

## **Mastite por *Staphylococcus aureus* em vacas leiteiras: epidemiologia e controle de infecção**

### **Mastitis by *Staphylococcus aureus* in dairy cows: epidemiology and infection control**

DOI: 10.34188/bjaerv5n3-016

Recebimento dos originais: 06/05/2022

Aceitação para publicação: 30/06/2022

#### **Valente Velázquez Ordoñez**

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

#### **Jorge Pablo Acosta Dibarrat**

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

#### **Gerardo Mancera Cuadros**

Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la Universidad Autónoma del Estado de México. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. México Campus UAEM “El Rosedal”. San Cayetano de Morelos, Municipio de Toluca, México  
E-mail: germancu\_09@hotmail.com

#### **Adrián Zaragoza Bastida**

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

#### **José Luis Zamora Espinosa**

Maestría en Salud Animal. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México México. Campus UAEM “El Rosedal”  
San Cayetano de Morelos, Municipio de Toluca, México

**José Luis Carlos Bedolla Cedeño**

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

**Rodolfo Lucio Domínguez**

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

**Benjamín Valladares Carranza**

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

**RESUMEN**

*Staphylococcus aureus* é considerado o principal agente causador da mastite bovina em rebanhos leiteiros em todo o mundo. Afeta seriamente a produção e a saúde da glândula mamária. A persistência da infecção glandular mamária e a inflamação crônica da glândula mamária diminuem o potencial produtivo da vaca leiteira, além de constituir um risco sanitário para o rebanho leiteiro e para o homem devido à possível contaminação do leite com cepas resistentes a antibióticos e afetam a qualidade e a segurança de produtos lácteos frescos e não pasteurizados. O conhecimento da epidemiologia e do desenvolvimento da infecção glandular mamária permite a melhor aplicação de estratégias de prevenção e controle da mastite bovina.

**Palabras clave:** *Staphylococcus aureus*, vacas, mastite, epidemiologia, controle.

**ABSTRACT**

*Staphylococcus aureus* is considered the main agent causing bovine mastitis in dairy herds worldwide. It seriously affects the production and health of the mammary gland. The persistence of the mammary glandular infection and the chronic inflammation of the mammary gland decreases the productive potential of the dairy cow, in addition to constituting a health risk for the dairy herd and for man due to the possible contamination of the milk with strains resistant to antibiotics and affect the quality and safety of fresh, unpasteurized dairy products. The knowledge of the epidemiology and the development of the mammary glandular infection allows the best application of prevention and control strategies in bovine mastitis.

**Keywords:** *Staphylococcus aureus*, cows, mastitis, epidemiology, control.

## 1 INTRODUCCIÓN

El *Staphylococcus aureus* frecuentemente es aislado de casos de mastitis en los hatos lecheros a nivel mundial (De Oliveira *et al.*, 2000; Giannechini *et al.*, 2002). Al producirse la infección de la glándula mamaria el nivel de células somáticas en leche se incrementa, la actividad de fagocitosis se afecta, aumenta la inflamación y disminuye la producción de leche (Ruegg *et al.*, 2000; McGuinness *et al.* 2016). La prevalencia del *S. aureus* en los hatos lecheros puede relacionarse con la presencia de cepas resistentes y multiresistentes a los antibióticos (Velázquez *et al.*, 1994; Piccinini y Zecconi 2001). La emergencia de cepas resistentes a los antibióticos  $\beta$ -lactámicos puede constituir una alerta sanitaria por la posible ocurrencia de cepas resistentes a la meticilina (MRSA) relacionada con los antibiotipos ORSA/MRSA (López-Vázquez *et al.*, 2015).

La frecuencia de la mastitis subclínica por *S. aureus* en México, fluctúa del 8 al 65% en los hatos lecheros de producción, con una frecuencia de infección cercana al 25% en las unidades de pequeños productores. La elevada frecuencia de infección se encuentra relacionada con el manejo y las prácticas de higiene del hato y durante el ordeño. A diferencia de las unidades a gran escala, en donde su ocurrencia es menor (Velázquez *et al.*, 1989; Velázquez *et al.*, 1992; Jaramillo, 1995).

La importancia de la mastitis por *S. aureus* en las vacas lecheras, se ha considerado por el riesgo de diseminación entre las vacas, ocurriendo a partir de las vacas crónicamente infectadas y con mastitis clínica (Leitner *et al.*, 2003). El valor diagnóstico de la mastitis por *S. aureus*, por el riesgo de contaminación de la leche con un elevado número de células somáticas además de un número elevado de bacterias viables y el daño progresivo al tejido glandular mamario (Riollet *et al.*, 2000).

