



Universidad Veracruzana



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

XII Curso Internacional Teórico Práctico “Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina”

Impacto económico de la mastitis bovina en la lechería tropical

José Alfredo Villagómez Cortés^{1*}

Patricia Cervantes Acosta²

¹ Academia de Administración y Estadística, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia -
Universidad Veracruzana. Veracruz, México. avillagomez@uv.mx

² Laboratorio de Biología Molecular, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia -
Universidad Veracruzana. Veracruz, México. pcervantes@uv.mx

Red Internacional de Cuerpos Académicos Salud Animal e Inocuidad de los Alimentos.

H. Veracruz, Ver., Octubre de 2013.

Resumen

La mastitis sigue siendo el problema de salud más frecuente en ganado lechero, por lo que estimar su importancia económica resulta de interés. Sin embargo, existen distintas circunstancias que determinan una amplia variación en los costos asociados con la presencia de mastitis, particularmente en condiciones de lechería tropical, donde el número de estudios realizados al respecto es escaso. Parte de estas diferencias se deben a las características propias de la mastitis y a las distintas metodologías utilizadas para calcular el impacto económico, lo que resulta en que sus resultados se deban interpretar con cuidado. La naturaleza multifactorial de la mastitis hace necesario que para establecer un programa efectivo de prevención y control de mastitis se identifiquen con precisión los factores y condiciones particulares del hato de interés asociadas con la presencia de mastitis tanto clínica como subclínica. Los costos económicos asociados con mastitis son de dos tipos: directos: reducción y/o pérdida de la producción láctea, leche desechada, servicios veterinarios, medicamentos y manejo adicional; e indirectos: reducción en la producción, desecho involuntario de vacas y disminución de la calidad de la leche. Para facilitar la comparación entre diferentes estudios, se sugiere desarrollar y validar una metodología para calcular el impacto económico de la mastitis en un hato y para efectuar el análisis beneficio-costos de los programas diseñados para su prevención y control, tanto de forma integral, como para cada uno de sus componentes.

Palabras clave: bovinos lecheros, producción lechera, rentabilidad económica, ubre.

Introducción

El objetivo final de la industria lechera es maximizar la rentabilidad de sus operaciones. Ello implica realizar un buen manejo zootécnico y evitar la aparición de problemas de salud en los animales. Los progresos realizados en diversas disciplinas determinan que en la actualidad la rentabilidad dependa más de la reducción en los costos que del incremento en los ingresos. El informe más reciente del Sistema Nacional de Monitoreo de Salud Animal de los Estados Unidos señala a la mastitis clínica como el problema de salud más frecuente del ganado lechero, seguido de cojeras, infertilidad, paresia puerperal hipocalcémica y retención placentaria (National Animal Health Monitoring System, 2007).

XII. Curso Internacional Teórico-Práctico
“Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina”

21 al 24 de Octubre de 2013

Veracruz, México

Cuantificar el impacto de la mastitis no es tarea sencilla. En primer término, el propio concepto de mastitis, entendida como el proceso de inflamación de la glándula mamaria debida a diferentes causas, implica la posible presencia de múltiples agentes etiológicos - si bien los más comunes son de naturaleza infecciosa- y conlleva ya cierta imprecisión. La ambigüedad se complica con la extrema variación que es posible observar en la frecuencia de mastitis por hato, por vaca y por cuarto glandular.

La multitud de posibles agentes causales y la multiplicidad de las posibles condiciones ambientales involucradas (Cuadro 1), contribuyen también a una gran variación en la severidad y duración de los episodios de mastitis.

De acuerdo con su presentación, la mastitis puede ser clínica o subclínica. Si bien a primera vista pudiera pensarse que la mastitis clínica es más importante, lo opuesto es la realidad. Según Philpot y Nickerson (1991), la mastitis subclínica es tres a cuatro veces más frecuente que la mastitis clínica y ocasiona mayores pérdidas económicas debido a la marcada reducción en la capacidad de síntesis y secreción de la glándula mamaria que produce, además de que en la práctica, pasa desapercibida para todas las personas encargadas del ordeño, pues las vacas con mastitis subclínica se ordeñan normalmente y no se reconocen como animales con problemas de salud. Así, se estima que un hato lechero en apariencia sano tiene entre 15 y 45 % de sus vacas en producción con mastitis subclínica en algún momento de su periodo de producción y que la capacidad potencial para producir leche se reduce hasta en un 35 % (Wattiaux, 2013). La mastitis subclínica ocasiona también una alteración significativa de sus componentes químicos: proteína, grasa, lactosa, caseína, sólidos totales y contenido de minerales que afectan de manera negativa su calidad industrial y aumentan los costos para su procesamiento (National Animal Health Monitoring System, 2007).

