

Recuento de células somáticas (rsc), como indicador en la resistencia de la mastitis bovina

Somatic cell count (rsc) as an indicator in the resistance of bovine mastitis

QUEVEDO – Winston¹*

¹ Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Facultad de Ciencias Agrarias.

Recibido Marzo 21, 2018; Aceptado Junio 10, 2018

Resumen

La cría de ganado lechero está estrechamente relacionada con la prevalencia de enfermedades que afectan tanto a los animales como a la comunidad. La más común y persistente de ellas, es la mastitis bovina, que se caracteriza por la inflamación de la ubre generalmente como respuesta a agentes bacterianos; que trae como consecuencia, menor longevidad de las vacas, problemas de fertilidad, disminución de la cantidad y calidad de producción, y fuertes pérdidas económicas. La zootecnología ha puesto al alcance de los productores, nuevas herramientas para combatir esta enfermedad, siendo la más efectiva y duradera, la selección genética (Recuento de células somáticas (RSC), como indicador en la resistencia de la Mastitis Bovina). El presente artículo, con base en una metodología cualitativa, explora, mediante un análisis descriptivo/analítico, revisión de literatura científica más relevante, relacionada con la selección genética para la resistencia a la mastitis en bovinos. Arrojando como conclusiones principales que, la capacidad de padecer o no mastitis puede transmitirse de una generación a otra por vía genética???, que el recurso más idóneo para determinar la presencia o ausencia de mastitis es el recuento de células somáticas; en cuyo caso, es imperioso optimizar el manejo, higiene y rutinas de ordeño; de igual modo, el registro periódico de los indicadores de salud y productividad, con el fin de obtener la selección de animales más fructíferos, sanos y resistentes a la mastitis, padres de la siguiente generación.

Palabras Clave

Selección genética, Mastitis bovina, Recuento de células somáticas, Resistencia a la mastitis, Ganado lechero, Zootecnología.

Abstract

The breeding of dairy cattle is closely related to the prevalence of diseases that affect both the animals and the community. The most common and persistent of them is bovine mastitis, which is characterized by inflammation of the udder, usually in response to bacterial agents; that brings as consequence, less longevity of the cows, problems of fertility, diminution of the quantity and quality of production, and strong economic losses. Zootechnology has made available to producers, new tools to combat this disease, being the most effective and durable, genetic selection (somatic cell count (RSC), as an indicator in the resistance of Bovine Mastitis). This article, based on a qualitative methodologies, explores, through a descriptive / analytical analysis, a review of the most relevant scientific literature, related to the genetic selection for resistance to mastitis in bovines. Throwing as main conclusions that, the ability to suffer or not mastitis can be transmitted from one generation to another, that the most suitable resource to determine the presence or absence of mastitis is the somatic cell count; in which case, it is imperative to optimize the management, hygiene and milking routines; similarly, the periodic record of health and productivity indicators, in order to obtain the selection of more fruitful, healthy and resistant to mastitis, parents of the next generation.

Keywords

Genetic selection, Bovine mastitis, Somatic cell count, Resistance to mastitis, Dairy cattle, Zootechnology.

Citación: Quevedo W. Recuento de células somáticas (rsc), como indicador en la resistencia de la mastitis bovina. Revista Ciencia, Tecnología e Innovación 2018, 16-17: 1001-1012

Introducción

La cría de ganado lechero está estrechamente relacionada con la prevalencia de enfermedades que afectan tanto a los animales como a la comunidad. Dentro de estas, la más común es la mastitis bovina, que se caracteriza por la inflamación de la ubre generalmente como respuesta a agentes bacterianos. Pudiendo clasificarse como clínica o subclínica dependiendo del grado de inflamación y lesiones en la vaca; trayendo como consecuencia en todo caso, menor longevidad de las vacas, problemas de fertilidad, descenso de la producción, menor calidad de la leche, fuertes pérdidas económicas y potencialmente un problema de salud pública (Reyad, 2015).

La mastitis bovina tiene una tasa de infección de 20 a 65% sobre los rebaños de todo el mundo (Gitau et al., 2012; Ramírez et al., 2014); generando enormes pérdidas con motivo de adquisición de medicamentos, pérdidas de leche, cuidados de animales enfermos e inclusive, sustitución de ganado. Por lo tanto, es indispensable emprender acciones dirigidas a erradicarla.

La zootecnología ha puesto al alcance de los productores nuevas herramientas para contrarrestar esta enfermedad, siendo la más efectiva y duradera, la selección genética (Wattiaux y Howard, 1994). Sin embargo, la obtención de un hato joven de vacas altamente productivas con progresos genéticos sostenidos, va a depender también del mecanismo de selección que se utilice (Romero, Pérez y Canizal, 2009). De manera que, este artículo se enfoca en el estudio de los aspectos más relevantes sobre la selección genética como recurso zootecnológico ((Recuento de células somáticas (RSC), como indicador en la resistencia de la Mastitis Bovina), para la resistencia a la mastitis en vacas para transferencia a las vaquillas de remplazo.