Además de considerar la persistencia de la infección por *S. aureus* en ubre, la cual disminuye drásticamente la producción lechera en los animales afectados, provocando la contaminación de la leche y sus derivados (Hayakawa *et al.*, 2000), estableciendo la posibilidad de producir nuevas infecciones entre las vacas y su eventual transmisión al hombre a través de alimentos contaminados y producir intoxicación alimentaria.

## 2 EPIDEMIOLOGÍA DE LA MASTITIS POR *Staphylococcus aureus*

El *Staphylococcus aureus*, es uno de los patógenos contagiosos de mayor riesgo epidémico de la mastitis en el hato lechero (De Vlieghe *et al.*, 2012), el cual es considerado de difícil control, con alta prevalencia y portador de resistencia a los antibióticos comprometiendo la salud pública (Capurro *et al.*, 2010).

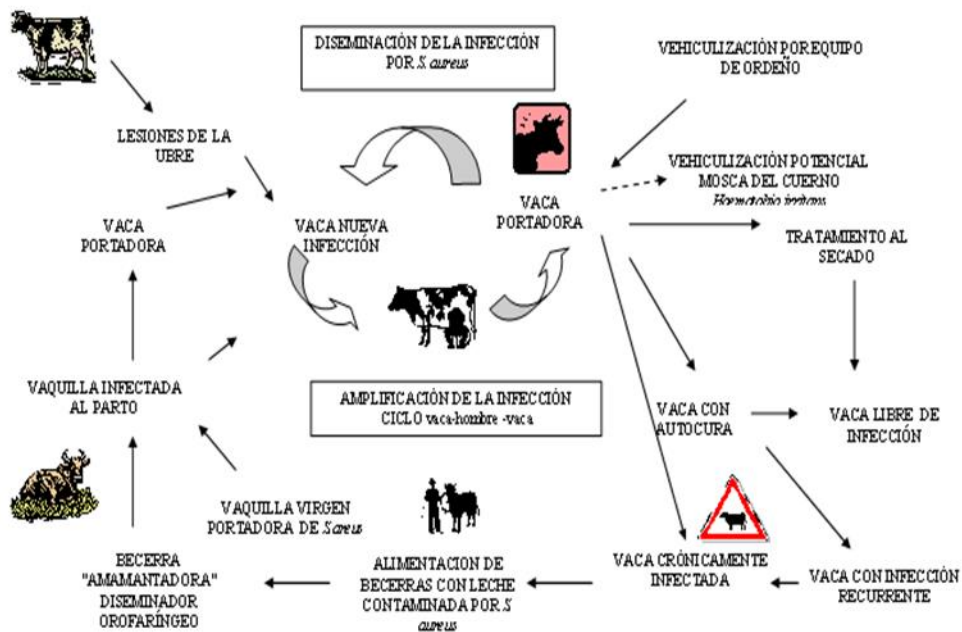
La implantación y conformación de la glándula mamaria influyen en la presentación de la mastitis en la vaca, por el riesgo de contaminación del pezón y la posibilidad de lesiones en la piel

que se infectan por *S. aureus* (Bedolla *et al.*, 2019). En tanto la resistencia de la glándula mamaria a la infección por *S. aureus*, se relaciona con los mecanismos de defensa glandulares y la actividad de la fagocitosis de los neutrófilos y el desarrollo de la respuesta inmune en la ubre (Gilbert *et al.*, 1993; Guidry *et al.*, 1994; Lee *et al.*, 2005)

La retención placentaria y las infecciones uterinas posparto, cetosis, además de ciertas condiciones hormonales del ciclo ovárico predisponen a la ocurrencia de la infección en la glándula mamaria. De igual forma la ocurrencia de nuevos casos de la mastitis durante el periodo seco y en la lactancia, influyen sobre el nivel de infección en el hato y la prevalencia general de mastitis clínica y subclínica (Kehrli y Shuster, 1994; Niellen *et al.*, 1995). Al inicio de la lactancia, la frecuencia de nuevas infecciones por *S. aureus* y otros patógenos ambientales como *Escherichia coli* y *Streptococcus agalactiae* puede incrementarse (de Haas *et al.*, 2004).

