructura típica de autotransportadores convencional. La actividad enzimática de la fosfolipasa B de 66 kDa sobre fosfolípidos de membrana puede resultar en la lisis celular (Sosa Torres, 2013). Aunque aún no está claro el papel de la proteína *Plb* en la patogénesis de *Moraxella bovis*, se ha sugerido que podría ser un antígeno candidato para su inclusión en vacunas contra QIB. Esto se debe a que *Plb* fue detectada por Western blot en cepas representativas de todos los serogrupos descritos de *Moraxella bovis* (Sosa Torres, 2013).

La membrana externa de la bacteria Gram-negativa se encuentra extensamente decorada con lipopolosacáridos (LPS), un lipoglicano que es la primera línea de defensa para la bacteria al estar al alcance de los factores del medio ambiente incluyendo detergentes y agentes antimicrobianos (De Castro *et al.*, 2014).

El hierro es un elemento esencial para el crecimiento de prácticamente toda forma de vida ya que se necesita en la producción proteica y para la síntesis de ADN y ARN. Las bacterias presentan diversos mecanismos para obtener hierro, dentro de estos se encuentra la secreción de sideróforos que forman complejos con la fuente de hierro y se unen a la superficie bacteriana mediante receptores específicos. La capacidad que tienen las bacterias patógenas de captar el hierro en el organismo hospedador

contribuye a la patogenicidad del mismo ya que facilita su persistencia y crecimiento. Estudios in vitro sugieren que *Moraxella bovis* posee un eficiente sistema de adquisición de hierro constituido por sideróforos y proteínas de membrana externa (PME) que reconocen lactoferrina y transferrina bovina, dos proteínas capaces de quelar el hierro presente en secreciones mucosas y en el suero sanguíneo, respectivamente (Sosa Torres, 2013).

Ha sido descrita y estudiada la producción por parte de *Moraxella bovis* de una citotoxina con actividad α -hemolisina de entre 94-97 KD de peso molecular. Esta toxina sería segregada asociada a vesículas de la membrana celular de *Moraxella bovis*, siendo al parecer rápidamente hidrolizada en este medio por enzimas proteolíticas también producidas por la bacteria y presentes en el sobrenadante de los cultivos en medio líquido. La citotoxina es de naturaleza proteica e inmunogénica, y probablemente los anticuerpos que generan sean protectivos (Zielinski y Piscitelli, 2009).

La mayoría de las cepas de *Moraxella bovis* sintetizan hemolisinas que tienen propiedades hemolíticas dependientes de calcio, corneotóxicas y leucotóxicas y, por lo tanto, tienen una importante función en la patogénesis de este microorganismo. Estas toxinas tienen la propiedad de degradarse muy fácilmente una vez que son liberadas por la bacteria, pero a pesar de ello son capaces de producir daño en la córnea (Sosa Torres, 2013).

La β -hemolisina de *Moraxella bovis* (MbxA) pertenece a la familia RTX de exoproteínas bacterianas y se caracteriza por producir poros en la membrana

citoplasmática de diversas células, provocando eflujo de potasio, desequilibrio osmótico y lisis (Sosa Torres, 2013).

Las hemolisinas de *Moraxella spp.* son de naturaleza proteica, lo que les confiere la capacidad para actuar como antígenos en vacunas. A su vez, se demostró la homogeneidad genética a nivel de citotoxinas de *Moraxella bovis* de cepas de *Moraxella bovis* obtenidas de diversos orígenes geográficos. Por estos motivos se ha sugerido que una vacuna basada en citotoxinas puede prevenir la QIB ocasionada por múltiples cepas de *Moraxella bovis* (Sosa Torres, 2013).

Moraxella bovis produce una variedad de enzimas que, aunque no está directamente probado que esté involucrado en la patogénesis y no se ha estudiado con tanto detalle como la citotoxina o el pili de *M. bovis*, puede estar involucrado en el desarrollo de la QIB. Estos incluyen C4 esterasa, C8 esterasa-lipasa, C14 lipasa, fosfoamidasa, fosfatasa, leucina y valina aminopeptidasas y gelatinasa, fibrinolisisina, proteínas con actividad hemolítica, y proteínas de desprendimiento celular (Angelos, 2010a).

Enzimas hidrolíticas (esterasa C4, esterasa-lipasa C8, lipasa C14, fosfoamidasa, hialuronidasa y fosfatasa) y enzimas proteolíticas (aminopeptidasas y gelatinasa) han sido identificadas en el sobrenadante de cultivos de *Moraxella bovis* y *Moraxella bovoculi*. Se ha sugerido que las mismas participarían en la producción de úlceras corneales junto a fibrinolisininas y las enzimas con actividad hemolítica (Sosa Torres, 2013).

La gran mayoría de la vida bacteriana en la naturaleza en vez de encontrarse en estado libre, se encuentra formando comunidades llamadas biofilms, las cuales están

constituidos por una o varias especies bacterianas que se adhieren entre sí y a superficies o interfaces expuestas, bióticas o abióticas y que se encuentran incluidas en una matriz polimérica hidratada de producción propia. Se ha descrito que las fimbrias de tipo IV son los factores más importantes en la unión de *Moraxella bovis* a la superficie de las células corneales epiteliales in vitro y en el establecimiento de la infección en los ojos de los bovinos, pudiendo jugar éstas un papel importante en el desarrollo de biofilms por este patógeno (Sosa Torres, 2013).

Las principales características bioquímicas de esta bacteria son, Licuefacción de gelatina, no reduce los nitratos a nitritos, no fermenta los carbohidratos y no produce Indol (Postma *et al.*, 2008).

Para la clasificación de *Moraxella* se pueden tomar en cuentas algunos criterios útiles como La reacción oxidasa positiva, sensibilidad a la penicilina y preferencia por una atmosfera húmeda de 37° (Henriksen, 1952).

Es sugerido que *Moraxella* puede estar relacionada muy de cerca con *Neisseria*, y que la descripción del género y su posición taxonómica debe de ser revisada en concordancia con la propuesta de Lwoff. (Henriksen, 1952).

Existen distintos factores epidemiológicos que se suman a los agentes etiológicos y juegan un papel importante en la ocurrencia y/o severidad clínica de la QIB. Entre los más importantes se encuentran el estrés, condiciones ambientales predisponentes, físicos y biológicos (alérgenos en el aire, moscas vectores del agente, virus y bacterias asociadas a los agentes etiológicos de la enfermedad, raza y edad del bovino, cepa causante de la enfermedad y estado inmune de los bovinos) (Sosa Torres, 2013).

No obstante, es importante tener claro que sin el agente etiológico responsable de la enfermedad no se producen la queratitis y conjuntivitis típicas de la afección, aunque se trate de una enfermedad considerada como un síndrome multifactorial (Sosa Torres, 2013).

3.- DISTRIBUCIÓN, TRANSMISIÓN, HOSPEDEROS SUSCEPTIBLES, FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SUSCEPTIBILIDAD

La QIB es altamente contagiosa, y se disemina rápidamente dentro del hato mediante contacto directo, mediante descargas nasales u oculares y mediante vectores como insectos (Schnee *et al.*, 2015).

La virulencia de *Moraxella bovis* es influenciada tanto por el hospedero como por los factores ambientales (Postma *et al.*, 2008).

Ganado infectado asintomático puede albergar *Moraxella bovis* en su cavidad nasal por largos periodos de tiempo, en consecuencia son portadores y permiten la persistencia de la QIB en sitios particulares de un año a otro (Prieto *et al.*, 2013).

