



ASOCIACIÓN ENTRE LA MASTITIS SUBCLÍNICA CON LA PÉRDIDA TEMPRANA DE GESTACIÓN EN UN HATO DE VACAS LECHERAS

ASSOCIATION BETWEEN SUBCLINICAL MASTITIS WITH EARLY LOSS OF GESTATION IN A DAIRY COW HERD

Santiago Miranda*^{1,2} , Christian Albuja³  y Humberto Tríbulo^{1,2} 

¹ Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Paraje Pozo del Tigre, Zona General Paz, Córdoba, Argentina

² Universidad Nacional de Córdoba, Escuela Universitaria, Av. Ing. Félix A. Marrone N° 735, Córdoba, Argentina

³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador, Jerónimo Leiton y Gato Sobral, Quito, Ecuador

*Autor para correspondencia: xavierbohorquez9@hotmail.com

Manuscrito recibido el 4 de abril de 2019. Aceptado, tras revisión, el 13 de agosto de 2019. Publicado el 1 de septiembre de 2019.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la asociación entre los diferentes grados de mastitis subclínica con la pérdida temprana de gestación durante los primeros 90 días posteriores al servicio en vacas lecheras Holstein. La investigación se realizó en una explotación lechera ubicada en Ecuador, provincia de Pichincha, cantón Mejía. Para el estudio se analizaron los datos de 619 vacas durante el período de octubre de 2015 hasta octubre de 2016. Se utilizaron tres grupos experimentales clasificados por la severidad de mastitis subclínica diagnosticada por California Mastitis Test (CMT). El Grupo control (CMT 0) vacas que no presentaron mastitis subclínica hasta los 90 días posteriores a la inseminación artificial (IA). El grupo CMT T-1, vacas diagnosticadas con mastitis subclínica grado trazas y grado 1 hasta los 90 días posteriores a la IA y el grupo CMT 2-3, vacas que presentaron mastitis subclínica grado 2 y 3 hasta los 90 días posteriores a la IA. El diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonografía transrectal entre los 28 y 35 días posteriores a la IA y se realizó un seguimiento ecográfico a los 60 y 90 días de gestación. Se encontró una pérdida de gestación entre los 30 a 60 días del 12% y entre los 60 a 90 días del 5%. Con este resultado se evidenció una asociación entre mastitis subclínica grado 2 y 3 con la pérdida temprana de gestación (OR 2,6; $p < 0,01$). Se postula que un proceso infeccioso en la ubre posterior a la IA desencadenaría la liberación de mediadores inflamatorios como la prostaglandina $F2\alpha$ que ocasionaría lisis del cuerpo lúteo y pérdida de la gestación. En conclusión, las vacas que tienen mastitis subclínica de grado 2 y 3 tienen mayor riesgo de pérdida de gestación durante los primeros 90 días posteriores al servicio.

Palabras clave: Bovinos, gestación, luteólisis, mastitis, subclínica.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the relationship between different levels of subclinical mastitis with the early gestation lost during the first 90 post-insemination days in Holstein dairy cattle. The research was made on a dairy farm located in Mejía, Pichincha Province, Ecuador. This research analyzed data from a sample of 619 cows during one year since October 2015 until 2016. Three experimental groups graded by the severity of subclinical mastitis and diagnosed by California Mastitis Test (CMT) were used. The control group (CMT 0), formed by cows that did not present any subclinical mastitis until 90 post-insemination days. The CMT T-1 group, formed by cows diagnosed with subclinical mastitis grade 1 up to 90 post-insemination days and the CMT 2-3 group, cows that presented subclinical mastitis grade 2 and 3 up to 90 post-insemination days. The pregnancy diagnosis was made by transrectal ultrasonography between 28 and 35 post-insemination days and a follow up ultrasound was performed at 60 and 90 days of gestation. A pregnancy loss of 12% was found between 30 to 60 and 5% between 60 to 90 days. With this result a relationship between subclinical mastitis grade 2 and 3 with early pregnancy loss was evidenced (OR 2.6, $p < 0.01$). It is postulated that an infectious process in the udder after the insemination can induce the release of inflammatory mediators such as prostaglandin $F2\alpha$ that would cause lysis of the corpus luteum and loss of gestation. In conclusion, dairy cattle presenting subclinical mastitis grade 2 and 3 have a higher risk of pregnancy loss during the first 90 post-insemination days.