La dinámica de la infección por *S. aureus* en el hato lechero, se incrementa al momento del ordeño, por el riesgo de transmisión del agente a partir de vacas portadoras a otras vacas susceptibles; la contaminación del equipo de ordeño, las manos de los ordeñadores y la falta de sellado de los pezones suele favorecer la colonización de la piel y el meato del pezón (Nickerson, 1993). Las malas condiciones de manejo e higiene del ordeño y un nivel alto de infección en el hato predisponen al aumento de la mastitis por *S. aureus* manteniendo el ciclo de infección vaca-hombre-vaca (Figura 1).

Figura 1. Ciclo de infección de *Staphylococcus aureus* en vacas lecheras



Velázquez *et al.*, 2005a

Algunos estudios refieren el incremento del riesgo de infección por *S. aureus* cuando las vaquillas conviven con las vacas de mayor edad; representando una fuente de infección importante del *S. aureus* y su posible transmisión a los animales sanos del hato. Asu vez la contaminación de la ubre por *S. aureus* en las vaquillas antes del parto, contribuye a desarrollar una infección intraglandular mamaria al posparto (Roberson *et al.*, 1994a). A su vez las vaquillas pueden ser portadoras de distintos genotipos de *S. aureus*, que al ser comparados entre otros aislamientos del hato lechero pueden indicar una fuente de trasmisión de nuevos linajes de *S. aureus* entre diferentes hatos ganaderos en la región geográfica (Bannerman *et al.*, 1995). El análisis genotípico de los aislamientos de *S. aureus* permite contribuir a explicar la diseminación del patógeno en la población ganadera, además del desarrollo de nuevas estrategias de prevención y control de la infección entre la población lechera.

Otros factores asociados en la mastitis por *S. aureus* son malas prácticas y uso inapropiado del equipo de ordeño (Wilson, *et al.*, 2000). La selección adecuada de selladores, el sellado antes y después del ordeño; la de densidad de población y el nivel de células somáticas del hato (Fox, 1992; Huxley *et al.*, 2002).

Es posible que algunas cepas del agente tengan también el potencial de virulencia para infectar a la vaca y el hombre, desarrollando una infección cruzada entre biotipos exóticos de origen bovino y humano (Zadoks *et al.*, 2000).

Durante ciertas épocas del año debido a las condiciones climáticas, aumenta la tasa de casos de mastitis; durante el verano pueden ocurrir un mayor número de casos de mastitis subclínica, durante el otoño pueden observarse un mayor número de casos incrementarse los casos de la enfermedad durante el periodo seco de la vaca. Sin las medidas adecuadas de higiene en el área de vacas secas, durante las tres primeras semanas del periodo seco y en las últimas dos semanas antes de producirse el parto, se desarrollan casos de mastitis clínica los cuales tienden a ser recurrentes durante la lactancia (Khaita *et al.*, 2000).

Los terrenos agrícolas y el manejo de pastizales, el contenido de nitrógeno pueden influir sobre la actividad de las células somáticas en leche afectando su calidad (Phillips *et al.*, 2000). A su vez los desbalances en la ración pueden incrementar la susceptibilidad de las vacas a sufrir mastitis, si observamos que la presentación de la mastitis y el nivel de células somáticas en la leche mejora sensiblemente mediante una suplementación adecuada de vitaminas A y E. (Baldi *et al.*, 2000). Algunos estudios refieren el efecto benéfico de una dieta adicionada con Selenio, Cromo, Metionina y Zinc los cuales modulan la resistencia celular a la infección intraglandular por *S. aureus* (Hogan *et al.*, 1990; Weiss *et al.*, 1990). También se observan diferencias en el nivel de células somáticas entre las vacas en pastoreo y las confinadas (Kearney *et al.*, 2004).

### 3 DESARROLLO DE LA INFECCIÓN POR *Staphylococcus aureus* EN LA GLÁNDULA MAMARIA

La infección por *S. aureus* se desarrolla debido a la contaminación y colonización del pezón, posteriormente su invasión por el canal del pezón y el tejido glandular, afectando los mecanismos resistencia y defensa de ubre (Fox y Norell, 1994; De Vlieghe *et al.*, 2012). Así mismo se ha señalado que las vacas expuestas previamente al *S. aureus* son más susceptibles de sufrir nuevas infecciones por variantes patogénicas de la bacteria, al mostrar variantes genotípicas regionalmente (Dego y Tareke, 2003; Castelani *et al.*, 2013). Las vacas expuestas constantemente a la infección por *S. aureus* muestran altos niveles elevados de células somática y la presencia de anticuerpos anticapsulares, relacionados con la actividad de la prueba de NAGase (Ball y Greer, 1991; Guidry *et al.*, 1991).