Para controlar otras enfermedades infecciosas del ganado, en los esfuerzos más exitosos para controlar la QIB, se consideran varios factores en los cuales se incluye el huésped, el medio ambiente, el manejo del hato y la vigilancia continua incluso cuando la crisis acaba de pasar (Angelos, 2015).

A su vez, no sólo la prevalencia de la enfermedad es mayor sino que la severidad y la afección uni o bilateral en los ojos es mucho más marcada en el ganado tipo europeo que en el ganado cebuino y sus cruza. La falta de pigmentación de los párpados es un factor fundamental en esta variación de la susceptibilidad observada (Sosa Torres, 2013).

Todas las razas de ganado bovino son consideradas susceptibles, sin embargo se ha presentado una menor incidencia de QIB en la raza Brahman y razas con mayor pigmentación periocular (Angelos, 2010b).

La susceptibilidad de la QIB en la diferencia de razas ha sido demostrada y se encontró que el ganado Hereford es más susceptible en comparación con todas las demás razas puras de la especie *Bos taurus* (Angus, Braunvieh, Charolais, Gelbvieh, Limousin, Pinzgauer, Red Poll y Simmental) y razas de la especie *Bos Indicus* (Kizilkaya *et al.*, 2013).

La QIB es la enfermedad de ojos más común en bovinos y puede afectar a todas las razas; sin embargo se ha reportado una gran incidencia en razas de pelo claro, tal como la raza hereford o cruza de esta (Angelos, 2015).

Los bovinos representan el único reservorio natural conocido de *Moraxella bovis* y se ha sugerido que podrían mantener la bacteria durante el invierno y ser fuente de infección para animales más jóvenes durante el verano. Existen diversos serotipos de *Moraxella bovis* y se ha observado que el mismo serotipo puede prevalecer de año en año en un predio, probablemente en los animales portadores (Sosa Torres, 2013).

Pese a que los casos de QIB ocurren predominantemente durante los meses de temperatura más alta del año, también se reportan brotes en invierno cuando el ganado se encuentra confinado en establos cerrados o en lotes de engorde intensivo (Sosa Torres, 2013).

Las infecciones ocurren en el transcurso del año, pero son más frecuentes en el verano debido al incremento en los niveles de los factores de riesgo para la enfermedad, tal como la radiación ultravioleta y la transmisión por moscas (De Castro *et al.*, 2014). La radiación ultravioleta (UV), particularmente la parte del espectro que causa quemaduras solares (<320 nm) varía de acuerdo a la latitud, altitud y época del año

(Sosa Torres, 2013). La mosca *Musca autumnalis*, conocida como mosca de la cara por su preferencia por la zona que rodea a los ojos, podría ser un vector importante de la infección pues se ha determinado que es portadora de *Moraxella bovis* durante períodos de al menos 3 días. En condiciones experimentales, se ha determinado que la transmisión de QIB no suele ocurrir en ausencia de moscas y sí en su presencia (Sosa Torres, 2013).

Moraxella bovis puede sobrevivir por 3 días en la superficie exterior y 2 días en el tracto alimenticio de las moscas de la cara (Angelos, 2010a).

Por otro lado, las moscas de la cara no sólo actúan como vectores, como se vio previamente, sino que también son irritantes oculares que permiten el establecimiento de la infección. El movimiento de la mosca mientras está posada en el ojo causa daño ocular y un aumento de las secreciones (Sosa Torres, 2013).

Aunque ganado de cualquier edad puede ser afectado por la QIB, la mayoría de los casos ocurren en ganado de entre 2 y 12 meses de edad (Funk *et al.*, 2014).

Se observa un aumento significativo en el número de casos a partir de los 45 días de edad y comenzando a declinar a partir de los 130 días. A pesar de que los terneros son generalmente más susceptibles a la QIB que los animales de más edad, los adultos pueden ser afectados gravemente cuando el hato no ha estado expuesto previamente al agente etiológico (Sosa Torres, 2013).

Debido a la prominencia de los ojos de los bovinos, al medio ambiente en el cual se encuentra el ganado, y el incremento en el número de animales que se tienen al cuidado por persona, las enfermedades oculares son frecuentes (Alexander, 2010).

Moraxella bovis es transmitida por los manejadores de los animales o directamente de contacto de un animal a otro mediante descargas nasales y oculares de los animales infectados, contacto con fómites, y más comúnmente con vectores mecánicos (Postma *et al.*, 2008).

La agresión entre animales, golpes y choques durante el manejo y el movimiento pueden dañar el ojo. Cuerpos extraños, como lo es la paja, el forraje y granos de arena, pueden desgastar la córnea. Al pastar cerca de los márgenes del campo, espinas, alambre de púas, y matas de tallos secos pueden rasgar la córnea también (Alexander, 2010).

Los bordes de las semillas pueden rasgar mecánicamente la superficie corneal y predispone al ojo a una infección por *Moraxella bovis* y el desarrollo de QIB; algunos productores recortan pastos maduros antes de sacar al ganado a pastorear con el fin de minimizar el riesgo de que los bordes de las plantas contribuyan a la QIB (Angelos, 2010a).

El óxido/corrosión y las puntas con filo del material galvanizado utilizado en sistemas de manejo y el encierro proveen una amplia oportunidad para que ocurra un trauma ocular. Todos estos traumas físicos ayudan a que agentes patógenos penetren la córnea (Alexander, 2010).

Los terneros con deficiencia de Cu podrían ser más susceptibles a contraer QI. Está firmemente establecido que el estado nutricional influye en el sistema inmune y en su habilidad para responder a los diferentes patógenos. Existe evidencia que demuestra

que la resistencia a las enfermedades disminuiría en rumiantes con deficiencia de Cu (Minatel *et al.*).

Hay factores que predisponen a la enfermedad, como el estrés, y por otras infecciones virales o bacterianas, a las que son más susceptibles los animales jóvenes (Quesada *et al.*, 2010).

La *Moraxella bovis* prolifera cuando encuentra limitadas las defensas del hospedero, como en el caso de una infección por virus de la Rinotraqueítis infecciosa bovina (Quesada *et al.*, 2010).

4.- PATOLOGÍA. PATOGÉNESIS, LESIONES POSTMORTEM, PATOLOGÍA DIFERENCIAL

Entre los factores de virulencia que se asocian a la patogenicidad de *Moraxella spp.*, se encuentran la expresión de fimbrias, hemaglutininas, hemolisinas, fosfolipasas, sistemas de adquisición de hierro y enzimas proteolíticas e hidrolíticas (Sosa Torres, 2013). De lo cual ya se habló ampliamente en la sección anterior.

El período de incubación de la QIB frecuentemente es de 2-3 días, aunque se registran intervalos de hasta 3 semanas después de la inoculación experimental. Entre los signos más tempranos cabe destacar la hiperemia de los vasos corneales y el edema conjuntival, casi siempre acompañado de abundante lagrimeo acuoso, blefaroespasmos, fotofobia y en algunos casos fiebre, anorexia y disminución en la producción de leche (Sosa Torres, 2013).

El pili y una citotoxina (Hemolisina y citolisina) son 2 de los factores patológicos que mejor caracteriza a *Moraxella bovis*. El pili ayuda mediante la adherencia a la superficie corneal. La citotoxina ayuda mediante la lisis de neutrófilos, eritrocitos, linfocitos y células epiteliales de la córnea que conlleva a úlceras corneales (Angelos *et al.*, 2012).