Keywords: Cattle, gestation, luteolysis, mastitis, subclinical.

Forma sugerida de citar: Miranda, S., Albuja, C. y Tríbulo, H. (2019). Asociación entre la mastitis subclínica con la pérdida temprana de gestación en un hato de vacas lecheras. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 30(2):48-56. <http://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.05>.

IDs Orcid:

Santiago Miranda: <https://orcid.org/0000-0001-5160-8401>

Christian Albuja: <https://orcid.org/0000-0002-8457-206X>

Humberto Raúl Tríbulo: <https://orcid.org/0000-0001-7709-7777>

1 Introducción

La mastitis en los bovinos es la enfermedad infecciosa contagiosa de la ubre, en la cual se produce un proceso inflamatorio por invasión a través del canal del pezón de diferentes tipos de bacterias, micoplasmas, hongos, levaduras y algunos virus. Las bacterias de los géneros *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium* y algunos gérmenes Gram- son responsables de más del 90% de las infecciones clínicas y subclínicas. Es la enfermedad más común y costosa que afecta al ganado bovino lechero; hay numerosos estudios que indican la importancia de la enfermedad, principalmente por ocasionar pérdidas económicas y riesgos en la salud pública (Philpot y Nickerson, 2002).

Su impacto principalmente es sobre el volumen y calidad de la producción, el bienestar animal y la reproducción del hato (Hillerton y Berry, 2005). La rentabilidad en la industria lechera depende de entre varios factores de la eficiencia reproductiva. La tasa de concepción, la tasa de detección de celo y la pérdida de gestación están entre los principales factores que determinan la eficiencia reproductiva en hatos lecheros. Sin embargo, la pérdida de gestación puede tener efectos perjudiciales en el éxito económico de los hatos lecheros. Se estima que por cada pérdida de gestación hay una pérdida promedio de USD \$ 640 (Thurmond, Picanso y Jameson, 1990).

Los costos de la mastitis están asociados principalmente a la pérdida de leche, al aumento de las tasas de descarte y a los costos de los tratamientos. Sin embargo, esta enfermedad también afecta indirectamente el desempeño reproductivo en vacas lecheras mediante la alteración de los intervalos interestros, al acortamiento de la fase lútea (luteólisis prematura) y a las pérdidas de gestación (Moore y col., 1991).

Varios estudios han encontrado que la multiplicación bacteriana, la liberación de endotoxinas y las exotoxinas están implicadas en la liberación de mediadores inflamatorios, los cuales podrían provocar una luteólisis (Riollet, Rainard y Poutrel, 2001). Se ha comprobado que los mediadores inflamatorios como las prostaglandinas, histamina leucotrienos y serotonina aumentan los casos de mastitis inducida experimentalmente por medio de infusiones intravenosas de endotoxinas de lipopolisacáridos

(LPS) o por infusiones intramamarias de endotoxina de *Escherichia coli* o de *Salmonella typhimurium* (Blum y col., 2000; Waller, Colditz y Östenson, 2003). Además, existen estudios que han demostrado la síntesis de concentraciones luteolíticas de prostaglandinas después de una infusión de endotoxinas o una septicemia por Gram-negativos. La endotoxina de la *Salmonella enteritidis* intravenosa produce aborto en ratones. Risco, Donovan y Hernandez, (1999) concluyó que el uso de endotoxinas bacterianas causa signos clínicos dosis-dependiente, variando de fiebres transitoria a abortos 24 a 48 horas posteriores al desafío intravenoso.

La mastitis causada por bacterias Gram negativas puede ocasionar bacteriemia en más del 30% de los casos en las vacas afectadas (Wenz y col., 2001). Con respecto a las bacterias Gram positivas, su pared celular está compuesta de muchas capas de mucopeptido peptidoglicano, no tienen endotoxina, pero su presencia en la glándula mamaria provoca una respuesta inflamatoria que es idéntica a la causada por las endotoxinas de las bacterias Gram negativas (Salyers y Whitt, 1994). Por lo tanto, es clara la información que evidencia la influencia de la mastitis sobre las tasas de concepción, mortalidad embrionaria temprana y abortos (Risco, Donovan y Hernandez, 1999; Barker y col., 1988).