Los cambios fisicoquímicos que se presentan en la leche relacionados con la infección intraglandular por *S. aureus* destacan; elevados conteos de células somáticas, aumento del contenido de cloruros y albúmina sérica, así como la alcalinización de la leche (Dekkers *et al.*, 1994; de Haas *et al.*, 2002)

Los casos agudos de mastitis clínica por *S. aureus*, comúnmente se producen en las vacas jóvenes durante el primer periodo de lactancia y vacas crónicamente infectadas (Castañeda - Vázquez *et al.*, 2019). Los principales cambios físicos de la leche de vacas con mastitis clínica son la presencia de tolondrones, fluido sanguinolento y posible material purulento (Bedolla *et al.*, 2019). Casos clínicos más severos son observados cuando se produce una mastitis de tipo gangrenosa asociada al efecto de la  $\alpha$ -hemolisina del *S. aureus*, la cual actúa sobre los capilares sanguíneos. Provocando vasoconstricción y necrosis del endotelio vascular, que deriva en una trombosis venosa y rápida destrucción del tejido glandular. (Velázquez *et al.*, 2005b). En la ubre se observa una coloración azulosa, debido a la isquemia marcada, edema subcutáneo, exudación de suero sanguíneo y necrosis del tejido, crepitación y exfoliación de la piel necrosada de los cuartos afectados.

### 4 DIAGNOSTICO DE MASTITIS POR *Staphylococcus aureus* EN EL HATO

Un diagnóstico oportuno de la mastitis por *S. aureus* en las vacas previene el daño crónico a la glándula mamaria y las pérdidas económicas en producción (Yalcin y Stott, 2000). Además, que proporcionar información a los programas de programas de prevención y control de la enfermedad en el hato lechero (Hogeveen *et al.*, 1995; Osteras y Edge, 2000; Kelly *et al.*, 2000; Peeler *et al.*, 2003).

Actualmente se encuentran disponibles numerosos métodos de diagnóstico clínico para el monitoreo y la vigilancia de la mastitis en los hatos lecheros. Aunque la determinación del nivel de



células somáticas en leche sigue siendo muy útil. En forma paralela se han propuesto sistemas alternativos para diagnóstico en línea de ordeño, basados en la conductividad eléctrica y el análisis de proteínas leucocitarias, que se relacionan estrechamente con las pruebas de ELISA y N- acetil glucosamidasas (Nagase), sin embargo, estos sistemas pueden resultar costosos en su implementación, si se considera el tamaño de hato y el costo-beneficio en la operación (Cooray, 1994)

El conteo de células somáticas es un indicador fehaciente del grado de inflamación de la glándula mamaria. A su vez la estimación indirecta en un rango de células somáticas en leche, se obtiene de forma indirecta al realizar las pruebas de California, Wisconsin y Nagase en las vacas en producción de leche bajo un programa de prevención de la mastitis subclínica (Norman *et al.*, 2000; Middleton *et al.*, 2002; Middleton *et al.*, 2004).

La detección oportuna de las infecciones de la glándula mamaria por *S. aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Streptococcus uberis*, permite instrumentar y reorientar las estrategias de control de la mastitis en el hato lechero para reducir las pérdidas económicas por la enfermedad (Roberson *et al.*, 1994b; Todhunter *et al.*, 1995; Odegard *et al.*, 2003)

El aislamiento bacteriológico de *S. aureus* a partir de los casos clínicos de mastitis y en las vacas al secado, es necesario para evaluar su sensibilidad a los antimicrobianos. Esta práctica permite orientar el tratamiento con los antimicrobianos de mayor efectividad y así evitar la resistencia microbiana del agente, además de promover el uso racional de los antibióticos y evitar el riesgo de la resistencia bacteriana (Berry y Hillerton, 2002).

Por lo general el muestreo bacteriológico en la lactancia, se realiza a partir del tanque recolector de leche y en la línea de ordeño como parte de la rutina sanitaria, necesaria para asegurar la calidad de la leche y la vigilancia del nivel de infección bacteriana del hato (Middleton *et al.*, 2002).