Objetivo

El objetivo fundamental del presente artículo, es realizar una descripción, con base en revisión de literatura, las modalidades de selección genética y el conjunto de células somáticas (el recuento de células somáticas, RCS), el cual, ha sido usado como buen indicador de mastitis, la inflamación de la glándula mamaria, en bovinos.

Metodología

En el presente artículo, se utiliza una metodología cualitativa, con base en revisión de literatura científica, en torno a la selección genética en la susceptibilidad de la mastitis bovina. (Recuento de Células Somáticas (RSC) como indicador en la Resistencia de la Mastitis Bovina).

Mediante un análisis descriptivo/analítico, con base en las variables expuestas en la revisión de literatura, que conforman el problema de estudio, en concordancia con la selección de las fuentes relacionadas, objetivo de investigación.

Revisión de Literatura Mastitis Bovina

El termino mastitis se deriva del griego mastos, que significa pechos, e itis que se refiere a inflamación. La mastitis bovina es una enfermedad compleja, generalmente causada por gérmenes bacterianos, tales como: Staphylococcus spp., Streptococcus spp., Pseudomonas spp., Mycoplasma spp., y Escherichia coli (Bedolla y Ponce, 2008). Se caracteriza por la inflamación de la glándula mamaria de la vaca como mecanismo para destruir o neutralizar agentes ofensivos, reparar los tejidos dañados y retomar la glándula a su función normal (National Mastitis Council, 1995; Nickerson, 1992).

Es la enfermedad que más afecta a la industria lechera en todo el mundo, porque ocasiona disminución tanto de la fertilidad como de la producción, así como también, menor calidad de la leche, fuertes pérdidas económicas y, potencialmente un problema de salud pública (Reyad, 2015). Estudios realizados en Estados Unidos y Europa confirman que, un tercio de las vacas de los principales países productores de leche están afectadas por mastitis, causando importantes egresos a ésta industria (Philpot, 1996). Por ejemplo, en el caso de Estados Unidos, se registran alrededor de 2 mil millones de dólares en pérdidas al año por esta causa (Concha, 2007). Destacando también que, según el grado de la inflamación y lesiones en la vaca, la mastitis se puede clasificar como clínica o subclínica.

La mastitis clínica, es definida como la anomalía en la glándula mamaria de la vaca o la leche, que puede observarse fácilmente (Tollersrud et al., 2000). Se caracteriza por alteraciones obvias en la ubre, como por ejemplo hinchazón, enrojecimiento, picor o cambios en la apariencia de la leche y su composición (Reyad, 2015). En algunos casos también hay aumento de la temperatura rectal, letargo, anorexia e incluso la muerte (Heringstad et al., 2000).

La mastitis clínica puede presentarse de forma aguda caracterizada por su aparición súbita, o en forma crónica con una infección de larga duración, acompañada frecuentemente por cambios en el tejido de la ubre (Schrick et al., 2001).

En general, cuando la inflamación de la ubre es acompañada por signos clínicos, se trata de mastitis clínica (Djabri et al., 2002). Cuestión que deviene en una reducción considerable de la calidad y rendimiento de la leche (Heringstad et al., 2000).

Además, acarrea costos que varían según la severidad del caso, tiempo de respuesta al tratamiento, desecho de leche anormal y los residuos de leche-medicamento (Heringstad et al., 2000).

Por otra parte, la mastitis subclínica se caracteriza por la presencia de microorganismos y un conteo elevado de células somáticas en la leche, pudiendo desarrollarse fácilmente inflamación y no tener tratamiento (Sakemi, et al., 2011; Gallegos y Moncada, 2011). A diferencia de la mastitis clínica, en este caso no existen alteraciones obvias en la ubre. No obstante, sí ocurren cambios en la composición de la leche a causa de las bacterias y componentes inflamatorios (Gallegos y Moncada, 2011).

La mastitis subclínica es muy común y persistente en el ganado lechero, con rangos de tasa de infección de 20 a 65% en los rebaños de todo el mundo (Gitau et al., 2012; Ramírez et al., 2014). Siendo causante de grandes pérdidas económicas por la disminución de la producción y elevados conteos de células somáticas en la leche (Ariznabarreta et al., 2002). Para detectarla es necesario recurrir a técnicas de laboratorio como el conteo de células somáticas (Sixtos, 2011).

Recapitulando, mientras la mastitis clínica se identifica con graves dolencias, anomalías palpables, reducción del bienestar del animal y cambios físicos y químicos en la leche (Leslie y Petersson-Wolfe, 2012); la mastitis subclínica no es tan evidente, porque tanto el animal como su producto pueden parecer de aspecto normal, y no obstante, presentar un aumento de microorganismos y células blancas en la leche. Siendo un elemento común en ambos casos, la disminución de la producción y calidad de la leche (Blum et al., 2014); inclusive después del tratamiento en los casos clínicos, debido a los daños irreversibles que sufre el tejido mamario (Zhao y Lacasse, 2008).