2 Materiales y métodos

Los experimentos se realizaron en una ganadería privada que se dedica a la producción de leche bajo un sistema de producción semi-intensivo. Se encuentra ubicada en Ecuador, en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Tambillo; la hacienda está a una altitud de 2827 msnm, existe una temperatura media entre 10 y 25 °C y una pluviosidad de 1157 mm anuales.

2.1 Factores de estudio

La explotación ganadera cuenta con un promedio de 500 vacas de raza Holstein en ordeño, con una producción media de 24 litros vaca/día. Para el ensayo se analizaron los datos de 619 vacas. El periodo de estudio fue realizado durante los meses de octubre del año 2015 hasta diciembre del 2016. Se consideraron vacas en lactación que recibieron alta médica posterior al parto, bovinos que pasaron el

período de espera voluntario de 60 días y que estaban en condiciones de ser inseminadas. Las vacas que presentaron mastitis clínica mediante la prueba de CMT no fueron consideradas en este estudio debido a que recibieron un tratamiento en base de antiinflamatorios y antibióticos para controlar la infección de la ubre.

El diagnóstico de mastitis subclínica fue realizado por el Médico Veterinario de la finca ganadera, utilizando la prueba de campo CMT al grupo de vacas en producción una vez por mes durante el tiempo que duro la investigación. El protocolo para aplicar la prueba fue el siguiente:

Para evitar falsos positivos se realizó el descarte de los primeros chorros de leche de cada pezón, posteriormente se ordeñó en la paleta 2 ml de leche, se añadió una cantidad equivalente de reactivo, se agitó para mezclar la leche con el reactivo y se realizó la lectura: negativo, traza, uno, dos, tres (Zurita, 1982). La prueba de CMT es una herramienta diagnóstica de campo cuyo fundamento consiste en que el detergente rompe las células (lisador) y deja salir su ADN fuera de la membrana celular, estos filamentos de ADN tienen tendencia a formar unas estructuras tipo gel cuando se unen unos con otros (Philpot y Nickerson, 2002). El grado más elevado de inflamación se caracteriza por liberar una mayor concentración de ADN, por lo tanto, el resultado y la interpretación será una reacción tipo gelatina (Smith, 1990; Saran y Chaffer, 2000; Medina y Montaldo, 2003).

Para la interpretación del grado de mastitis subclínica se utilizó la clasificación realizada por Ruíz, (1996):

- Negativo: No hay precipitado por lo tanto no hay infección.
- Trazas (T): Existe ligera precipitación que desaparece al agitar, se forma un velo en el pocillo de la paleta.
- Grado 1: Existe una ligera agitación con algunos filamentos grumosos, al mover la paleta por unos 20 segundos los grumos tienden a

desaparecer, presenta una apariencia de gelatina ligera.

- Grado 2: Toma la apariencia de una clara de huevo, toma consistencia de moco y cae el precipitado en el pocillo de forma lenta, este grado corresponde a una infección seria.
- Grado 3: La reacción tiene una consistencia de coagulo que se queda adherido a la paleta, cae muy lento y este no pierde la forma a pesar de la agitación, este grado corresponde a una infección seria.

2.2 Diagnóstico de gestación

El diagnóstico de gestación fue realizado por un médico veterinario ginecólogo utilizando ultrasonografía transrectal (Mindray DP-10 VET con transductor de 8.5 mHZ) entre los 28 y 35 días post inseminación. El seguimiento de la gestación se realizó en dos ocasiones alrededor de los 60 y 90 días de gestación.

2.3 Grupos Experimentales

2.3.1 Grupo Control

Vacas que fueron diagnosticadas como preñadas a los 30 días posteriores al servicio y que no presentaron mastitis mediante la prueba de CMT hasta los 90 días posteriores a la inseminación artificial (IA).

2.3.2 Grupo 1

Vacas que fueron diagnosticadas como preñadas a los 30 días posteriores al servicio y que presentaron mastitis subclínica grado trazas y mastitis subclínica grado 1 mediante la prueba de CMT hasta los 90 días posteriores a la IA.

2.3.3 Grupo 2

Vacas que fueron diagnosticadas como preñadas a los 30 días posteriores del servicio y que presentaron mastitis subclínica grado 2 y mastitis subclínica grado 3 mediante la prueba de CMT hasta los 90 días posteriores a la IA.

Tabla 1. Odds Ratio (OR) y valor p de los distintos grados de mastitis subclínica.