El diagnóstico precoz de la infección en la glándula mamaria por *S. aureus*, evita la diseminación en el hato y el desarrollo de casos de mastitis subclínica y clínica relacionados con el agente (Fox y Adams, 2000). Mediante el método de ELISA es posible detectar a los animales portadores de *S. aureus* cuando se mantiene un programa de prevención y control de la infección en los animales en línea de ordeño (Bartlett *et al.*, 1996). En tanto que los niveles de anticuerpos contra el *S. aureus* en leche, tienden a indicar la persistencia de la infección intraglandular y su asociación con el número de lactaciones (Pluvinage *et al.*, 1991), relacionados con el conteo de células somáticas de las vacas afectadas crónicamente.

Al existir la posibilidad de un incremento en los factores de riesgo asociados a cepas de *S. aureus* de origen animal, que potencialmente puedan ser transmitidas al hombre. Es necesario

desarrollar e instrumentar en el sector oficial programas de vigilancia epidemiológica para el monitoreo de la resistencia a los antibióticos. Así como la caracterización genotípica y fenotípica de los aislamientos asociada al uso de marcadores génicos en los aislamientos (Magalhaes *et al.*, 1990; Prevost *et al.*, 1992), para limitar el riesgo epidemiológico de biotipos exóticos de origen animal de la bacteria. Para prevenir las infecciones humanas e intoxicaciones alimentarias, evitando comprometer seriamente la salud pública.

## 5 CONCLUSIÓN

La mastitis por *S. aureus* es una enfermedad que limita la producción lechera, al afectar la salud de la ubre y la calidad e inocuidad alimentaria de la leche. Constituyendo un riesgo potencial a la salud pública veterinaria, por la posible transmisión de cepas portadoras de factores de virulencia que constituyen un riesgo a la salud por el riesgo en la ocurrencia desarrollo de infecciones cruzadas en los animales y el hombre, además de la contaminación de los productos lácteos frescos.



## REFERENCIAS

- Baldi, A., Savoini, G., Pinotti, L., Monfardini, E., Cheli, F., Dell'Orto, V. 2000. Effects of vitamin E and different energy sources on vitamin E status, milk quality and reproduction in transition cows. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med.* 47(10):599-608
- Ball H.J., Greer D., N-acetyl- $\beta$ -D-glucosaminidase test for screening milk samples for subclinical mastitis, *Vet. Rec.* 129 :507–509.
- Bannerman, T.L., Hancock, G.A., Tenover, F.C., Miller, J.M. 1995. Pulsedfield gel electrophoresis as a replacement for bacteriophage typing of *Staphylococcus aureus*. *J. Clin. Microbiol.* 33: 551–555
- Bartlett, P.C., Erskine, R.J., Gaston, P., Sears, P.M., Houdijk, H.W. 1996. Enzyme-linked immunosorbent assay and microbiologic culture for diagnosis of *Staphylococcus aureus* intramammary infection in cows. *J. Food Protec.* 59(1): 6-10
- Bedolla Cedeño, C., García Cedeño, E., Bedolla García, J. C., Velázquez Ordoñez, V., Valladares Carranza, B., Cordova Izquierdo, A., Castañeda Vázquez, H., Castañeda Vázquez, M. A., Wolter, W. 2019. La glándula mamaria de la vaca: La mastitis bovina ISBN 9786078490752. <https://drive.google.com/file/d/1SCTf0w18SY6c53YDek7ZRNv0AMJIXzF8/view>
- Berry, E.A and Hillerton, J.E. 2002. The effect of selective dry cow treatment on new intramammary infections. *J Dairy Sci.* 85(1):112-121
- Capurro, A., Aspán, A., Unnerstad, H.E., Waller, K.P., Artursson, K. 2010, Identification of potential sources of *Staphylococcus aureus* in herds with mastitis problems. *J. Dairy Sci.* 93: 180-191.
- Castañeda Vázquez H., Castañeda Vázquez M. A., Serratos Arevalo, J. C., Wolter W., Padilla Ramírez, J.F., Salas Castañeda E.P. 2019. Mecanismos de defensa de la ubre. La mastitis bovina ISBN: 9786078490752. <https://drive.google.com/file/d/1SCTf0w18SY6c53YDek7ZRNv0AMJIXzF8/view>
- Castelani, L., Silva Santos, F.A., dos Santos Miranda, M., Zafalon, L.F, Rodrigues Pozzi, C., Rodrigues J., Arcaro, P. 2013. Molecular Typing of Mastitis-Causing *Staphylococcus aureus* Isolated from Heifers and Cows. *Int. J. Mol. Sci.* 14: 4326-4333
- Cooray, R. 1994. Use of bovine myeloperoxidase as an indicator of mastitis in dairy cattle. *Vet.Micr.* 42: 317-326
- de Haas, Y., Barkema, H.W and Veerkamp, R.F. 2002. The effect of pathogen-specific clinical mastitis on the lactation curve for somatic cell count. *J Dairy Sci.* 85(5):1314-1323
- de Haas, Y., Veerkamp, R.F., Barkema, H.W., Grohn, Y.T., Schukken, Y.H. 2004. Associations between pathogen-specific cases of clinical mastitis and somatic cell count patterns. *J Dairy Sci.* 87(1):95-105.
- De Oliveira, A.P., Watts, J.L., Salmon, S.A., Aarestrup, F.M. 2000. Antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis in Europe and the United States. *J Dairy Sci.* 83(4):855-862.