Por su parte, Monardes y Barria (1995), apuntan que la mastitis causa rancidez y gusto indeseable en la leche y sus subproductos, inestabilidad en la leche condensada, afectación de las propiedades de coagulación del queso y alteración del gusto y aroma de la manteca. Según National Mastitis Council (1995), tanto la mastitis clínica como la subclínica, se producen como resultado de la interacción de los siguientes factores de riesgo:

- Factores asociados al animal: Presencia o ausencia de resistencia natural a la mastitis y mecanismos de defensa (Hurley y Morin, 2000). Está relacionada con la predisposición genética, anatomía, estado nutricional, parto y lactancia (Harmon, 1994). Todo esto tiene incidencia directa sobre la susceptibilidad de la glándula mamaria a la infección (Hogan et al., 1989).
- Factores asociados al microorganismo: Los microorganismos conducen a la enfermedad conforme a su presencia en la glándula mamaria, patogenicidad, frecuencia, mecanismos de transmisión y estado de las defensas de la vaca (Hurley y Morin, 2000).
- Factores medioambientales: El medio ambiente alberga organismos que pueden causar mastitis, por lo cual no debemos perder de vista este factor para evitar la transmisión de la enfermedad.

Selección Genética

La zootecnología, conjunto de saberes técnicos sobre perfeccionamiento genético y cría de animales (Aulete, 2017); ha puesto al alcance de los productores novedosas herramientas para el mejoramiento del ganado bovino. Tales como, la clonación, modificación genética y sobrevivencia in vitro de embriones congelados, entre otras (Montaña, 2010). En este contexto, surge como recurso imprescindible para el desarrollo de la resistencia a la mastitis en las vaquillas de reemplazo, la selección genética.

Según el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas - OEA (1974, p. 23), “la selección puede ser definida como el acto por el cual, ciertos individuos de una población, con determinados caracteres, son preferidos sobre otros que carecen de dichos caracteres, para la producción (entiéndase crías) de la generación siguiente”

En este orden de ideas, Berruecos (1969) y Lasley (1970), señalan que la selección puede ser:

- Natural: Proceso normal de reproducción de los animales más aptos.
- Artificial: Cuando el hombre trata de obtener provecho de los animales eligiendo entre aquellos que presentan las características más deseables.

Por lo tanto, la principal diferencia entre la selección natural y la artificial, es que esta última presenta un avance más rápido debido a que las decisiones no se dejan al azar, sino a criterios previamente establecidos por el productor. En consecuencia, Wattiaux y Howard (1994, p. 57), explican:

La selección permite que ciertos animales se reproduzcan más que otros. Como resultado, animales con un genotipo deseado dejarán la mayor descendencia. A medida que la selección es practicada de generación en generación, algunos genes se hacen más frecuentes y otros menos frecuentes en la población.

Ahora bien, De Alba (1964), indica que, idealmente las prácticas de cría y mejoramiento deberían orientarse a la obtención de becerros y lactancia completa por año. No obstante, existen diversas necesidades de producción. Así por ejemplo, en Nueva Zelanda se procura que todas las crías nazcan en una sola época, y cuando las condiciones son desfavorables se suspende la lactancia; mientras que, en la Unión Europea, predomina una explotación mixta continua.

En consecuencia, es imposible dictar una norma que aplique a todos los casos; y en su lugar, se debe determinar cuáles son las necesidades específicas. Así, la selección genética va a permitir que el productor elija los animales que se van a reproducir conforme a sus propio objetivo, ambiente, forma de trabajo y mercado. Así, se puede obtener la más alta productividad, satisfaciendo sus requerimientos (Martín y Truffer, 2004).

No obstante, la selección sólo puede existir cuando hay individuos que seleccionar. Mientras más individuos más variabilidad, y esto permite perfeccionar los resultados. En este sentido, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) (1985, p. 6), señala que “en el caso de selección de animales, se deben escoger los mejores ejemplares para aparearlos y producir hijos de buena calidad”. Luego, aclara que, si bien este proceso parece fácil, no lo es, porque lo que se ve en un animal es el fenotipo, es decir, características externas del animal como color, tamaño, producción, entre otras; que son resultado de dos cosas: (a) Genotipo: Características heredadas de los padres a los hijos, y (b) Medio ambiente: La acción del medio ambiente sobre esa herencia. Cabe destacar que, en este contexto, medio ambiente no se refiere sólo al entorno físico, luz, o temperatura; sino también a la combinación de todos los factores, excepto los genéticos, que afectan la expresión de los genes. Por ejemplo, edad del parto, nutrición, entre otros (Wattiaux y Howard, 1994).

Tradicionalmente, el único objetivo de la selección en el ganado lechero, suele ser la obtención de mayores niveles productivos; y en función de eso, se recopilan miles de datos sobre la leche y su producción, pero no sobre caracteres relacionados con el bienestar del animal (Martínez y Callejo, 2005).