La comparabilidad entre los resultados de diferentes estudios es difícil. Esto se debe a los distintos enfoques que se adoptan al definir los conceptos en que se considera inciden las pérdidas, a las grandes diferencias que existen en la fuente de los datos de campo y los métodos de medición usados, en las diferentes metodologías usadas para el análisis económico y en la confiabilidad y consistencia de los cálculos (Schepers y Dijkhuizen, 1991). Favorecen también esta variación diversas externalidades, así como las asimetrías en los costos y en los precios corrientes que existen entre países, e incluso

XII. Curso Internacional Teórico-Práctico
“Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina”
 21 al 24 de Octubre de 2013
 Veracruz, México

entre regiones en un mismo país. Así, por ejemplo, el costo de la mano de obra puede ser superior en una zona que en otra, mientras que en lo relativo al valor económico de una vaca de desecho ocurre lo opuesto. Todos estos factores ejercen un peso importante en las diferencias observadas en los diferentes estudios y contribuyen a que el efecto de la mastitis sea difícil de cuantificar y de asignarle un valor económico.

Cuadro 1. Factores predisponentes y asociados con la presencia de mastitis bovina que deben considerarse para determinar su impacto económico.

Intrínsecos	Extrínsecos	
Edad/número de parto	Condiciones ambientales (temperatura, humedad, precipitación pluvial)	
Raza		
Influencia del potencial genético y la producción de leche		
Momento en la lactancia		
Duración de la lactancia		
Estado reproductivo/etapa en la gestación		
Temperamento de la vaca		
Volumen de producción láctea		
Características anatómicas e histológicas de la ubre		
Compromiso, limitaciones y deficiencias en el sistema inmunológico		
Deficiencias nutricionales (energía, proteína, minerales, vitaminas)		
		Estrés calórico
		Época del año
		Tamaño del hato
		Características del aire, agua, suelo y equipo de ordeño
		Presencia de microorganismos patógenos en la ubre y en el ambiente
	Estimulación del sistema mamario y atención de la vaca antes y durante el ordeño	
	Manejo e higiene antes, durante y después del ordeño	
	Influencia del equipo de ordeño (vacío, pulsación y sobreordeño)	
	Procedimiento y rutina del ordeño	
	Mantenimiento del equipo de ordeño y su calibración	
	Frecuencia del ordeño	
	Medidas y frecuencia de diagnóstico, prevención y control de la mastitis	
	Medidas de prevención y control de la mastitis al momento del secado	
	Manejo de la mastitis clínica	

Fuente: Elaboración de los autores con datos de varias fuentes.

XII. Curso Internacional Teórico-Práctico
“Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina”
21 al 24 de Octubre de 2013
Veracruz, México

Además de los factores que se describen en el Cuadro 1, existen otras particularidades de las condiciones tropicales que influyen en la determinación del impacto económico de la mastitis en regiones tropicales. Entre estas cabe destacar las siguientes: carencia y/o inconsistencia de registros productivos y económicos, -sobre todo en lo tocante a mastitis-, presencia de enfermedades concomitantes y escasa atención brindada por los expertos al problema. Como se sabe, las condiciones de trópico húmedo favorecen la proliferación de agentes infecciosos y parasitarios; entonces, en una vaca afectada por mastitis en condiciones de campo, es difícil desagregar la merma en producción atribuida a mastitis de la ocasionada por garrapatas, moscas, helmintos gastroentéricos y la probable presencia de alguna enfermedad infecciosa concomitante.