La adhesión previene a la bacteria de ser lavada por las secreciones lagrimales y por el constante movimiento del parpado. Una vez adherida al tejido conjuntival y corneal, la *Moraxella bovis* debe vencer a las defensas del huésped (Postma *et al.*, 2008).

Esta bacteria se fija a la superficie de la córnea mediante filamentos cortos y finos; produce hemolisinas y fibrinolisininas que contribuyen a romper la matriz de colágeno de la córnea, y por alguna razón no reconocida disminuye los efectos protectores del

parpadeo, además de que abate las secreciones lagrimales a pesar de que el ojo lagrimea (Quesada *et al.*, 2010).

Después de la radiación UV, un gran número de células epiteliales corneales se degeneran, defectos epiteliales y un aumento de la renovación celular ocurre, lo que incrementa la capacidad de *Moraxella bovis* de colonizar la córnea (Postma *et al.*, 2008).

Transcurridos 1-2 días aparece una pequeña opacidad en el centro de la córnea que puede llegar a ulcerarse (Figura 4). Esta opacidad se va haciendo cada vez más extensa y en el momento de inflamación máxima, alrededor de 6 días después de los primeros signos, puede cubrir toda la córnea (Figura 5) (Sosa Torres, 2013). A medida que mejora la inflamación aguda, las secreciones oculares se tornan purulentas y la opacidad se comienza a contraer para curarse por completo al cabo de un curso total de 3 a 5 semanas (Sosa Torres, 2013).

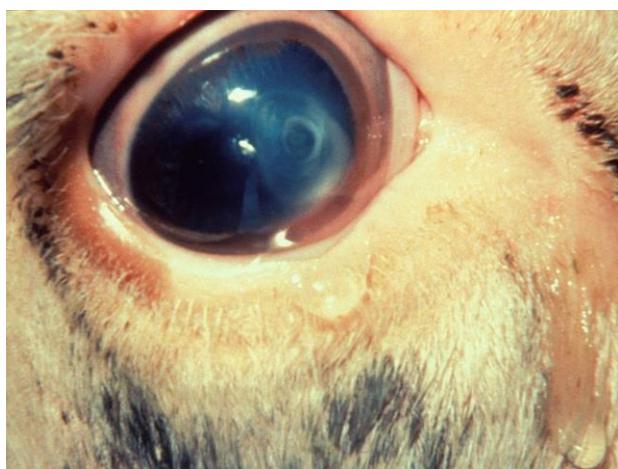


Figura 4. Comienza a aparecer la opacidad en el ojo infectado (Intervet Inc., 2013).



Figura 5. La opacidad se ha extendido a lo largo de toda la córnea (Intervet Inc., 2013).

Se ha descrito que en el transcurso de un mes se puede constatar sintomatología en prácticamente la totalidad del ganado. Se calcula que sólo en un bajo porcentaje de los casos quedan opacidades residuales (Sosa Torres, 2013).

Existen también otros agentes causales que pueden aparecer en forma combinada con *Moraxella bovis* y de esa manera provocar lesiones más graves. Entre éstos agentes encontramos el Herpes virus Bovino, *Moraxella catarrhalis*, *Mycoplasma spp.* y *Chlamydia spp.* colaborando sinérgicamente con la patogenicidad característica de la QIB (Sosa Torres, 2013).

Necropsias realizadas en 3 becerros mostraron una conjuntiva enrojecida y una inflamación en la zona periorbitaria; Uno de estos becerros también presentaba un edema corneal en un ojo. La histología del tejido conjuntival mostro una infiltración de

linfocitos y neutrófilos en la submucosa, lo cual es indicativo de una conjuntivitis bacteriana (Angelos, 2010b).

El rol exacto para la *Moraxella bovoculi* en la patogénesis de la QIB es actualmente incierta porque no se han publicado estudios que vinculen el daño corneal a la infección por *Moraxella bovoculi*. Sin embargo existe evidencia de una vacuna autógena con bacterinas de *Moraxella bovoculi* que ha sido exitosa al prevenir la QIB. Estas observaciones suponen que existe un rol para la *Moraxella bovoculi* en la patogénesis de la QIB (Angelos, 2010b).

5.- SIGNOS

Las lesiones ocasionadas por la QIB generalmente se localizan en el ojo sin llegar el microorganismo a la corriente sanguínea de los animales afectados (Sosa Torres, 2013).

La QIB es una enfermedad principalmente de la córnea caracterizada por epifora, blefaroespasmio y fotofobia (Alexander, 2010).

Los signos incluyen: queratoconjuntivitis, ptosis, hiperemia local, úlcera corneal, exudado ocular mucopurulento y en los casos más graves áreas de neovascularización (Quesada *et al.*, 2010).

A medida que la QIB, progresa, otros signos clínicos se desarrollan incluyendo el incremento de la opacidad de la córnea y un empeoramiento del blefaroespasmio, así como un incremento de epifora (Angelos, 2015).

Dentro de las 24-48 hrs después del comienzo de los signos clínicos, la opacidad se desarrolla en el centro de la córnea y se propaga centrífugamente hacia toda la córnea. La ulceración corneal se puede desarrollar en esta etapa (Postma *et al.*, 2008).

Esto puede llegar a causar un edema corneal y, si no se corrige, puede evolucionar a úlceras de diferente profundidad y diámetro (Alexander, 2010).

En los casos más severos, la ruptura de la córnea puede ocurrir, lo que puede terminar en una ceguera permanente (Figura 6). La recuperación del globo ocular puede ocurrir después de la ruptura (Angelos, 2015).



Figura 6. Úlcera corneal causada por *Moraxella bovis* (NADIS 2017).

La infección experimental en el ganado de *Moraxella bovis* da como resultado úlceras corneales, erosiones conjuntivales, y la acumulación de fibrina, neutrófilos y bacterias dentro del estroma corneal (Angelos, 2010a). Algunos animales se recuperan espontáneamente, la úlcera se epitelializa y se reduce por la regeneración del estroma, dejando una cicatriz, mientras en otros procesos se vuelve crónico, y la opacidad se resuelve en 1-2 meses. Ocasionalmente de la perforación en la úlcera corneal resulta un prolapso de iris, en dicho caso puede haber ceguera (Postma *et al.*, 2008).

En pocos días los signos de la enfermedad se vuelven más evidentes con úlceras profundas que aparecen en el centro de la córnea. En algunos animales las úlceras se reducen a cicatrices en el transcurso de 7 días, mientras que en otras una completa recuperación ocurre de tres a cinco semanas (Figuras 7 y 8) (Prieto *et al.*, 2013).



Figura 7. Ejemplo de un ojo que ha recibido tratamiento y está en recuperación, se aprecia cómo un nuevo suministro de sangre se ha desarrollado para reparar el daño (Intervet Inc., 2013).

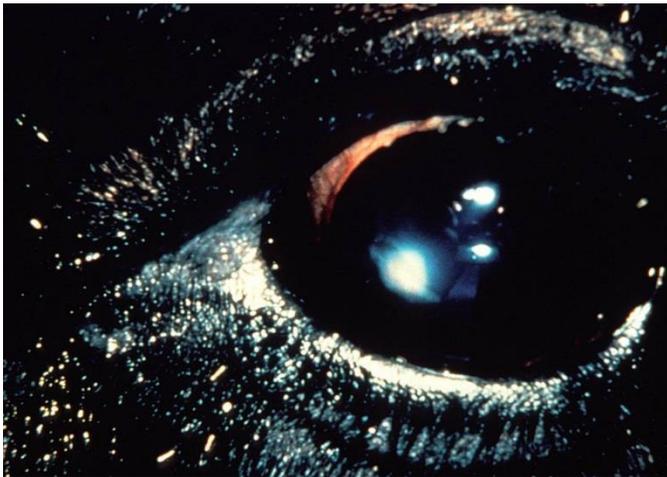


Figura 8. El ojo casi se ha recuperado en su totalidad y la cicatriz corneal continua disminuyendo (Intervet Inc., 2013).