Esa visión sesgada ha provocado el empeoramiento de la salud de las vacas lecheras (Aranguren, 2011, Kadarmideen et al., 2000; Pryce et al., 2004); originando, según afirman Martínez y Callejo (2005, p. 5), “animales menos fértiles, menos resistentes a las enfermedades, menos longevos, con más problemas de salud en las ubres y con una fuerte consanguinidad”

De modo que, los problemas de salud de las vacas no sólo afectan el bienestar del propio animal, sino también el éxito económico del propietario del rebaño, generando mayores costos con motivo de adquisición de medicamentos, pérdidas de leche durante el período de tratamiento, manejo y cuidados especiales de los animales enfermos; y en los casos más graves, inclusive, por la sustitución de ganado. En consecuencia, deben replantearse los objetivos de la selección, dando mayor prioridad a la salud (Pérez, 2010). Por lo tanto, “lo que determina el éxito económico en la ganadería de producción láctea no es sólo el nivel de producción de leche, sino también que las vacas sean más longevas y estén más sanas” (Martínez y Callejo, 2005, p. 2). Es decir, la obtención de un hato joven de vacas altamente productivas con progresos genéticos sostenidos, va a depender del mecanismo de selección que se utilice (Romero, Pérez y Canizal, 2009).

Siendo la resistencia a la mastitis un indicador decisivo para la salud y longevidad del animal, es importante determinar los animales que transmitirán esta característica a sus descendientes, mediante criterios de selección exactos y correlación con otros rasgos de la producción (Kadarmideen et al., 2000; Pryce et al., 2004). Esto implica, predecir los valores de cría de los animales (Aranguren, 2011). Luego, la estricta selección de los mejores candidatos como padres (Rupp y Boichard, 1999; Brotherstone y Goddard, 2005). Esto permitirá finalmente, el progreso genético de cada generación a la siguiente (Aranguren, 2011).

Valga precisar que, aunque la mastitis obedece principalmente a factores ambientales y sanitarios; la capacidad de padecer o no mastitis, se puede transmitir de una generación a otra (Pérez, 2010). En este sentido, algunos autores afirman que, si las estructuras anatómicas de apertura del pezón presentan un tono reducido, cuestión heredable, la resistencia a la entrada de microorganismos es menor (Neave, Dodd y Westgarth, 1969). Asimismo, (Alenda y Pérez, 2010, ps. 47–48), sostienen que, “resulta favorable una ubre alta con pezones cortos y separados ya que evitan infecciones por contacto con el suelo y el contagio entre cuarterones”

Recuento de Células Somáticas (RSC)

Con el recuento de células somáticas (RSC), como indicador general de la salud de la glándula mamaria, se pueden detectar las vacas que transmitan mayor resistencia a la mastitis; y mejorar año tras año la base genética para reducir la incidencia de mastitis, incrementando al mismo tiempo los beneficios de la ganadería lechera, como ocurre en los países nórdicos (Concha, 2007; Pérez, 2010). Todo esto, con base en la heredabilidad, es decir, “el porcentaje del total de variación entre animales, para un rasgo en particular, que se explica debido a los genes que han heredado (el resto debido al medio ambiente)” (Wattiaux y Howard, 1994, p. 59). De manera que, entre más alta sea la heredabilidad, mayor será la mejora genética obtenida.

En este contexto, cada vez más ganaderos, se esfuerzan por reducir sus niveles de mastitis recurriendo a indicadores relacionados con el ordeño, productividad, manejo e higiene (Martínez y Callejo, 2005). Sin embargo, estas medidas son a corto plazo, porque, para lograr un efecto acumulativo a largo plazo, se debe recurrir a la selección con base en el recuento de células somáticas (Wattiaux y Howard, 1994).

Es decir, incorporar como criterio de selección la cuantificación de la habilidad de transmitir células somáticas (Martínez y Callejo, 2005). De acuerdo con (Hebel 1979, p. 70), “ello tiene una justificación en el hecho de que en último término la mastitis, en cualquiera de sus grados de intensidad, siempre va acompañada de una elevación más o menos intensa del recuento celular de la leche”

El recuento de células somáticas (RCS), es uno de los mecanismos más idóneos para determinar la resistencia a la mastitis, porque los valores altos de este índice de selección constituyen el primer síntoma del referido proceso inflamatorio (Kadarmideen et al., 2000). Debe recordarse que las ubres sanas regularmente tienen un valor de RCS por debajo de 200.000 células /mL. Además, según Castillo-Juarez et al. (2000), existe relación entre altos RCS y las bajas tasas de fertilidad con intervalos entre partos muy prolongados. De modo que, al disminuir el RCS disminuirá la incidencia de la mastitis, principalmente la subclínica, que es la más frecuente, así como también los problemas de fertilidad (Kadarmideen & Pryce, 2001). Aunque también debe recordarse que, valores de RCS extremadamente bajos pueden indicar problemas relacionados con la respuesta inmune (Aranguren, 2011). Valga precisar que, se debe tener como objetivo llegar a la meta de obtener un conteo de células somáticas de 200.000 cel/ml ó menos en leche de tanque.