En síntesis, los factores que contribuyen a la presentación de mastitis son múltiples y rara vez aparecen de forma individual. Por tanto, para establecer un verdadero programa de prevención y control de mastitis en un hato lechero es necesario identificar bajo las condiciones particulares del hato de interés, los factores más relevantes para la presentación tanto de la mastitis clínica como subclínica.

Factores de riesgo para mastitis

Los factores de riesgo y los factores protectores son características de un individuo (o grupo) y/o de su ambiente que hacen más probable o improbable el desarrollo de un problema determinado. Los estudios epidemiológicos realizados con hatos bovinos han identificado diferentes factores de riesgo para mastitis. Por ejemplo, en el Reino Unido se reconocieron como tales el sistema de alojamiento, la higiene en el área de partos y en los corrales de reunión y descanso (Peeler *et al.*, 2000). En Suecia, se halló que un primer parto tardío, las primeras etapas de la lactación, las vacas viejas, con ubres profundas o con una alta producción era más probable que desarrollaran mastitis (Carlén *et al.*, 2004). En concordancia con lo anterior, en Suiza también se observó que los riesgos de ocurrencia de mastitis subclínica se incrementaban significativamente con una edad avanzada de la vaca, pero también conforme aumentaban los días posparto; por el contrario, se encontró un riesgo de mastitis subclínica significativamente menor en las unidades productivas en que de manera rutinaria se efectuaban pruebas diagnósticas para reconocer mastitis subclínica (Busato *et al.*, 2000). En Holanda, una mayor tasa de mastitis clínica se encontró asociada con la presencia de problemas en la ubre (como

XII. Curso Internacional Teórico-Práctico
“Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina”
21 al 24 de Octubre de 2013
Veracruz, México

daños por pisoteo, goteo de leche o sellado incompleto del pezón), carencia de desinfección en el área de maternidad tras el parto, y promedio anual de células somáticas por arriba de 150,000 células/ml (Elbers *et al.*, 1998).

En Bangladesh, el riesgo de adquirir mastitis clínica bovina fue mayor en la estación húmeda, en pisos parcial o totalmente mojados, en vacas con mayor producción láctea, con escasa higiene de la ubre o padeciendo enfermedades periparto (Rahman *et al.*, 2009). En Egipto, Elbably *et al.* (2013) reconocieron un efecto altamente significativo en la prevalencia de mastitis de las variables: edad, etapa de la lactancia, número de parto, infestación por garrapatas, antecedentes de mastitis clínica e higiene de la granja.

En teoría, el conocimiento sobre los factores de riesgo que los estudios epidemiológicos han detectado, debería usarse para elaborar los programas de prevención y control. No obstante, en la literatura revisada, no se encontraron muchas evidencias de su aplicación. Por el contrario, muchos de los programas modernos de salud y manejo de la vaca lechera se orientan a la prevención a través de estrategias y medidas que pueden implementarse desde el nacimiento hasta el estado seco post lactacional; las cuales suelen incluir más higiene y manejo y menos uso de antibióticos, ya que estos también ocasionan una reducción en la capacidad de producción de la vaca durante la lactación (Philpot y Nickerson, 1988). Sin embargo, todas estas medidas parecen no haber sido validadas, ya no se diga con un enfoque científico, sino por lo menos empírico. En consecuencia, al no someterse cada actividad incluida en dichos programas a un riguroso análisis beneficio-costo, la rentabilidad de la unidad productiva se reduce, al invertir en prácticas preventivas y de control cuya utilidad, en el mejor de los casos, es dudosa.

Conceptos Económicos

En algunos estudios sobre análisis económico, es posible apreciar confusiones en varios conceptos, en particular entre los términos "pérdida" y "costo", por lo que es importante primero aclarar la terminología (Petrovski *et al.*, 2006).

a) **Pérdida:** implica un beneficio que se deja de obtener (por ejemplo, la pérdida de producción debida a que la leche contaminada se debe desechar); alternativamente,

XII. Curso Internacional Teórico-Práctico
“Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina”
 21 al 24 de Octubre de 2013
 Veracruz, México

representa un beneficio potencial que no se realiza (tal como una evidente disminución en la producción de leche).

b) **Gastos:** representan algunos efectos económicos que resultan de la enfermedad y que se manifiestan como insumos adicionales requeridos para la producción animal (por ejemplo, el tratamiento y la prevención de la mastitis).

c) **Costo económico:** es el valor monetario de todos los efectos económicos, tanto las pérdidas como los gastos, como consecuencia de la aparición de la enfermedad (Bennett *et al.*, 1999; McInerney *et al.*, 1992; Seegers *et al.*, 2003).