Encontramos estrés provocado por el permanente malestar que ocurre en los animales durante la fase aguda de la enfermedad, dado que los bovinos enfermos buscan aliviar su incomodidad haciendo contacto con otros bovinos u objetos del ambiente. El resultado de esta hiper-actividad y la reducción del tiempo de alimentación, llevan a una disminución de la producción de leche y del crecimiento, que en el caso de los terneros puede llegar a ser del 20% de su peso (Sosa Torres, 2013).

Reportes en la etiología de QIB indicaron asociaciones con el virus de la Rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR), y *Mycoplasma*. Aunque ahora es sabido que la QIB no es causada por estos agentes, la infección de estos organismos sigue siendo importante en cuanto a que ocasiona lesiones oculares así como también incrementa las secreciones oculares y nasales las cuales pueden facilitar la transmisión de *Moraxella bovis* entre animales lo cual es preocupante (Angelos, 2010a).

Terneros con QIB están predispuestos a pesar 6.8-13.6 kg menos que los demás terneros que no se encuentran afectados al momento del destete (O'Connor *et al.*, 2012).

6.- DIAGNÓSTICO: DE CAMPO Y LABORATORIO, DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL.

Indicios de que un rumiante está teniendo dificultades con su visión se obtienen a menudo mediante la observación del comportamiento animal en su entorno. Animales con discapacidad visual son más fácilmente alterables, y pueden correr hacia otros animales u objetos, pueden ser vacilantes al moverse, y pueden alejarse del rebaño. Cuando se atrapa al animal para su examinación su comportamiento también puede dar señales del grado y localización de la discapacidad visual. Ya que sus globos oculares se encuentran en posición lateral, los rumiantes tienen un amplio campo de visión. Cuando una persona entra en su zona de vista ellos se deberían de mover, alzar sus cabezas, o de otra manera indicar que la persona ha sido visualizada (Townsend, 2010).

Para una revisión de cerca del ojo del bovino, generalmente se necesita tener al animal inmovilizado en un chute, utilizando un cabestro para posicionar correctamente la cabeza del animal. Durante la exploración del ojo para ver si existe la presencia de cuerpos extraños es necesaria la rotación de la cabeza y un contacto más de cerca con el animal, especialmente en los casos en donde se sospecha de un cuerpo extraño basándose en el patrón de tinción de fluoresceína en donde no hay presencia visible de fibras vegetales (Angelos, 2015).

Se puede facilitar el examen con manipulaciones locales en los párpados y con anestesia local en el área afectada si el animal muestra en extremo dolor. La anestesia tópica en la córnea y en la superficie conjuntival se puede lograr mediante una instilación de anestesia tópica ocular como lo es 1% de clorhidrato de proparacaína,

después de la instilación de 1 o 2 gotas, la córnea normalmente permanece anestesiada por 10 o 20 minutos. Como la conjuntiva se encuentra vascularizada, la anestesia local es más difícil de obtener y perdura por un periodo de tiempo más corto. La aplicación de varias gotas y después el mantener un hisopo empapado de anestesia tópica en el área de interés pueda mejorar el grado de anestesia obtenida (Townsend, 2010).

Para facilitar la apertura de los párpados, anestésicos locales (p ej. Solución inyectable de clorhidrato de lidocaína) pueden ser infiltrados alrededor en el nervio auriculopalpebral. Se puede palpar como cruza el nervio por el arco cigomático. Se inserta una aguja de calibre 25 en rumiantes pequeños. En ganado adulto, especialmente en toros, se necesitará un calibre más grande para penetrar la piel. Después se adjunta la jeringa con el anestésico local y se infiltra de 1 a 2 ml. Se debe de limitar la dosis total infundida a 6 mg/kg. Se debe de ser particularmente cuidadoso en corderos y crías debido al pequeño tamaño de sus cuerpos. Una dilución de lidocaína con solución salina al 0.5% permitirá tener el volumen suficiente para la inyección sin exceder el sistema seguro de dosificación en rumiantes pequeños (Townsend, 2010).

Durante la revisión y especialmente en donde el ganado presenta una epifora severa, las secreciones oculares en las cuales existe la presencia de *Moraxella spp.* pueden fácilmente impregnar la ropa de los trabajadores y veterinarios quienes realizan dichas revisiones. Por estas razones, se recomienda usar guantes y, si es posible, un mandil impermeable o ropa no absorbente que puede ser desinfectada con una dilución de blanqueador o clorhexidina entre la revisión de un animal y otro. Además los cabestros

deberán ser desinfectadas entre un animal y otro así como cualquier instrumento utilizado para revisar el ojo, tal como los fórceps utilizados para remover cuerpos extraños (Angelos, 2015).

Los Raspados corneales pueden ser útiles para detectar bacterias e hifas de los hongos. Se debe tener cuidado para no causar un mayor daño, y se debe aplicar anestesia tópica local (ej. proximetacaina) antes de proceder a tomar el raspado corneal (Alexander, 2010).

Para identificar el patógeno se toman aleatoriamente frotis subpalpebrales de todos los animales. La toma de muestras se realiza mediante hisopo estéril haciendo el frotis en el área ubicada bajo el tercer párpado y hasta humedecer completamente la punta de algodón con la secreción allí encontrada. Se evita el contacto con otras áreas como párpados o piel. El hisopo se coloca en medio Stuart y se traslada en refrigeración hasta su entrega en el Laboratorio (Quesada *et al.*, 2010).

Muestras: humor acuoso, obtenido de la cámara del ojo, se realizara en el momento que se observe secreciones y alteraciones en los ojos del animal, Se podrá tomar también humor acuoso el que se obtiene con jeringuilla estéril de la cámara interior del ojo en la etapa inicial del proceso, posteriormente se protegerá en un tubo el que debe contener solución conservadora (Stuart, solución Salina 0,85; glucosa 5% entre otros) (Garcia y Radamés, 2013).

Para ayudar a reducir la contaminación inespecífica y mejorar las oportunidades de aislar la *Moraxella spp.* cuando se están recogiendo muestras de fluidos oculares, es

recomendable pasar el hisopo en las orillas de las úlceras corneales en vez de en el fondo del saco conjuntival (Angelos, 2015).

En el lugar de muestreo el hisopo se descarga sobre una placa de agar suplementada con sangre ovina al 5% (As) y la placa inoculada se remite de forma refrigerada al Laboratorio donde se procesa. Una vez en el Laboratorio, las placas inoculadas son incubadas durante 24 hrs a 37°C. Posteriormente se seleccionan las presuntas colonias de *Moraxella spp.* como aquellas de color gris-blanquecino, de hasta 3 mm de diámetro y que exhiben un halo de β -hemólisis a su alrededor (Figura 9) (Sosa Torres, 2013).