Los principales métodos para obtener la cuantificación de las células somáticas, son: Prueba de Mastitis California, Prueba de Wisconsin, Cuenta Microscópica de Células Somáticas, Contadores Electrónicos como el Fossomatic y el Contador Infrarrojo también conocido como DeLaval Cell Counter (Bedolla, Castañeda y Wolter, 2007).

En nuestro país se utiliza el método de recuento estándar en placas, el cual, es avalado universalmente para determinar aproximadamente la carga bacteriana; el cual consiste en definir el número de colonias que se desarrollan cuando se siembra una cantidad, medida en placas de agar de composición estándar.

El RCS puede realizarse individualmente para determinar el estado de salud de cada animal, o directamente del tanque recolector para obtener un promedio de todas las vacas (Hernández y Bedolla, 2008). Y, si bien, constituye una oportunidad atractiva para mejorar la resistencia a esa enfermedad tan frecuente y errática que suele ocasionar tantas pérdidas económicas (Pérez-Cabal et al., 2009). También es cierto que, a su vez representa un problema complejo, porque las vacas más resistentes a la mastitis son también las de ordeño más duro y lento (Dodd y Neave, 1951). En todo caso, la meta fundamental es obtener vacas más sanas y productivas; y que mejor manera de lograrlo que, seleccionando los animales con más resistencia a la mastitis, para que transfieran esta importante característica a las vaquillas de reemplazo.

El método prueba: California Mastitis Test (C.M.T.) es ampliamente utilizada en Estados Unidos, e incluso a instancias de la Provincias de Santa Cruz (Salazar, R.E.G, Cruz. P.J. UAGRM). La base de esta prueba es la lisis de células somáticas por el reactivo CMT para precipitar el ADN y las proteínas contenidas en las células. Por tanto, el desarrollo de un cambio en la viscosidad del reactivo cuando se agrega a la leche, está directamente relacionado con el número relativo de células somáticas. Sobre la base del cambio de viscosidad, la muestra puede puntuarse semicuantitativamente para permitir la comparación de la muestra y facilitar la comunicación de la gravedad. (Plummer, Paul, J, Plummer Cassandra en la Medicina de las ovejas

y la cabra, 2012) (Blowey, Roger, W BSc BVSC FRCVS FRAGS, A. Weaver D, BSc DR MED VET PHD FRCVS , en Color Atlas of Diseases and Disorders of Cattle. 2011) (Lisle W. George, ... Frank L. Bienvenido, en Rebhun's Diseases of Dairy Cattle. 2008).

Resultados y discusión

Para el diagnóstico de mastitis clínica, los ojos y las manos del ordeñador son una herramienta sensible para evaluar la calidad de la leche y la apariencia de la ubre. Sin embargo, para la mastitis subclínica, los métodos principales de diagnóstico son la evaluación del CCE y el cultivo bacteriano (Bramley et al., 1996 ; Kitchen, 1981).

El SCC se evalúa en el tanque a granel y en el nivel de la vaca. En el lado de la vaca, el SCC se puede estimar mediante pruebas basadas en detergentes, como la Prueba de Mastitis de California o la Prueba de Mastitis de Wisconsin. Los CCS más cuantitativos se obtienen comúnmente por métodos de recuento de células electrónicas automáticas, como los empleados por la Asociación de Mejora de Hairy Herd (DHIA) (Bramley et al., 1996; Kitchen, 1981).

Varios ensayos se han reportado para identificar la mastitis subclínica y la prueba de NAGasa (Kitchen, 1981; Mattila et al., 1986) y las pruebas de concentración de iones cloruro han sido las más comúnmente utilizadas en estos ensayos (Bramley et al., 1996; Mackie, 1994). Sin embargo, estos ensayos en la actualidad son principalmente adecuados para un entorno de investigación.

El diagnóstico de patógenos puede basarse en procedimientos estándar (Harmon et al., 1990) o en un sistema de identificación comercial (Watts y Yancey, 1994). Para detectar rápidamente coliformes mastitis la prueba de *Limulus* lisado de amebocitos cromogénico, que se vende comercialmente como la *Limast*® prueba, se ha utilizado principalmente en Europa (Hakogi et al., 1989; Keefe y Leslie, 1997). Se ha introducido, un sistema de prueba bacteriológica rápida, el *HyMast*® prueba, se introdujo para permitir rápidamente decisiones para la terapia de mastitis clínica (Jansen et al., 1997; Keefe y Leslie, 1997).

Un total de aproximadamente 140 especies microbianas, subespecies y serotipos se han aislado de la glándula mamaria bovina. Las técnicas microbiológicas han permitido la determinación precisa de la identidad de muchos de los patógenos de la mastitis. Con base en su epidemiología y fisiopatología, estos patógenos se han clasificado como causas de mastitis contagiosa, pezón cutáneo, oportunista o ambiental.