Para evaluar el impacto económico directo de la mastitis, se tienen que sumar los costos (es decir, el uso de recursos extra) y las pérdidas (es decir, la reducción de ingresos). Para apoyar la toma de decisiones para el control de salud de la ubre, es necesario el uso de un enfoque marginal, basado en la comparación de las pérdidas evitadas y los costos adicionales de los planes modificados, en comparación con los existentes (Seegers *et al.*, 2003).

Cuadro 2. Conceptos de centros de costeo comúnmente considerados en el cálculo del impacto económico de la mastitis bovina.

Costos Directos	Costos Indirectos
Reducción y/o pérdida de la producción láctea	Reducción en la producción (leche no producida, en comparación con una vaca sana)
Leche desechada (por residuos de antibióticos) o degradada	Desecho involuntario de vacas
Servicios veterinarios	Disminución de la calidad de la leche debido a cambios en su composición
Tratamiento	
Manejo adicional	

Modificado de: Rajala-Schultz *et al.*, 1999; Østeras, 2000.

Como señala Østeras (2000), si bien las pérdidas económicas asociadas con mastitis son una preocupación importante de los productores lecheros, algunos de los costos involucrados suelen no ser tan evidentes para ellos (Cuadro 2). Estos costos indirectos representan “costos ocultos” cuyo cálculo puede no resultar sencillo. Cuando se

XII. Curso Internacional Teórico-Práctico
“Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina”
21 al 24 de Octubre de 2013
Veracruz, México

estima el impacto económico que la mastitis tiene para la industria lechera hay que añadir el costo de los programas de control. Como se mencionó antes, las pérdidas directas por mastitis son los únicos costos evidentes para el productor lechero. La diferencia aritmética entre los costos de la mastitis y los beneficios derivados de un programa de control de mastitis pueden dar una idea de la eficacia económica del programa de control de mastitis, pero en pocas ocasiones se cuantifican los beneficios de dicho programa.

Otros costos para la industria lechera que por lo regular no se consideran incluyen: la inversión en el desarrollo de nuevos productos que prevengan y controlen la mastitis; el gasto en actividades de investigación para determinar prevalencias, agentes causales, factores de riesgo y otros; la organización y realización de cursos, seminarios publicaciones y otras diversas actividades de difusión y educación continua dirigidos a profesionales y productores para mejorar los programas de control de mastitis.

Calculo del costo económico de la mastitis

Se han desarrollado algunas fórmulas para estimar las pérdidas ocasionadas por mastitis:

Mastitis subclínica

Reducción en la producción: (número de vacas) x (% de perdida) x
(producción/vaca en el período) x (precio unitario de leche)

El cálculo de la pérdida por mastitis subclínica se basa en el conteo promedio de células somáticas en la leche, de acuerdo con el Cuadro 3.

Cuadro 3. Pérdida de producción (%) en función del conteo de células somáticas en leche y presencia de mastitis subclínica en el hato.

Conteo de células somáticas (miles)	Cuartos infectados (%)	Pérdida de producción láctea (%)	Mastitis subclínica
< 200	6	0-5	Cercana a cero
201 - 500	16	6-9	Pocos casos
501 - 10000	32	10-18	Diseminada
>1000	48	19-29	Epidémica

Fuente: Wattiaux (2013).