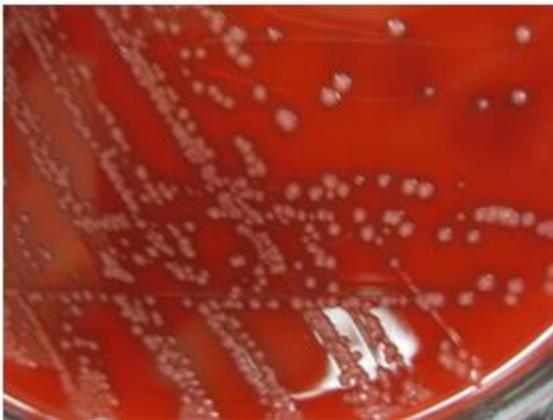


Figura 9. *Moraxella bovis* en agar sangre (StudyBlue inc, 2017).

El suplemento de los medios con sangre permite un mejor crecimiento de *Moraxella bovis* y *Moraxella bovoculi*. Los aislamientos se conservan a -20°C en caldo BHI (Brain heart infusion) suplementado con glicerol al 12% con el fin de tenerlos disponibles para

el trabajo diario de laboratorio y a -80°C en las mismas condiciones para asegurar su preservación a largo plazo (Sosa Torres, 2013).

La identificación morfológica de los aislamientos se realiza de manera macroscópica mediante la observación de las colonias (tamaño, color y forma) a partir de un cultivo puro en As de 24 hrs de incubación a 37°C y mediante el examen microscópico de los frotis con tinción de Gram (Sosa Torres, 2013).

Se realizan las siguientes pruebas bioquímicas convencionales: movilidad bacteriana, producción de oxidasa y catalasa (enzimas vinculadas con la respiración), producción de ácido o ácido y gas a partir de glucosa, sacarosa y lactosa (TSI por sus siglas en ingles), desaminación del triptófano y la fenilalanina para formar indol y ácido fenilpirúvico, respectivamente, producción de ureasa, detección de aislamientos fermentadores de lactosa y producción de exoenzimas como gelatinasas, desoxirribonucleasas y hemolisinas. También se evalúa la actividad β -hemolítica por la aparición de un halo transparente en el medio de cultivo alrededor de las colonias aisladas (Sosa Torres, 2013).

Moraxella bovoculi puede ser distinguida de otras dos especies de *Moraxella*, *Moraxella bovis* y *Moraxella ovis*, en las bases de la actividad de la fenilalanina desaminasa, así también como la diferencia en 6 genes constitutivos, y una variación genética entre un ARN ribosomal (ARNr) codificado largo (Dickey *et al.*, 2016).

Las Pruebas bioquímicas y los métodos moleculares nos permiten aislar al cocoide *Moraxellae* de los ojos del ganado para ser diferenciado más fácilmente. En la caracterización original de *Moraxella bovoculi*, una prueba de Fenilalanina Desaminasa

podría diferenciar *Moraxella bovoculi* (reacción positiva) de *Moraxella ovis* y *Moraxella bovis* (reacciones negativas) (Angelos, 2010b).

Las muestras se caracterizan previamente como *Moraxella spp.* por medio de análisis morfológico y bioquímico tintórea y pruebas (catalasa, oxidasa, agar MacConkey el crecimiento, la producción de indol, la motilidad, la reducción de nitrato, la proteólisis de caseína y de fermentación de la glucosa) (Libardoni *et al.*, 2012).

El examen macroscópico se hace en medio de cultivo Agar Sangre con suero de caballo, con un pH de 7.2 e incubados a 37 grados crecen colonias grises beta hemolíticas (García y Radamés, 2013).

Otras enfermedades, tales como Diarrea Viral Bovina y Fiebre catarral maligna, deben formar parte del diagnóstico diferencial cuando se examine a un paciente. Una descarga mucopurulenta y conjuntivitis están presentes a menudo en la fiebre catarral maligna y en las fases agudas de IBR (Rinotraqueítis infecciosa bovina) (Alexander, 2010).

Otros agentes, tales como *Moraxella ovis*, *Mycoplasma bovoculi* y *Chlamydophila spp.* , también han estado implicados (Alexander, 2010).

Las predominantes células coco bacilares, usualmente en pares y ocasionalmente formando cadenas cortas (síntoma de una constante división), distinguen claramente a las especies de *Moraxella* de las especies de *Neisseria* (Murray y Truant, 1954)

7. - TRATAMIENTO

El tratamiento para esta enfermedad está basado en una terapia antimicrobiana, la cual se debería adoptar considerando que es necesario combatir 2 o más especies de *Moraxella* presente en la misma lesión (Maboni *et al.*, 2015).

Se han usado terapias basadas en la administración de antibióticos desde que se conoce el origen infeccioso de la misma. *Moraxella bovis* es una especie relativamente sensible a la mayoría de los antimicrobianos de uso corriente (Zielinski y Piscitelli, 2009).

Básicamente existen dos vías de aplicación de los antimicrobianos para el control de la QIB: la vía sistémica que puede ser: subcutánea (SC) o intramuscular (IM), y la vía local que puede ser intrapalpebral (subconjuntival) (IP) o tópica. A fin de encarar el tratamiento de un brote de QIB la elección de las drogas, vías de aplicación y estrategia de administración al ganado dependerá de distintas variables: cantidad total de animales en el hato afectado, instalaciones, prevalencia e incidencia de la enfermedad en el hato, costos de las drogas a utilizar y disponibilidad de mano de obra (Zielinski y Piscitelli, 2009).

En general, para la administración de los antibióticos y antiinflamatorios vía local se utilizan aerosoles así como pomadas o ungüentos. Su empleo resulta efectivo si la dosificación puede repetirse de acuerdo a las indicaciones terapéuticas, prolongándose el tratamiento al menos por varios días. El efecto de barrido y diluyente de las lágrimas conspira contra la permanencia de los productos en dosis terapéutica sobre la conjuntiva y córnea, lo que hace necesario repetir las aplicaciones (Sosa Torres, 2013).

Dentro de las vías locales de aplicación de antibióticos para el tratamiento de la QIB, la vía intrapalpebral (IP) no es muy utilizada; sin embargo es muy eficiente en términos de lograr altas concentraciones oculares de las drogas administradas y reducir los costos por tratamiento. Esta vía probablemente lleva a una difusión directa de las drogas hacia las membranas coroides y esclerótica, y si se llegase a derramar parte del inóculo probablemente ingresaría en el film lagrimal y eventualmente en el ojo por vía de la córnea como si hubiese sido aplicada tópicamente (Zielinski y Piscitelli, 2009).

La utilización de drogas de acción prolongada por vía parenteral sistémica o local es la opción más indicada, ya que mantiene una concentración elevada en lágrimas por 48 a 72 hrs. Entre las drogas con efectividad contra *Moraxella bovis* se pueden mencionar oxitetraciclina, gentamicina, cefalosporinas, trimetoprim, nitrofuranos amoxicilina y tilmicosin (Sosa Torres, 2013).

Las drogas que se pueden inyectar en forma IP en el párpado superior pueden ser del grupo de las tetraciclinas. Si se inocula oxitetraciclina larga acción se producirá una reacción dérmica que podría producir un cierto grado de necrosis en el sitio de inoculación. Si la necrosis no es severa, la reacción que produce es benéfica ya que contribuye a cerrar el ojo impidiendo la acción de irritantes predisponentes a la infección, como polvo ambiental, luz UV, malezas, etc. (Zielinski y Piscitelli, 2009).

Las vías sistémicas SC e IM son muy efectivas en disminuir la infección por *Moraxella bovis* localizadas en las glándulas lagrimales y en la mucosa nasal. Las drogas administradas por esta vía pueden entrar a las estructuras oculares vía el film lagrimal

o a través de la circulación perilimbal o intraocular, siendo los compuestos lipofílicos los que mayor concentración alcanzan (Zielinski y Piscitelli, 2009).