Grado de Mastitis	N	Vacas con pérdida de gestación	Vacas que mantienen la gestación	OR	p valor
0	309	44	265	referencia	
T	130	14	116	0,72	>0,01
1	77	14	63	1,38	>0,01
2	48	13	35	2,24	<0,05
3	55	18	37	2,93	<0,01

Los grados de mastitis se indican mediante 0: Negativo, T: Trazas, 1: Mastitis subclínica grado 1, 2: Mastitis subclínica grado 2, 3: Mastitis subclínica grado 3. OR representa la tasa reproductiva base.

2.4 Análisis estadístico

Para determinar la asociación entre la variable pérdida embrionaria y fetal en vacas lecheras Holstein durante los primeros 90 días de gestación con el factor de exposición presencia de mastitis subclínica, se realizó la prueba Odds Ratio (OR) en el grupo 1 y en el grupo 2, y el nivel de significancia se analizó mediante la prueba de Chi cuadrado. La razón de oportunidades o razón de probabilidades es una medida estadística utilizada en estudios epidemiológicos transversales, de casos y controles, así como en los metaanálisis. Se define como la posibilidad de que una condición de salud o enfermedad se presente en un grupo de población animal frente al riesgo de que ocurra en otro.

3 Resultados

El OR para el grupo 1 fue de 0,94, y al realizar la prueba de Chi cuadrado se concluyó que no hubo asociación significativa entre la presencia de mastitis subclínica grado trazas y grado 1 con la pérdida de gestación. El OR para el grupo 2 fue de 2,6 y al realizar la prueba de Chi cuadrado se concluyó que hubo asociación altamente significativa entre la presencia de mastitis subclínica grado 2 y grado 3 con la pérdida de gestación ($P < 0,01$).

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la puntuación de los distintos grados de mastitis subclínica con los resultados de la prueba de OR y Chi cuadrado, en la cual se concluye que las vacas con mastitis grado 2 tienen un riesgo de 2,24 veces más de tener una pérdida de gestación en comparación con las vacas que no presentan mastitis durante los primeros 90 días post inseminación, mientras que las vacas con mastitis grado 3 tienen un riesgo de 2,93 veces más de tener una pérdida de gestación en comparación con las vacas que no presentan mastitis durante los primeros 90 días post inseminación.

3.1 Tasa de pérdida de gestación

La mortalidad embrionaria en bovinos se refiere a las pérdidas que ocurren durante los primeros 45 días de gestación que coincide con la finalización del período de diferenciación del embrión. Las pérdidas embrionarias a su vez pueden ser clasificadas en mortalidad embrionaria temprana cuando ocurren dentro de los 25 días, y mortalidad embrionaria tardía entre los 25 y 45 días (Humblot, 2001). Los términos muerte fetal o aborto se refieren a las pérdidas que ocurren entre los 45 y los 260 días de gestación. En la Tabla 2 se muestran los resultados del número de vacas que perdieron la gestación y que presentaron mastitis subclínica durante los primeros 90 días post inseminación. De un total de 103 vacas que perdieron la gestación, 31 vacas tuvieron cierto grado de infección en la ubre lo que posiblemente ocasionó la muerte embrionaria y fetal. El mayor porcentaje de pérdida de gestación se presentó en vacas con mastitis subclínica grado 3. La mayor cantidad de muertes embrionarias y fatales ocurrió entre el día 30 a 60 post inseminación con un porcentaje del 12%, mientras que entre los días 61 a 90 se registró 5% de muerte fetal. Durante los primeros 90 días post inseminación hay una pérdida embrionaria y fetal total del 17%, según se muestra en la Figura 1.

Dentro del grupo de vacas que perdieron la gestación ocasionada por mastitis subclínica grado 2 entre los 30 a 60 días, el 89% de vacas perdió la gestación en este período, mientras que las vacas que tuvieron mastitis subclínica grado 2 entre los 61 y 90 días, el 50% de las vacas perdieron la gestación. En el grupo de vacas que perdieron la gestación ocasionada por mastitis subclínica grado 3 entre los 30 a 60 días, el 67% de vacas perdió la gestación en este período, mientras que las vacas que tuvieron mastitis subclínica grado 3 entre los 61 y 90 días el 17% de vacas perdieron la gestación.