Hay muchos patógenos de mastitis contagiosa. (Peter D. Constable, Kenneth W. Hinchcliff, ... Walter Grünberg, 2017. *Veterinary medicine*). Los más comunes son *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*. La fuente habitual de patógenos contagiosos son las glándulas infectadas de otras vacas en la manada; sin embargo, las manos de los ordeñadores pueden actuar como fuente de *S. aureus*. El método de transmisión predominante es de vaca a vaca por paños contaminados para ubres comunes, leche residual en tazas para tetinas y equipo de ordeño inadecuado. Los programas para el control de la mastitis contagiosa implican mejoras en la higiene y la desinfección destinadas a interrumpir el modo de transmisión de vaca a vaca. Además, los métodos para eliminar las vacas infectadas implican la terapia antimicrobiana y el sacrificio de vacas con infección crónica.

Generalmente, un programa concienzudo de control de la mastitis erradicará *S. agalactiae* de la mayoría de los rebaños lecheros. Es mucho más difícil tratar con una manada que tiene una alta prevalencia de *S. aureus*, pero se puede erradicar de rebaños de baja prevalencia.

La evaluación de las vacas que tienen lesiones en los pezones debe ser completa, incluido el examen visual, la palpación, la prueba de mastitis de California (CMT), ultrasonografía, cultivo microbiano y evaluación del flujo de salida de la leche. Se debe obtener una historia completa del agricultor antes del examen de la vaca para detectar cualquier problema de rebaño (vivienda, conformación o problemas de vacío) que podría estar contribuyendo a las lesiones de los pezones. El examen comienza con un examen visual de la ubre en busca de asimetría, laceración y tetillas hinchadas o vacías. Esto es seguido por la palpación de la glándula y la tetina, y se deben notar signos de inflamación. Con base en los hallazgos clínicos y la CMT, las muestras de leche de las glándulas afectadas se envían para cultivo bacteriano. La salida de leche se evalúa mientras se hace la CMT. La palpación y el ordeño deben realizarse con precaución si la lata está lacerada. Al hacer rodar la ubre entre los dedos, se puede localizar una masa o un área hinchada. La palpación es seguida por la introducción de una sonda de pezón en el canal de la veta y la cisterna del pezón para determinar la permeabilidad del canal. Se debe tener cuidado con los traumatismos del conducto estriado para no dañar aún más la mucosa con la introducción de la sonda. Al girar la sonda alrededor de la mucosa del pezón, se puede localizar un defecto focal (fibrosis o araña pezón) (Sylvain Nichols, in *Food Animal Practice*, 2009).

Las células somáticas son indicadores, tanto de resistencia como susceptibilidad de la vaca a la mastitis, son útiles predictores de infecciones in-tramamarias (IIM) y, por tanto, un componente básico en la calidad de la leche. A pesar de ello muchos productores no entienden completamente las implicaciones del CCS en la salud de la ubre y cómo este parámetro elevado puede afectar la producción y calidad de la leche (Sharma et al., 2011).

Conclusiones

La mastitis bovina, es la enfermedad que más afecta a la industria lechera en todo el mundo, porque ocasiona disminución tanto de la fertilidad como de la producción, así como también, menor calidad de la leche, fuertes pérdidas económicas y, potencialmente un problema de salud pública.

El éxito económico en la ganadería de producción láctea no es sólo depende del nivel de producción de leche, sino también que las vacas cuenten con longevidad y buena calidad de vida.

En caso de inflamación de la ubre acompañada por signos clínicos, se trata de mastitis clínica. Lo cual trae consigo, reducción considerable de la calidad y rendimiento de la leche. Con costos que varían según la gravedad del caso: tiempo de respuesta al tratamiento, desecho de leche anormal y los residuos de leche-medicamento.

El RCS es una herramienta útil en el establecimiento, seguimiento y evaluación de los objetivos para un programa de sanidad mamaria en lecherías. Actividades que van más allá del mero análisis individual y mensual de este recuento.

La capacidad de padecer o no mastitis puede transmitirse de una generación a otra; y con la metodología adecuada se pueden detectar las vacas que tiene mayor resistencia a la mastitis para transmitir este carácter de forma progresiva.

Es necesario optimizar el manejo, higiene y rutinas de ordeño. Asimismo, registrar periódicamente indicadores de salud y productividad, especialmente el recuento de células somáticas, con el fin de seleccionar los animales más fructíferos, sanos y resistentes a la mastitis, para que sean los padres de la siguiente generación.

El mejor control de los patógenos ambientales se logra manteniendo un ambiente limpio y seco para las vacas lactantes y no lactantes. Cualquier procedimiento que reduzca el número de bacterias a las cuáles el pezón es expuesto será beneficioso.

El parámetro usado más comúnmente para detectar mastitis subclínicas y vigilar la calidad de leche es el RCS: La leche de vacas no infectadas contiene generalmente <200.000 células somáticas por mililitro. Un aumento en el RCS es un buen indicador de mastitis. [1]

Bibliografía

Alenda, R. y Pérez, M. (2010). Relación entre mastitis clínica, RCS y morfología de la ubre. *Mundo Ganadero*, 227: 46-49.