De Vlieghe, S., Fox, L.K., Piepers, S., McDougall, S., Barkema, H.W. 2012. Invited review: Mastitis in dairy heifers: Nature of the disease, potential impact, prevention, and control. *J. Dairy Sci.* 95:1025–1040

Dego, O.K and Tareke, F. 2003. Bovine mastitis in selected areas of southern Ethiopia. *Trop Anim Health Prod.* 35(3):197-205

Dekkers, J.C.M., Mallard, B.A., Leslie, K. E. 1994. Genetic Improvement of resistance to mastitis of dairy cattle with special emphasis on somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 77(2): 616-618.

Fox, L. K. 1992. Colonization by *Staphylococcus aureus* on chapped teat skin effect of iodine and chlorhexidine post milking disinfectants *J. Dairy Sci.* 75(1): 66-71.

Fox, L. K and Norell, R. J. 1994. *Staphylococcus aureus* colonization of teat skin as affected by post milking teat treatment when exposed to cold and windy conditions. *J Dairy Sci.* 77(8): 2281-2288

Fox, L.K, and Adams, D.S. 2000. The ability of the enzyme-linked immunosorbent assay to detect antibody against *Staphylococcus aureus* in milk following experimental intramammary infection. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health.* 47(7):517-526

Giannechini, R., Concha, C., Rivero, R., Delucci, I., Moreno Lopez, J. 2002. Occurrence of clinical and sub-clinical mastitis in dairy herds in the West Littoral Region in Uruguay. *Acta Vet Scand.* 43(4):221-30

Gilbert, R. O; Gröhn, Y. T., Miller, P. M., Hoffman, D. J. 1993. Effect of parity on periparturient neutrophil function in dairy cows. *Vet Immunol Immunopath* 36: 75-82.

Guidry, A. J., Oliver, S.P., Squiggins, K.E., Erbe, E.F., Dowlwn, H.H., Hambleton, C.N., Berning, L.M. 1991. Effect of anticapsular Antibodies on neutrophil phagocytosis of *Staphylococcus aureus*. *J Dairy Sci.* 74(10) 3360-3369.

Hayakawa, Y., Akagi, M., Hayashi, M., Shimano, T., Komae, H., Funaki, O., Kaidoh, T., Takeuchi, S. 2000. Antibody response to toxic shock syndrome toxin-1 of *Staphylococcus aureus* in dairy cows. *Vet Microbiol.* 15;72(3-4):321-327.

Hogan, J. S., Smith, Weiss, W. P., Todhunter, D. A., Schockey, W. L. 1990. Relationships among vitamin E, selenium, and bovine blood neutrophils. *J Dairy Sci* 73: 2372-2378

Hogeveen, H., Van Vliet, J. H., Noordhuizer-Stassen, E. N., De Koning, C., Tepp, D. M., Brand, A. .1995. Knowledge based system for diagnosis of mastitis problems at the herd level -2- Machine milking. *J Dairy Sci.* 78(7): 1441-1455

Huxley, J.N., Greent, M.J., Green, L.E., Bradley, A.J. 2002 .Evaluation of the efficacy of an internal teat sealer during the dry period. *J Dairy Sci* 85(3):551-561

Jaramillo, J.A. 1995. Factores de riesgo asociados a infecciones subclínicas producidas por biotipos humano y bovino de *Staphylococcus aureus*. Tesis de maestría, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México

Kearney, J.F., Schutz, M.M., Boettcher, P.J. 2004. Genotype x environment interaction for grazing vs. confinement. II. Health and reproduction traits. *J Dairy Sci.* 87(2):510-516.