Entre las drogas de elección para el uso de esta vía se encuentran la oxitetraciclina (20 mg/kg), que alcanza y mantiene concentraciones terapéuticas en glándulas lagrimales, córnea y conjuntiva hasta 72 horas post inoculación. El florfenicol también fue considerado como una droga útil para el tratamiento de la QIB utilizado SC en una dosis de 40mg/kg o IM en dos dosis con 48 hrs de intervalo a razón de 20mg/kg. La tilmicosina también reveló ser un antibiótico muy efectivo en reducir lesiones de QIB a razón de 5-10 mg/kg (Zielinski y Piscitelli, 2009).

Los antibióticos que han demostrado eficacia cuando se les administra parenteralmente para atacar la infección vía sistémica son la benzil-penicilina G, la gentamicina, la asociación sulfonamidas con trimetoprim, algunas cefalosporinas y, en cierta medida, la oxitetraciclina. También se ha informado del uso de tilosina, estreptomicina, lincomicina, eritromicina y la cloxacilina, aunque esta última con menor eficacia. Se han obtenido buenos resultados con la aplicación intraconjuntival y en el tercer párpado de antibacterianos β -lactámicos. No obstante, el procedimiento requiere entrenamiento profesional (Quesada *et al.*, 2010).

La oxitetraciclina de larga acción es una droga muy utilizada para el tratamiento de brotes de QIB, habiéndose comprobado que su administración precoz, al iniciarse las lesiones corneales, a una dosis de 20 mg/kg PV intramuscular, fue útil para controlar la evolución de las mismas y producir la cura bacteriológica de los ojos afectados (Zielinski y Piscitelli, 2009).

En estudios recientes se estableció la notable sensibilidad de la *Moraxella bovis* al florfenicol *in vitro* y se propuso como tratamiento de elección. El esquema de tratamiento requiere dosis de florfenicol de larga acción cada 48 horas, a razón de 20 mg/ kg durante un mínimo de tres ocasiones. Dada la elevada morbilidad que se puede dar en algunos brotes, el esquema referido puede generar costos elevados. No obstante, es factible suponer que dado el carácter localizado de esta enfermedad y la elevada liposolubilidad y penetración tisular del florfenicol, la aplicación tópica-oftálmica de florfenicol pueda ser, al menos, igualmente eficaz que el esquema parenteral (Quesada *et al.*, 2010).

En un estudio se evaluó la velocidad de curación de las úlceras corneales producidas por *Moraxella bovis*, mediante la administración de florfenicol por vía SC e IM, con el cual se obtuvo de 93% a 98% de curación completa clínica y bacteriológica, con integridad de la estructura (Quesada *et al.*, 2010).

Gotas de atropina tópica (1%) son útiles por inducir a midriasis y ciclopejía, lo cual alivia algo de dolor de una previa uveítis, mediante la disminución del espasmo del cuerpo ciliar (Alexander, 2010).

La cloxacilina benzatínica, aplicada por única vez o repetida a las 72 horas en forma tópica en base oleosa fue eficaz para reducir y cicatrizar lesiones de QIB en terneros afectados (Zielinski y Piscitelli, 2009).

El exceso de lagrimeo, generalmente tiene una reacción rápida al tratamiento de antibiótico tópico (Alexander, 2010).

Inyecciones subconjuntivales son una manera económica-efectiva de administrar antibióticos. Su uso es controversial, por lo que su modo de actuar es debatible. Existen riesgos potenciales en la manera de administrar el medicamento, en la conjuntiva bulbar, lo que puede llevar a que el animal se presente molesto y adolorido. Penicilina G es un antibiótico universal utilizado para el tratamiento de la QIB mediante inyección subconjuntival (Alexander, 2010).

Los antimicrobianos suspendidos en solución acuosa tienen una muy corta vida útil a nivel de las lágrimas y son fácilmente barridos por las mismas, y aunque alcancen momentáneamente en estas secreciones una alta concentración que supere la Concentración Inhibitoria Mínima, no serán efectivos para el control de las lesiones de QIB. Debido a esto se hace necesaria la aplicación de estos productos entre 3 a 4 veces por día por 4 a 7 días. Sin embargo se han desarrollado productos que diluyen los antibióticos (penicilina procaínica y penicilina benzatínica) en base oleosa o en ungüentos y que han probado mantener concentraciones terapéuticas en el saco conjuntival por 37 y 56 horas, respectivamente (Zielinski y Piscitelli, 2009).

A pesar de que la córnea ulcerada a menudo se cura sin intervención terapéutica y el ganado se puede recuperar espontáneamente de QIB, la ruptura corneal puede terminar en una pérdida de la visión completa y permanente en casos severos, con una marcada molestia ocular (Schnee *et al.*, 2015).

A su vez, el tratamiento asociado a la enfermedad requiere manipulación de los animales y los costos pueden ser atribuidos directamente a honorarios veterinarios, drogas, análisis de laboratorio y mayor demanda de mano de obra (Sosa Torres, 2013).

La córnea bovina posee la capacidad de una buena cicatrización de úlceras profundas. Este hecho combinado con la amplia gama de antibióticos que se usan para combatir los casos de QIB lleva a que gran parte de los tratamientos sean eficaces (Sosa Torres, 2013).

Hay que tener presente que *Moraxella bovis* recuperada de diferentes hatos o de diferentes animales del mismo hato varía en su respuesta a drogas antimicrobianas. Por estos motivos la terapia antibiótica no asegura ni la curación clínica ni la eliminación del agente en los animales portadores (Sosa Torres, 2013).

8. - PROFILAXIS

La *Moraxella bovis* es conocida por sobrevivir en y sobre las moscas, el reducir la cantidad de moscas es realmente una parte importante de cualquier programa de control de la QIB (Angelos, 2015).

El uso de parches de mezclilla para cubrir los ojos del ganado con QIB pueden proveer alivio al animal afectado ya que se reduce la luz del medio ambiente y también se reduce la presencia de moscas en las secreciones oculares, las cuales pueden ser hospederas de *Moraxella spp.* Cuando se les aconseje a los propietarios el uso y la colocación de los parches, es útil recomendar que se deje una ranura ventral para prevenir la formación de secreciones oculares y humedad y para recordarle a los propietarios la revisión de los ojos después de que los parches fueran colocados para asegurarse de que las úlceras no hayan empeorado bajo el parche (Angelos, 2015).

Si los propietarios usan aretes impregnados con insecticida, es importante enfatizar en que dichos aretes se deberán colocar (lo menos que se pueda) en el ganado y estas tendrán que ser removidas al final de la temporada de moscas para prevenir la resistencia al insecticida (Angelos, 2015).

Entre las medidas profilácticas más comúnmente empleadas para proteger a los animales de la QIB se encuentra la vacunación ya sea con células totales inactivadas (bacterinas) o proteínas bacterianas purificadas o recombinantes (Sosa Torres, 2013).

Moraxella bovis y *Moraxella bovoculi* son los principales agentes etiológicos de QIB y se sabe que existen diferentes cepas de estos patógenos circulando simultáneamente a nivel mundial. Estas dos especies presentan diferencias genéticas y fenotípicas

aunque algunos de los factores de virulencia están conservados y podrían usarse para el desarrollo de vacunas contra la QIB. El avance en el conocimiento de las características de estos patógenos involucrados en la QIB permitirá contribuir al desarrollo de estrategias efectivas para el control de la enfermedad (Sosa Torres, 2013).