Aranguren, J. (2011). Selección genética para resistencia a la mastitis. En: Cuaderno Científico Girarz 10. Manejo de la Mastitis Bovina y Programas de Control. Julio Boscán Ocando (ed). Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela, Pp. 39-48.

Ariznabarreta, A., Gonzalo, C., San Primitivo, F. (2002). Microbiological Quality and Somatic Cell Count of Ewe Milk with Special Reference to Staphylococci. *J. Dairy Sci.*, 85:1370-1375.

Aulete (2017). Zootecnología. Recuperado de: <http://aulete.w20.com.br/nossoaulete/zootecnologia>

Bedolla, C., Castañeda, V. y Wolter, W. (2007). Métodos de detección de la mastitis bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 8 (9): 1-17.

Bedolla, C. y Ponce, M. (2008). Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 9 (4): 1-26.

Berruecos, J. (1969). Response to selection for low backfat thckneas. Estados Unidos: North Carolina State University.

Blowey, Roger, A. (2011). *Color Atlas of Diseases and Disorders of Cattle*.

Blum, S., Heller, E. y Leitner, G. (2014). Long term effects of *Escherichia coli* mastitis. *Vet. J.*, 201:72-77.

Bramley, A., J. 1996. Current concepts of bovine mastitis. National Mastitis Council, Madison, Wis.

Brotherstone, S. y Goddard, M. (2005). Artificial selection and maintenance of genetic variance in the global dairy cow population. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences*, 360: 1479-1488

Castillo-Juarez, H., Oltenacu, P. Blake, R., McCulloch, C. y Cienfuegos-Rivas, E. (2000). Effect of herd environment on the genetic and phenotypic relationships among milk yield, conception rate, and somatic cell score in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 83: 807-814.

Concha, C. (2007). La inmunidad en la vaca lechera como factor relevante en la lucha contra la mastitis. Recuperado de: <http://www.lactodiagnosticosur.com.ar/wp-content/uploads/2007/05/Carlos-Concha-Inmunidad-2.pdf>

De Alba, J. (1964). Reproducción y genética animal. Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas - O.E.A.

Djabri, B., Barielle, N., Beaudeau, F., Seegers, H. (2002). Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: a meta analysis. *Vet. Res.*, 33:335-357.

Dodd, F. y Neave, F. (1951). Machine milking rates and mastitis. *J. Dairy Res.*, 18: 240.

Gallegos, A. y Moncada, J. (2011). Uso de extractos de semillas de cítricos para el control de la mastitis bovina. México: UMSNH.

Gitau, G., Bundi, R., Vanleeuwen, J. y Mulei, C. (2012). Evaluation of Petrifilms TM as a diagnostic test to detect bovine mastitis organisms in Kenya. *Tropical Animal Health and Production*, 45: 883-886.

Harmon, R. (1994). Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci.*, 77:2103-2112.

Harmon, J.R (1996). Controlando la mastitis causada por patógenos contagiosos. Consejo Nacional de Mastitis. Queretaro, México: 11-18.

Hakoi, E; Tamura H; Tanakas, S.; Kohata, A.; Shimada, Y.; Tabuchi K. Endotoxin levels in milk and plasma of mastitis-affected cows measured with a chromogenic limulus test. *Veterinary Microbiology, Amsterdam*, v.20, n.3, p.267-274, 1989.

Hebel, P. (1979). Heredabilidad de la disposición a contraer mastitis en el bovino. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 1: 70-72.

Heringstad, B., Klemetsdal, G. y Ruane, J. (2000). Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in the Nordic countries. *Livestock Production Science*, 64:95-106.