- Kehrli, E. M and Shuster, D. E. 1994. Factors affecting milk somatic cells and their role in health of the bovine mammary gland. *J. Dairy Sci*, 77(2): 619-627
- Kelly, A.L., Tiernan, D., O'Sullivan, C., Joyce, P. 2000. Correlation between bovine milk somatic cell count and polymorphonuclear leukocyte level for samples of bulk milk and milk from individual cows. *J Dairy Sci* 83(2):300-304.
- Khaita, M.L., Wittum, T.E., Smith, K.L, Henderson, J.L., Hoblet, K.H., Herd, H. 2000. Characteristics and management practices associated with bulk-tank somatic cell counts in herds in official Dairy Herd Improvement Association programs in Ohio. *Am J Vet Res*. 61(9):1092-1098
- Lee, J.W., O'Brien, C.N., Guidry, A.J., Paape, M.J., Shafer-Weaver, K.A., Zhao, X. 2005. Effect of a trivalent vaccine against *Staphylococcus aureus* mastitis lymphocyte subpopulations, antibody production, and neutrophil phagocytosis. *Can J Vet Res*. 69:11-18
- Leitner, G., Eligulashvily, R., Krifucks, O., Perl, S., Saran, A. 2003. Immune cell differentiation in mammary gland tissues and milk of cows chronically infected with *Staphylococcus aureus*. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health*. 50(1):45-52.
- López-Vázquez, M., Martínez-Castañeda, JS., Talavera-Rojas, M., Valdez-Alarcón, J.J., Velázquez-Ordóñez, V. 2015. Detección de los genes *mecA*, *mecR1* y *mecI* en cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina de origen bovino aisladas en unidades de producción lechera familiar, México. *Arch Med Vet*. 47 (2): 245-249.
- Magalhaes, L.C.A., Moreno, G., Curi, P.C., Gottschalk, A.F., Modolo, J.R., Horacio, A., Correa, A., Pavan, C. (1990) Characteristics of *Staphylococcus aureus* from subclinical bovine mastitis in Brazil. *British Vet J*. 146:443-448.
- McGuinness, A. W., Kobayashi, D. S., DeLeo R. F. 2016. Evasion of Neutrophil Killing by *Staphylococcus aureus*. *Pathogens*. 5: 32
- Middleton, J.R., Fox, L.K., Gay, J.M., Tyler, J.W., Besser, T.E. 2002. influence of *Staphylococcus aureus* strain-type on mammary quarter milk somatic cell count and N-acetyl-beta-D-glucosaminidase activity in cattle from eight dairies. *J Dairy Sci*. 85(5):1133-1140.
- Middleton, J.R., Hardin, D., Steevens, B., Randle, R., Tyler, J.W. 2004. Use of somatic cell counts and California mastitis test results from individual quarter milk samples to detect subclinical intramammary infection in dairy cattle from a herd with a high bulk tank somatic cell count. *J Am Vet Med Assoc*. 224(3):419-423.
- Nickerson, C. 1993. Studying the effect of back flushing milking units. *Vet med Apr*. 375-386
- Niellen, M., Schukken, H. S., Brand, A., Deluyker, H. A., Maatje, K. 1995. Detection of sub clinical mastitis from on line milking parior data. *J Dairy Sci*. 78(5): 1039-1049
- Norman, H.D., Miller, R.H., Wright, J.R., Wiggans, G.R. 2000. Herd and state means for somatic cell count from dairy herd improvement. *J Dairy Sci*. 83(12):2782-2788.
- Odegard, J., Klemetsdal G., Heringstad, B. 2003 Genetic improvement of mastitis resistance: validation of somatic cell score and clinical mastitis as selection criteria. *J Dairy Sci*. 86(12):4129-4136.