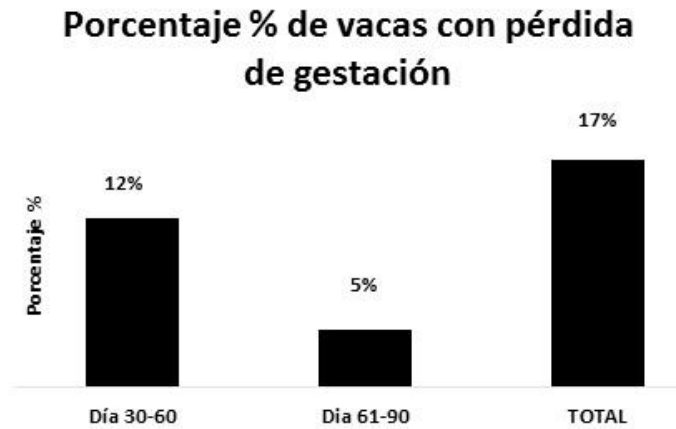


Figura 1. Porcentaje (%) de pérdidas embrionarias y fetales entre los días 30-60 y 61-90 post inseminación en vacas lecheras Holstein.

4 Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman la hipótesis planteada, es decir, que existe asociación entre la mastitis subclínica grado 2 y 3 con la pérdida de gestación temprana durante los primeros 90 días de gestación en vacas lecheras Holstein.

En el grupo CMT 2-3 se encontró una asociación con la pérdida de gestación durante los primeros 90 días (OR = 2,6). La pérdida de gestación evidenciada en

este grupo podría estar causada por la regresión lútea inducida por la liberación de citoquinas como la prostaglandina $F2\alpha$, $TNF-\alpha$, $INF-\gamma$ y/o el efecto de endotoxinas, como el LPS (lipopolisacárido) y exotoxinas bacterianas sobre el ovario, el útero y/o el embrión (Hansen, Paolete y Natzke, 2004; Hertl y col., 2014). La mortalidad embrionaria es considerada la principal causa responsable del aumento en el intervalo entre partos en los bovinos (Thatcher y col., 1994; Vanroose, Kruif y Van Soom, 2000; Sreennan, Diskin y Morris, 2001).

Tabla 2. Porcentaje (%) de vacas con pérdida de gestación según los grados de mastitis en vacas lecheras Holstein durante los primeros 90 días post inseminación.

Grado de Mastitis	N	Vacas con pérdida de gestación
0	309	44 (14%)
T	130	14 (11%)
1	77	14(18%)
2	48	13 (27%)
3	55	18 (33%)
Total	619	103 (17%)

Los grados de mastitis se indican mediante 0: Negativo, T: Trazas, 1: Mastitis subclínica grado 1, 2: Mastitis subclínica grado 2, 3: Mastitis subclínica grado 3. OR representa la tasa reproductiva base.

Los resultados de la asociación de vacas del grupo CMT 2-3 con la pérdida de gestación coinciden con el estudio de Moore y col., (2005), en el cual se analizó la asociación entre mastitis subclínica y el mantenimiento de la gestación. Las vacas que

experimentaron mastitis subclínica inmediatamente (LSCC >4.5) antes de la IA tenían 2,4 veces más riesgo de perder la gestación entre 28 y 35 días después de la IA en comparación con las vacas que tenían un recuento lineal células somáticas menor a

4,5 (LSCC <4.5; (Moore y col., 2005)).

En este estudio la pérdida general de la gestación entre los 30 a 60 días fue del 12% y entre los 61 a 90 días fue del 5%. Las pérdidas reproductivas en vacas lecheras en lactación han aumentado en los últimos años (Lucy, 2001). Varios investigadores han logrado caracterizar el momento y el alcance de las pérdidas embrionarias tardías en el ganado mediante la ultrasonografía y otros métodos para el diagnóstico precoz de la preñez. Humblot

(2001) evaluó las pérdidas embrionarias en vacas Holstein en 44 rebaños en Francia y observó que la muerte embrionaria temprana y tardía después de la primera IA fue 31,6 y 14,7%, respectivamente. La muerte embrionaria tardía después del día 27 de gestación varió del 3,2% en vacas lecheras que producen 6000-8000 kg de leche por año en Irlanda (Silke y col., 2002) hasta al 42,7% en vacas de alta producción bajo estrés por calor (Cartmill y col., 2001).

Tabla 3. Número de vacas que pierden la gestación entre los días 30-60 y 61-90 post inseminación con distintos grados de mastitis subclínica y ausencia de mastitis en vacas lecheras.