Actualmente, existen diferentes vacunas disponibles pero proveen una protección variable en contra de la enfermedad clínica. Hasta el momento, vacunas comerciales se han estado basando en la expresión de las fimbrias por células de *Moraxella spp.*, pero una alta diversidad antigénica de estos organelos superficiales ha sido observada (Sosa *et al.*, 2015).

Actualmente las vacunas comerciales solo contienen antígeno para *Moraxella bovis*; sin embargo, la efectividad de la vacunación contra *Moraxella bovis* es incierta. Una posible razón de que las vacunas contra *Moraxella bovis* no sean efectivas es que otros organismos podrían estar causalmente asociados a la QIB (O'Connor *et al.*, 2012).

Cuando se utilicen vacunas, es importante recalcar la importancia de aplicarlas a tiempo en relación a cuando la QIB se presenta normalmente en el hato. A pesar de que existen diferentes puntos de vistas sobre la efectividad de la vacunación contra QIB, ganaderos que utilizan la vacuna reconocen que esta llega a su máxima potencia cuando la serie de vacunación se inicia al menos 4 semanas antes de la temporada en la que más se presenta la QIB (Angelos, 2015).

La eficacia de las vacunas para el ojo rosado pueden ser alteradas por factores de manejo en conjunto con el tiempo de la vacunación; es recomendado que el protocolo

de vacunación debe de iniciarse aproximadamente de 6-8 semanas antes de que los primeros casos de QIB aparezcan en el hato, esto para dar tiempo al desarrollo de una respuesta de protección por anticuerpos (Angelos, 2010a).

La protección con una bacterina monovalente tiene por lo general una respuesta antigénica muy buena, pero sólo si el serogrupo homólogo de la fimbria que conforma la cepa infectante está contenido en la vacuna (Sosa Torres, 2013).

Como un método para mejorar la expresión de fimbrias de cultivos de *Moraxella bovis* para la producción de vacunas en biorreactores, la adición de carboximetilcelulosa en el medio de cultivo mejoraba la fimbriación sin alterar las propiedades antigénicas de las fimbrias (Sosa Torres, 2013).

En un mismo hato se han observado diferentes tipos fimbriales infectando los ojos de los bovinos; por esta razón, los anticuerpos protectores tendrían que estar dirigidos contra todos los tipos fimbriales que posee *Moraxella bovis*. Esto tiene que ser tomado en cuenta al momento de formular una vacuna contra QIB basada en subunidades fimbriales (Sosa Torres, 2013).

Se encontró que una vacuna autógena (formada por aislamientos de *Moraxella bovoculi* obtenidos de ese mismo animal ese mismo año) no fue efectiva en prevenir la QIB natural (Sosa Torres, 2013).

9.- CONCLUSIÓN

Al desarrollar el presente trabajo se tomó en cuenta la importancia que la QIB tiene en la actualidad y los avances que se han presentado para su control y prevención. La QIB es una enfermedad de alta importancia económica, afecta tanto al ganado lechero como al ganado de engorda provocando pérdidas en la producción lechera, reducción de peso y pérdida de condición; además se toman en cuenta los gastos por tratamientos médicos lo cual puede no ser rentable ya que al tener pocos animales enfermos los gastos serían mayores a que si se tienen muchos animales afectados, pero al mismo tiempo el tener a un número considerable de animales enfermos no es precisamente conveniente.

Moraxella spp. es un patógeno oportunista y que podemos confundir fácilmente con otras enfermedades por esto es importante que, al observar los primeros signos como la epifora, el blefaroespasma y la fotofobia, en seguida se mande una muestra al laboratorio siguiendo al pie de la letra el procedimiento para evitar su contaminación y así proceder a la aplicación del tratamiento que más convenga.

El tratamiento para esta enfermedad está basado en una terapia antimicrobiana dentro de la cual existen varias vías de administración, aunque cualquier vía resulta eficaz, la vía local es la preferida ya que su aplicación es más fácil y rápida en especial cuando un gran número de animales fueron afectados, sin embargo al estar aplicando medicamento al ojo del animal las lágrimas barren y diluyen el medicamento haciendo que este pierda su eficacia, por esto es importante tener en cuenta para esta vía y para cualquier otra repetir las dosis de acuerdo a las indicaciones señaladas.

Si bien el tratamiento es efectivo, puede no atenderse a tiempo la enfermedad y como consecuencia tendremos secuelas como lo es la pérdida completa de la visión y un malestar constante en el animal. Esta enfermedad afecta tanto a los animales estabulados como a los animales que se encuentran en agostaderos y en ambos casos los animales están expuestos a contraer esta enfermedad por diversos factores y aunque hay algunos que no se puedan controlar como lo es la raza del animal, los rayos UV, y las moscas, existen otros factores que si se pueden controlar, como lo es en el caso de los animales en confinamiento, mantener los materiales que puedan rasgar la superficie corneal fuera del alcance de los animales, también se puede separar al animal enfermo para evitar el contacto con los otros animales sanos, en el caso de los animales en pastoreo se puede cuidar que los animales no se acerquen a los pastos altos o al cercado de alambre para evitar el rasgado corneal. También se debe cuidar en general la salud de los animales evitando el estrés que puede traer como consecuencia un animal susceptible para esta enfermedad o cualquier otra.

Además se tiene que idear un plan para reducir la cantidad de moscas. Una medida preventiva de muy bajo costo sería el uso de parches de mezclilla en los ojos de los animales infectados reduciendo su exposición a la luz y a la presencia de moscas que pueden empeorar la infección, otra opción son los aretes impregnados con insecticida colocándolos solo al iniciar la temporada de moscas y retirándolos cuando finalice, esto con el fin de que no se genere resistencia al insecticida.

A pesar del tratamiento que resulta ser efectivo contra esta enfermedad se recomienda siempre prevenir para evitar pérdidas y gastos mayores en un futuro. Para controlar esta enfermedad es importante contar con un buen programa en el cual se tiene que

considerar el huésped, el medio ambiente, el manejo del ganado y el cuidado después de que la infección se trató. Actualmente las vacunas comerciales contienen antígeno para *Moraxella bovis*; sin embargo su efectividad es incierta ya que otros organismos como la *Moraxella bovoculi*, o *Moraxella ovis* pueden estar asociados. También está el hecho de que se presentan diferentes tipos fimbriales en un mismo hato por lo que los anticuerpos protectores deberían estar dirigidos a todos los tipos fimbriales de *Moraxella bovis* para que las vacunas puedan tener una mayor eficiencia. Es importante apearse al programa de vacunación que sugiere que la aplicación de las vacunas sean de 6 a 8 semanas antes de los brotes, esto con el fin de que el animal desarrolle una respuesta de protección de anticuerpos.