- Osteras, O and Edge, V.L. 2000. Factors prior to dry period associated with high and low levels of cow milk somatic cell counts in next lactation. *Acta Vet Scand.* 41(1):63-77
- Peeler, E.J., Green, M.J., Fitzpatrick, J., Green, L.E. 2003. The association between quarter somatic-cell counts and clinical mastitis in three British dairy herds. *Prev Vet Med.* 59(3):169-180
- Phillips, C.J., Chiy, P.C., Arney, D.R., Kart, O. 2000 Effects of sodium fertilizers and supplements on milk production and mammary gland health. *J Dairy Res.* 67(1):1-12.
- Piccinini, R and Zecconi, A. 2001. Relationship among plasmids recovered from *Staphylococcus aureus*, milk leukocytes, and antimicrobial resistance. *J. Dairy Sci.* 84(12):2641-2648.
- Pluvinage, P., Ducruet, T., Josse, J., Monicat, F. 1991. Facteurs des risques mammittes des vaches laitières. Résultats d'enquête. *Rec Méd Vet.* 177(2):105-112
- Prevost, G., Jaulhac, B., Piemont, Y. 1992. DNA finger printing by pulsed gel electrophoresis is more effective than ribotyping in distinguishing among methicillin resistant *Staphylococcus aureus* isolates. *J of clin Microbiol.* 30(4):967-973
- Riollet, C., Rainard P., Poutrel, B. 2000. Cells and cytokines in inflammatory secretions of bovine mammary gland. *Adv Exp Med Biol.* 480: 247–258.
- Roberson, J.R., Fox, L. K; Hancock, D. D., Gay, J. M. 1994b. Ecology of *Staphylococcus aureus* isolated from various sites on dairy farms. *J Dairy Sci.* 77(11): 3354-3364
- Roberson, J.R., Fox, L.K., Hancock, D.D., Gay, J.M., Besser, T.E. 1994a. Coagulase-positive *Staphylococcus* intramammary infections in primiparous dairy cows. *J Dairy Sci.* 77: 958–969.
- Ruegg, P.L., Tabone, T.J. 2000. The relationship between antibiotic residue violations and somatic cell counts in Wisconsin dairy herds. *J Dairy Sci.* 83(12):2805-2809.
- Todhunter, D. A., Smith, K. L., Hogan, J. S. 1995. Environmental Streptococcal intramammary infections of the bovine mammary gland. *J Dairy Sci.* 78(11): 2366-2374
- Velázquez, O.V., Monter, F.J.L., Perez, S.V. 1989. Frecuencia de aislamiento de *Staphylococcus aureus* en explotaciones familiares del valle de Toluca. 1er Congreso internacional sobre ganado lechero del estado de México. (CIGALEM). Texcoco, México. Pp. 27-29
- Velázquez, O.V., Monter, F.J. y Gómez, C.J. 1992. Prevalencia de mastitis subclínica en explotaciones lecheras familiares ejidales en Almoloya de Juárez, México. XII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias, (PANVET). Santiago de Chile, Chile. Pp312
- Velázquez, O.V., Zamora, E.J.L., Montes De Oca, J.R. 1994. Production de haemolisyn, beta lactamase types I and II in *Staphylococcus aureus* strains (human biotype) isolated in the Toluca valley VIIth International symposium of veterinary laboratory diagnosticians. Buenos Aires, Argentina.
- Velázquez O. V., Pescador S. N., Saltijeral O. J., Gorodezky L. C. (2005a): Epidemiología, prevención y control de la mastitis por *Staphylococcus aureus* en vacas lecheras: Enfermedades de importancia económica en producción animal. Rogers, V.I. McGraw-Hill Interamericana, México D.F. Pp. 325-331.

Velázquez V.O., Vázquez, C.J., Pescador, S.N., Saltijeral, O.J. (2005b). Nivel de células somáticas en leche y resistencia de las vacas lecheras a la mastitis. *Revista de producción animal*. 20(207): 15-23. ISSN 1578-1526

Weiss, W, P; Todhunter, D. A., Schockey, W. L. 1990. Relationships among vitamin E, selenium, and bovine blood neutrophils. *J Dairy Sci*. 73: 2372-2378

Wilson, D.J., Gonzalez, R.N., Southwick, L.H., Guard, C.L. 2000. Evaluation of an experimental milking pulsation system for effects on milking and udder health. *J Dairy Sci*. 83(9):2004-2007

Yalcin, C and Stott, A.W.2000.Dynamic programming to investigate financial impacts of mastitis control decisions in milk production systems. *J Dairy Res*.67(4):515-528

Zadoks, R.; van Leeuwen, W., Barkema, H., Sampimon, O., Verbrugh, H., Schukken, Y.H., van Belkum, A. 2000. Application of pulsed-field electrophoresis and binary typing as tools in veterinary clinical microbiology and molecular analysis of bovine and human *Staphylococcus aureus* isolates. *Infect. Immun*. 38, 1931–1939.