Grado de Mastitis	Día 30-60	Porcentaje	Día 61-90	Porcentaje
0	34/309	11.00 %	10/275	4.00 %
T	11/130	9.00 %	3/119	3.00 %
1	11/77	14.00 %	3/66	5.00 %
2	9/48	19.00 %	4/39	10.00 %
3	12/55	22.00 %	6/43	14.00 %

Los grados de mastitis se indican mediante 0: Negativo, T: Trazas, 1: Mastitis subclínica grado 1, 2: Mastitis subclínica grado 2, 3: Mastitis subclínica grado 3. OR representa la tasa reproductiva base.

Estos resultados coinciden con el estudio que realizó McDougall, Rhodes y Verkerk, (2005), en el cual se evidenció la preponderancia y los factores de riesgo relacionados con las pérdidas de gestación en vacas lecheras en lactancia alimentadas a pastura en Nueva Zelanda. Un total de 2004 vacas gestantes participaron en el estudio y 128 animales (6,4%) perdieron la gestación. La tasa de pérdida de preñez fue mayor entre las semanas 6 a 10 de gestación que entre las semanas 10 a 14. De igual forma Santos y col., (2004) resumieron información de varios estudios y concluyeron que el riesgo de pérdida de preñez era mucho mayor al comienzo de la gestación que hacia el final.

5 Conclusiones

Los resultados de los experimentos confirman la asociación entre mastitis subclínica grado 2 y grado 3 con la pérdida temprana de gestación durante los primeros 90 días de gestación en vacas lecheras Holstein en lactación. La pérdida de gestación fue mayor entre los 30 a 60 días que entre los 61 a 90 días de gestación.

Se determinó que las vacas que tienen mastitis subclínica grado 2 y 3 tienen 2,24 y 2,93, respectivamente, más probabilidades de perder la gestación durante los primeros 90 días post inseminación. La pérdida de gestación general entre los 30 a 60 días fue del 12% y entre los 61 a 90 días fue del 5%.

Referencias

- Barker, A. y col. (1988). «Influence of clinical mastitis during early lactation on reproductive performance of jersey cows». En: *Journal of Dairy Science* 81.5, 1285-1290. Online: <https://bit.ly/301SPLv>.
- Blum, J. W. y col. (2000). «Tumor necrosis factor- α and nitrite/nitrate responses during acute mastitis induced by *Escherichia coli* infection and endotoxin in dairy cows.» En: *Domestic Animal Endocrinology* 19.4, 223-235. Online: <https://bit.ly/2N0ua6h>.
- Cartmill, J. A. y col. (2001). «Stage of cycle, incidence and timing of ovulation, and pregnancy rates in dairy cattle after three timed breeding proto-