10.- LITERATURA CITADA

- Alexander, D. 2010. Infectious bovine keratoconjunctivitis: a review of cases in clinical practice. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 26: 487-503.
- Ali, A. A., C. J. O'Neill, P. C. Thomson, y H. N. Kadarmideen. 2012. Genetic parameters of infectious bovine keratoconjunctivitis and its relationship with weight and parasite infestations in Australian tropical *Bos taurus* cattle. *Genetics, selection, evolution* : GSE 44: 22.
- Angelos, J. A. 2010a. *Moraxella*. *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*, Fourth Edition: 469-481.
- Angelos, J. A. 2010b. *Moraxella bovoculi* and infectious bovine keratoconjunctivitis: cause or coincidence? *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 26: 73-78, table of contents.
- Angelos, J. A. 2015. Infectious bovine keratoconjunctivitis (pinkeye). *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 31: 61-79, v-vi.
- Angelos, J. A., L. M. Ball, y B. A. Byrne. 2011. Minimum inhibitory concentrations of selected antimicrobial agents for *Moraxella bovoculi* associated with infectious bovine keratoconjunctivitis. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 23: 552-555.
- Angelos, J. A., K. G. Gohary, L. M. Ball, y J. F. Hess. 2012. Randomized controlled field trial to assess efficacy of a *Moraxella bovis* pilin-cytotoxin-*Moraxella bovoculi* cytotoxin subunit vaccine to prevent naturally occurring infectious bovine keratoconjunctivitis. *American journal of veterinary research* 73: 1670-1675.
- De Castro, C., I. D. Grice, T. M. Daal, I. R. Peak, A. Molinaro, y J. C. Wilson. 2014. Elucidation of the structure of the oligosaccharide from wild type *Moraxella bovis* Epp63 lipooligosaccharide. *Carbohydrate research* 388: 81-86.
- Dickey, A. M., J. D. Loy, J. L. Bono, T. P. Smith, M. D. Apley, B. V. Lubbers, K. D. DeDonder, S. F. Capik, R. L. Larson, B. J. White, J. Blom, C. G. Chitko-McKown, y M. L. Clawson. 2016. Large genomic differences between *Moraxella bovoculi* isolates acquired from the eyes of cattle with infectious bovine keratoconjunctivitis versus the deep nasopharynx of asymptomatic cattle. *Veterinary research* 47: 31.
- Faglin, I., I. D. Grice, S. R. Ratnayake, T. M. Daal, S. Singh, J. C. Wilson, y I. R. Peak. 2016. Identification and characterisation of a biosynthetic locus for *Moraxella bovis* lipo-oligosaccharide. *Carbohydrate research* 421: 9-16.
- Funk, L. D., J. M. Reecy, C. Wang, R. G. Tait, Jr., y A. M. O'Connor. 2014. Associations between infectious bovine keratoconjunctivitis at weaning and ultrasonographically measured body composition traits in yearling cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 244: 100-106.

- Garcia, A., y L. Radamés. 2013. Manual de teoría: Microbiología veterinaria II.
- Gould, S., R. Dewell, K. Tofflemire, R. Whitley, S. Millman, T. Opriessnig, R. Rosenbusch, J. Trujillo, y A. O'Connor. 2013. Randomized blinded challenge study to assess association between *Moraxella bovoculi* and infectious bovine keratoconjunctivitis in dairy calves. *Veterinary microbiology* 164: 108-115.
- Henriksen, S. 1952. *Moraxella*: classification and taxonomy. *Microbiology* 6: 318-328.
- Henriksen, S., y K. Bøvre. 1968. The taxonomy of the genera *Moraxella* and *Neisseria*. *Microbiology* 51: 387-392.
- Kizilkaya, K., R. G. Tait, D. J. Garrick, R. L. Fernando, y J. M. Reecy. 2013. Genome-wide association study of infectious bovine keratoconjunctivitis in Angus cattle. *BMC genetics* 14: 23.
- Libardoni, F., C. F. Scherer, L. Farias, A. Vielmo, C. Balzan, y A. C. d. Vargas. 2012. *Moraxella bovoculi* in cases of infectious bovine keratoconjunctivitis in Rio Grande do Sul, Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 32: 743-746.
- Loy, J. D., y B. W. Brodersen. 2014. *Moraxella* spp. isolated from field outbreaks of infectious bovine keratoconjunctivitis: a retrospective study of case submissions from 2010 to 2013. *Journal of veterinary diagnostic investigation : official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc* 26: 761-768.
- Maboni, G., L. T. Gressler, J. P. Espindola, M. Schwab, C. Tasca, L. Potter, y A. C. de Vargas. 2015. Differences in the antimicrobial susceptibility profiles of *Moraxella bovis*, *M. bovoculi* and *M. ovis*. *Brazilian journal of microbiology* : [publication of the Brazilian Society for Microbiology] 46: 545-549.
- Minatel, L., G. Postma, M. Dallorso, y J. Carfagnini. La deficiencia de cobre incrementaría la susceptibilidad a queratoconjuntivitis infecciosa en terneros.
- Murray, R., y J. Truant. 1954. The morphology, cell structure, and taxonomic affinities of the *Moraxella*. *Journal of bacteriology* 67: 13.
- O'Connor, A. M., H. G. Shen, C. Wang, y T. Opriessnig. 2012. Descriptive epidemiology of *Moraxella bovis*, *Moraxella bovoculi* and *Moraxella ovis* in beef calves with naturally occurring infectious bovine keratoconjunctivitis (Pinkeye). *Veterinary microbiology* 155: 374-380.
- Postma, G. C., J. C. Carfagnini, y L. Minatel. 2008. *Moraxella bovis* pathogenicity: an update. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases* 31: 449-458.

- Prieto, C., D. O. Serra, P. Martina, M. Jacobs, A. Bosch, y O. M. Yantorno. 2013. Evaluation of biofilm-forming capacity of *Moraxella bovis*, the primary causative agent of infectious bovine keratoconjunctivitis. *Veterinary microbiology* 166: 504-515.
- Quesada, M. Á. Z., J. Aguilar, y H. S. López. 2010. Eficacia clínica del florfenicol oftálmico vs florfenicol parenteral en el tratamiento de queratoconjuntivitis infecciosa bovina Clinical efficacy of parenteral vs ophthalmic florfenicol for the treatment of infectious bovine. *Vet. Méx* 41: 3.
- Rossau, R., A. Van Landschoot, M. Gillis, y J. De Ley. 1991. Taxonomy of *Moraxellaceae* fam. nov., a new bacterial family to accommodate the genera *Moraxella*, *Acinetobacter*, and *Psychrobacter* and related organisms. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 41: 310-319.
- Schnee, C., M. Heller, E. Schubert, y K. Sachse. 2015. Point prevalence of infection with *Mycoplasma bovoculi* and *Moraxella* spp. in cattle at different stages of infectious bovine keratoconjunctivitis. *Veterinary journal* 203: 92-96.
- Shen, H. G., S. Gould, J. Kinyon, T. Opriessnig, y A. M. O'Connor. 2011. Development and evaluation of a multiplex real-time PCR assay for the detection and differentiation of *Moraxella bovis*, *Moraxella bovoculi* and *Moraxella ovis* in pure culture isolates and lacrimal swabs collected from conventionally raised cattle. *Journal of applied microbiology* 111: 1037-1043.
- Sosa Torres, V. 2013. Bases microbiológicas de la queratoconjuntivitis infecciosa bovina en Uruguay.
- Sosa, V., A. Umpierrez, S. Acquistapace, y P. Zunino. 2015. Virulence genes in *Moraxella* spp. isolates from infectious bovine keratoconjunctivitis cases. *Journal of infection in developing countries* 9: 1028-1032.
- Townsend, W. M. 2010. Examination techniques and therapeutic regimens for the ruminant and camelid eye. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 26: 437-458.
- Zbrun, M., G. Zielinski, H. Piscitelli, C. Descarga, L. Urbani, M. D. Tesoriero, y L. Hermida. 2012. Evaluation of anti-*Moraxella bovis* pili immunoglobulin-A in tears following intranasal vaccination of cattle. *Research in veterinary science* 93: 183-189.
- Zielinski, G. C., y H. G. Piscitelli. 2009. Control de la queratoconjuntivitis infecciosa bovina. In: *Jornada técnica sobre sanidad animal y nutrición mineral en recursos forrajeros* (23 de octubre de 2009, Azul, Argentina)