XII. Curso Internacional Teórico-Práctico
“Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina”
21 al 24 de Octubre de 2013
Veracruz, México

Mastitis clínica

Pérdidas por reducción de lactancia: (número de casos clínicos) x (pérdida de 3%) x
(producción por lactancia) x precio unitario de leche

Pérdidas causadas por leche no entregada: (número de casos clínicos) x (producción por
día en lactancia/número de ordeños por día) x
(días de retiro:3) x precio unitario de leche

Costos por tratamiento: (número de casos clínicos) x (costo del tratamiento)

Pérdidas debido a descarte prematuro: (número de vacas descartadas por mastitis) x
(monto promedio de pérdida por vaca)

Costo de la mastitis

A partir de cuatro publicaciones, Schepers y Dijkhuizen (1991) estimaron una pérdida total anual por mastitis equivalente a 1,277 kg de leche por vaca presente en el hato, así como 267 kg por cada caso de mastitis clínica. Con base en datos de nueve documentos, estos autores calcularon que la rentabilidad de un programa de control de mastitis oscilaba entre USD\$ 19.65 y \$ 274.50 por vaca presente en el hato. Pérez-Cabal *et al.* (2008) señalan que el costo económico de la mastitis oscila entre 43 € y 189 € (equivalente a 145 € a 325 € por vaca y año), en función de la unidad monetaria y el país (es decir, los precios corrientes), la severidad, la edad de la vaca, y de los conceptos considerados en los cálculos.

Del análisis de varias publicaciones en relación con pérdidas de la producción, se propusieron 375 kg de leche para un caso clínico (5% en el nivel de la lactancia) y 0.5 kg por un incremento al doble de la cuenta de células somáticas de una vaca. Debido al periodo de retiro después del tratamiento, los cambios en la composición de leche pueden casi ser ignorados en los cálculos económicos (Seegers *et al.*, 2003).

Como se mencionó con anterioridad, existen fuertes variaciones en los cálculos de pérdidas por mastitis, de modo que la distribución de estos costos cambia de un hato a otro y de una región a otra de acuerdo con las características del ambiente. Sin embargo, en general, la mayor pérdida causada por la mastitis se atribuye al valor de la producción láctea perdida (alrededor del 70% del total), el costo de las vacas desechadas debido a eliminación prematura (cerca de un 15%), el monto de la leche degradada o desechada y

**XII. Curso Internacional Teórico-Práctico
"Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina"**

21 al 24 de Octubre de 2013

Veracruz, México

el gasto en tratamiento y gastos veterinarios (entre 5 y 10% en cada caso) y costos diversos (incluso la mano de obra adicional, menos de 5%). Así, en las condiciones de Noruega en que la cuenta de células somáticas es baja, la pérdida más grande se debe a los costos de tratamiento de los casos clínicos (48%) y al costo de los reemplazos (27%) (Østeras, 2000), pero en España, la mayor pérdida se atribuyó a la leche desechada, pues representó 74% del costo total por caso de mastitis (Pérez-Cabal *et al.*, 2008).

Contra lo que pudiera pensarse, las pérdidas totales por mastitis no son el punto central. Lo más importante para los productores y los veterinarios es determinar que tanto se pueden reducir estos costos. En primer término, la distribución de los costos debe servir de guía para estructurar un programa de prevención y control de mastitis. El reducir los costos es el beneficio oculto de un programa de mastitis que estimula a un productor a mejorar la salud de la ubre y que crea un mercado para la medicina veterinaria preventiva. Estos beneficios pueden no ser muy evidentes y estimar las cifras para incrementar el margen bruto resulta una dificultad académica (Østeras, 2000; Halasa *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El impacto económico de la mastitis debe abordarse a nivel de hato, pues depende de múltiples condiciones epidemiológicas, administrativas y económicas locales y regionales, así como de características específicas de las vacas y de manejo del hato.

Existe abundante información sobre los costos de la mastitis, pero esta no es consistente en su metodología y las variaciones propias en la enfermedad hacen que las comparaciones sean difíciles. Para facilitar la comparación entre diferentes estudios, se sugiere desarrollar y validar una metodología para calcular el impacto económico de la mastitis y para efectuar el análisis beneficio-costos de los programas diseñados para su prevención y control, así como de cada uno de los componentes de los mismos.

La prevención es la mejor manera de disminuir la problemática y esta a su vez coadyuva a reducir los índices de mastitis clínica y subclínica. El mejor tratamiento para la mastitis es aquel que no se hace porque se ha sido eficiente en la prevención, pero una prevención eficiente implica que cada práctica o actividad incluida en un programa de prevención y control, y el programa mismo, han demostrado su rentabilidad tras someterse a un riguroso análisis beneficio-costos.