- cols». En: *Journal of Dairy Science* 84.5, 1051–1059. Online: <https://bit.ly/2Z1U0xi>.
- Hansen, P. J., S. Paolete y R. P. Natzke (2004). «Mastitis and fertility in cattle – Possible involvement of inflammation or immune activation in embryonic mortality». En: *American Journal of Reproductive Immunology* 51, 294-301. Online: <https://bit.ly/2MgGGPz>.
- Hertl, J. A. y col. (2014). «Effects of pathogen-specific clinical mastitis on probability of conception in Holstein dairy cows». En: *Dairy Science* 97.11, 6942–6954. Online: <https://bit.ly/2H7yjBL>.
- Hillerton, J.E. y E.A. Berry (2005). «Treating mastitis in the cow a tradition or an archaism». En: *Journal of Applied Microbiology* 98, 1250–1255. Online: <https://bit.ly/33ukR4u>.
- Humblot, P. (2001). «Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing, frequencies and sources of embryonic mortality in ruminants». En: *Theriogenology* 56.9, 1417–1433. Online: <https://bit.ly/2ZYUuSd>.
- Lucy, M. C. (2001). «Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end?». En: *Journal of Dairy Science* 84.6, 1277–1293. Online: <https://bit.ly/2MdBnjX>.
- McDougall, S., F.M. Rhodes y G.A. Verkerk (2005). «Pregnancy loss in dairy cattle in the Waikato region of New Zealand». En: *New Zealand Veterinary Journal* 53.5, 279-287. Online: <https://bit.ly/2OVUG3r>.
- Medina, C. M. y V.H. Montaldo (2003). «El uso de la prueba de conductividad eléctrica y su relación con la prueba de California para mastitis». En: *V Congreso Nacional de Control de Mastitis*. Ed. por CNM. Aguascalientes-México.
- Moore, D. A. y col. (1991). «Preliminary field evidence for the association of clinical mastitis with altered interestrus intervals in dairy cattle». En: *Theriogenology* 36.2, 257–265. Online: <https://bit.ly/2H5oXqd>.
- Moore, D. A. y col. (2005). «Evaluation of factors that affect embryonic loss in dairy cattle». En: *Journal of the American Veterinary Medical Association* 226.7, 1112-1118. Online: <https://bit.ly/2N0DMy4>.
- Philpot, W. y S. Nickerson (2002). *Vencendo a Luta Contra a Mastite*. Ed. por Milkbizz. Edição Brasileira. pp 6-9, 15-17, 22-27, 38-43. Westfalia Surge Inc. e Westfalia Landtechnik do Brasil Ltda.
- Riollet, C., P. Rainard y B. Poutrel (2001). «Cell sub-populations and cytokine expression in cow-milk in response to chronic *Staphylococcus aureus* infection». En: *Journal of Dairy Science* 84.5, 1077-1084. Online: <https://bit.ly/2Ky3VCH>.
- Risco, C.A., G.A. Donovan y J. Hernandez (1999). «Clinical Mastitis Associated with Abortion in Dairy Cows». En: *Journal of Dairy Science* 82.8, 1684-1689. Online: <https://bit.ly/2yVAVHV>.
- Ruíz, S. (1996). «Presencia de mastitis subclínica en ocho hatos de la periferia de Uruapán, Michoacán, en bovinos productores de leche». Tesis de maestría. Michoacán, México. pp 35-38.: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Salyers, A. A. y D. D. Whitt (1994). *Bacterial Pathogenesis A Molecular Approach*. Washington D.C. Pages 56 y 341: ASM Press.
- Santos, J. E. P. y col. (2004). «Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows.» En: *Animal Reproduction Science* 80.1, 31–45. Online: <https://bit.ly/2Z6bBQC>.
- Saran, A. y M. Chaffer (2000). *Mastitis y calidad de leche*. Inf. téc. Buenos Aires-Argentina. 194 pp.: Inter-Médica.
- Silke, V. y col. (2002). «Extent, pattern and factors associated with late embryonic losses in dairy cows». En: *Animal Reproduction Science* 71.1, 1–12. Online: <https://bit.ly/33xDFju>.
- Smith, B. P. (1990). *Large Animal Internal Medicine The C. V. St Louis, Missouri*. Online: <https://amzn.to/2Kzqgjr>: The C. V. Mosby Co.
- Sreenan, J. M., M. G. Diskin y D. G. Morris (2001). «Embryo survival rate in cattle: a major limitation to the achievement of high fertility. In: Fertility in the high producing dairy cow». En: *BSAP Occasional Publication* 26.1, 93–104. Online: <https://bit.ly/2H4qbCb>.
- Thatcher, W. W. y col. (1994). «Embryo Health and Mortality in Sheep and Cattle». En: *Journal of Animal Science* 72.suppl3, 16-30. Online: <https://bit.ly/2OQT2jw>.
- Thurmond, M. C., J. P. Picanso y C. M. Jameson (1990). «Considerations for use of descriptive epidemiology to investigate fetal losses in dairy cows». En: *Journal of the American Veterinary Medical Association* 197.10, 1305-1312. Online: <https://bit.ly/33ukdny>.
- Vanroose, G., A. de Kruif y A. Van Soom (2000). «Embryonic mortality and embryo-pathogen in-

- teractions». En: *Animal Reproduction Science* 60, 131-143. Online: <https://bit.ly/300BNNN>.
- Waller, K. P., I. G. Colditz y K. Östensson (2003). «Cytokines in mammary lymph and milk during endotoxin-induced bovine mastitis». En: *Research in Veterinary Science* 74.1, 31-36. Online: <https://bit.ly/2KzAOPA>.
- Wenz, J. R. y col. (2001). «Bacteremia associated with naturally occurring acute coliform mastitis dairy cows». En: *Journal of the American Veterinary Medical Association* 219.7, 976-981. Online: <https://bit.ly/2OSSaeg>.
- Zurita, L. (1982). «Mastitis bovina con especial énfasis en la realidad nacional». Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales Universidad de Chile.