- Hernández, R. y Bedolla, C. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 9 (9): 1-34.
- Hogan, J., Smith, K., Hoblet, K., Schoenberger, P., Todhunter, D., Hueston, W., Pritchard, D., Bowman, G., Heider, L., Brockett, B. y Conrad, H. (1989). Field survey of mastitis in low somatic cell count herds. *J. Dairy Sci.*, 72:1547-1556.
- Hurley, W. y Morin, D. (2000). Mastitis Lesson A. Lactation Biology. ANSCI 308. Recuperado de: <http://classes.aces.uiuc.edu/Ansci308/>
- Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas – OEA (1974). Curso corto intensivo de producción animal. Ecuador: El autor.
- Kadarmideen, H. y Pryce, J. (2001). Genetic and economic relationships between somatic cell count and clinical mastitis and their use in selection for mastitis resistance in dairy cattle. *Animal Science*, 73: 19-28.
- Kadarmideen, H., Thompson, R. y Simm, G. (2000). Linear and threshold genetic parameters for disease, fertility and milk production in dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 71: 411-419.
- Keefe, Leslie, K.E., Schukken, Y.H., Emanuelson, U., Plym-Forsell, K., Booth, J. Recommendations for presentation of mastitis related data. *International Dairy Federation Bulletin*. No. 321. 1997.
- Kitchen B. J. 1981. Review of the progress of dairy science: Bovine mastitis: Milk compositional changes and related diagnostic tests. *J. Dair. Res.* 48: 167-188.
- Lasley, J. (1970). Genética del mejoramiento del Ganado. México: UTEHA.
- Lisle W. George, Bienvenido, Frank L. (2008). *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*.
- Leslie, K y Peterson-Wolfe, C. (2012). Assessment and management of pain in dairy cows with clinical mastitis. *Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 28:289-305.
- Martín, E. y Truffer, R. (2004). Selección genética en bovinos ¿por qué bread plan? IVº Jornadas Nacionales de Cría Bovina Intensiva. Argentina.
- Martínez, P. y Callejo, A. (2005). El papel de la selección genética en el bienestar de las vacas de leche. 154: 82-90.
- Monardes, H. y Barria, N. (1995). Recuento de células somáticas y mastitis. Recuperado de: <http://www.tecnovet.uchile.cl/index.php/RT/articulo/view/5141/5024>
- Montaña, J. (2010). Zootecnología. Recuperado de: <http://zootecnologia-jonathan.blogspot.com/2010/05/>
- National Mastitis Council. (1995). Mastitis control in dairy herds. Estados Unidos: El autor.
- Neave, F., Dodd, F. y Westgarth, D. (1969). Control of Mastitis in the Dairy Herd by Hygiene and Management. *Journal of Dairy Science*, 52: 696-707.
- Nickerson, S. (1992). Mecanismos de resistencia del huésped a la mastitis. Recuperado de: http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/resistencia_a_mastitis.htm.pdf
- Philpot, W. (1996). La calidad de la Leche y la Mastitis. Primera Exposición Latinoamericana de Producción e Industria Lechera: Mundo Lácteo. Argentina.

Plummer, Paul, J, Plummer Cassandra (2012) la Medicina de las ovejas y la cabra.

Pérez. (2010). ¿Por qué seleccionar vacas lecheras resistentes a la mastitis clínica? Recuperado de: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/4883/articulos-rumiantes-archivo/por-que-seleccionar-vacas-lecheras-resistentes-a-la-mastitis-clinica.html>

Pérez-Cabal, M. De los Campos, G., Vázquez A., Gianola, D., Rosa, G., Weigel, K., y Alenda, R. (2009). Genetic evaluation of susceptibility to clinical mastitis in Spanish Holstein cows. *J Dairy Sci.*, 92 (7):3472-3480.

Pryce, J., Royal, M., Garnsworthy, P. y Mao, I. (2004). Fertility in the high-producing dairy cow. *Livestock Production Science*, 86: 125–135.

Ramirez, N., Keefe, G., Dohoo, I., Sanchez, J., Arroyave, O., Ceron, J., Jaramillo, M. y Palacio, L. (2014). Herd- and cow-level risk factors associated with subclinical mastitis in dairy farms from the High Plains of the northern Antioquia, Colombia. *Journal of Dairy Science*, 97:4141-4150.

Reyad, S. (2015). Epidemiología molecular de la bacteriana mastitis en el ganado vacuno en la provincia de El Oro, Ecuador: Impacto económico y medidas de control. Ecuador: Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.

Romero, T., Pérez, J. y Canizal, E. (2009). Zootecnia de bovinos productores de carne. México: UNAM.

Rupp, R. y Boichard, D. (1999). Genetics Parameters for clinical Mastitis, Somatic cell Score, production, Udder Type Traits, and Milking ease in First Lactation Holstein. *Journal Dairy Science*, 82:2198-2204.

Salazar. (1998) R.E.G, Cruz. P.J. UAGRM

Sakemi, Y., Tamura, Y. y Hagiwara, K. (2011). Interleukin-6 in quarter milk as a further prediction marker for bovine subclinical mastitis. *J. Dairy Res.*, 78: 118-121.

Sharma et al., 2011. Government of India, Department of agricultural and cooperation, NCIPM, ICAR, New Delhi, India

Schrack, F., Hockett, M., Saxton, A., Lewis, M. Dowlen, H. y Oliver, S. (2001). Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. *Journal of dairy science*, 84:1407-1412.

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) (1985). Selección de pie de cría. Colombia: El autor.

Sixtos, E. (2011). Frecuencia y etiología de la mastitis bovina en Cherán, Michoacán. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Sylvain Nichols Department of Veterinary Clinical Science, The Ohio State University,

Tollersrud, T., Kenny, K., Caugant, D. y Lund, A.(2000). Characterization of isolates of *Staphylococcus aureus* from acute, chronic and subclinical mastitis in cows in Norway. *APMIS*, 108 (9) 565-572.

Watts JL, Yancey RJ (1994) Identification of veterinary pathogens by use of commercial identification systems and new trends in antimicrobial susceptibility testing of veterinary pathogens. *Clin. Microbiol. Rev.* 7:346-356.

Wattiaux, M. y Howard, W. (1994). Guía técnica lechera. Estados Unidos: Instituto Babcock para Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera.

Zhao, X. y Lacasse, P. (2008). Mammary tissue damage during bovine mastitis: causes and control. *J. Anim. Sci.*, 86: 57–65.