XII. Curso Internacional Teórico-Práctico
“Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina”
21 al 24 de Octubre de 2013
Veracruz, México

LITERATURA CITADA

Bennett, R.M., K. Christiansen and R.S. Clifton-Hadley. 1999 Estimating the costs associated with endemic diseases of dairy cattle. *Journal of Dairy Research*, 66: 455–459.

Busato, A., P. Trachsel, M. Schällibaum and J.W. Blum. 2000. Udder health and risk factors for subclinical mastitis in organic dairy farms in Switzerland. *Preventive Veterinary Medicine*, 44 (3–4): 205–220.

Carlén, E., E. Strandberg and A. Roth. 2004. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, and production in the first three lactations of Swedish Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 87: 3062-3070.

Elbably, M.A., H.H. Emeash and N.M. Asmaa. 2013. Risk Factors Associated with Mastitis Occurrence in Dairy Herds in Benisuef, Egypt. *World's Veterinary Journal*, 3(1): 5-10.

Elbers, A.R.W. J.D. Miltenburg, D. De Lange, A.P.P. Crauwels, H.W. Barkema and Y.H. Schukken. 1998. Risk Factors for Clinical Mastitis in a Random Sample of Dairy Herds from the Southern Part of the Netherlands. *Journal of Dairy Science*, 81: 420–426.

Halasa, T., K. Huijps, O. Østerås and H. Hogeveen. 2007. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Veterinary Quarterly*, 29: 18-31

McInerney, J.P., K.S. Howe and J.A. Schepers. 1992. A framework for the economic analysis of disease in farm livestock. *Preventive Veterinary Medicine* 13: 137-154.

National Animal Health Monitoring System. 2007. Dairy 2007. Part I- Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States. Animal and Plant Health Inspection Service, U.S. Department of Agriculture. http://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy07/Dairy07_dr_Part_I.pdf

Østerås O., 2000. The cost of mastitis - an opportunity to gain more money. Institute for Animal Health/Milk Development Council. *Proceedings of the British Mastitis Conference*. Shepton Mallet, UK. pp. 67-77. <http://www.britishmastitisconference.org.uk/BMC2000papers/Osteras.pdf>

Peeler, E.J., M.J. Green, J.L. Fitzpatrick, K.L. Morgan and L.E. Green. 2000. Risk factors associated with clinical mastitis in low somatic cell count British dairy herds. *Proceedings*

XII. Curso Internacional Teórico-Práctico
“Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina”
21 al 24 de Octubre de 2013
Veracruz, México

of the 9th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics.
Breckenridge, Colorado, USA.

Pérez-Cabal, M.A., S. Yaici and R. Alenda. 2008. Clinical mastitis in Spanish dairy cows: incidence and costs. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(4): 615-622.

Petrovski, K.R., M. Trajcev and G.A. Buneski. 2006. A review of the factors affecting the costs of bovine mastitis. *Journal of the South African Veterinary Association*, 77(2): 52–60.

Philpot, W.N. and S.C. Nickerson. 1991. Mastitis Counter Attack. Chicago: Babson Bros. Company, 150 pp.

Rahman, M.A., M.M.U. Bhuiyan, M.M. Kamal and M. Shamsuddin. 2009. The Prevalence and risk factors of mastitis in dairy cows. *Bangladesh Veterinarian*, 26(2): 54 – 60.

Rajala-Schultz, P.J., Y.T. Gröhn, C.E. Cullogh and C. Guard. 1999. Effects of clinical mastitis on milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82: 1213-1220.

Schepers, J.A. and A.A. Dijkhuizen. 1991. The economics of mastitis and mastitis control in dairy cattle: a critical analysis of estimates published since 1970. *Preventive Veterinary Medicine*, 10: 213-224.

Seegers, H., C.H. Fourichon and F. Beaudeau. 2003. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary Research*, 34: 475-491.

Wattiaux, M.A. 2013. “24) Mastitis: prevención y detección”. En: Esenciales Lecheras. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison. Madison, WI, USA. pp. 93-96.
http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_24.es.pdf