



▲ Foto: Juan F. Vásquez C.

Efecto de las enfermedades sobre el desempeño reproductivo

Juan F. Vásquez C.
Médico Veterinario
Maestría en Ciencias Animales
Universidad de Antioquia
Asistente Técnico COLANTA
juanvc@colanta.com.co
Colombia

Abstract

An assessment was made about the effect of the presence of disease on reproductive parameters of 3,912 lactations of dairy cows grazing in the farm El Pantano (in the highland tropics of Colombia), between 1998 and 2009. The most prevalent diseases found were: lameness (25.6%), clinical mastitis (19.2%), and hemoparasites (3.58%). The animals that suffered from abortion, lameness, and hemoparasites had more days in the interval from calving to first service, more open days, and more services per conception. Cows that had retained placenta had higher open days and services for conception, while the cows affected with mastitis had a higher open days.

Resumen

Se evaluó el efecto de la presencia de enfermedades sobre los parámetros reproductivos de 3.912 lactancias de vacas lecheras en pastoreo, en la finca El Pantano (altiplano norte antioqueño), entre 1998 y 2009. Las enfermedades de mayor prevalencia encontradas fueron: cojeras (25,6%), mastitis clínica (19,2%) y hemoparasitismo (3,58%). Los animales que padecieron aborto, cojeras y hemoparásitos presentaron más días durante el intervalo entre el parto y el primer servicio, más días abiertos y más servicios por concepción. Las vacas que presentaron retención de placenta tuvieron mayores días abiertos y servicios por concepción; mientras que las vacas que padecieron mastitis tuvieron mayor número de días abiertos.



▲ Foto: Juan F. Vásquez C.

Las asociaciones entre enfermedad, producción y reproducción en bovinos de leche son interacciones complejas de las cuales depende la rentabilidad del negocio lechero.

Introducción - Metodología

Las asociaciones entre enfermedad, producción y reproducción en bovinos de leche son interacciones complejas de las cuales depende la rentabilidad del negocio lechero. A más alta producción, el efecto dañino de las enfermedades sobre la reproducción es mucho mayor (Windig, Calus, Beerda & Veerkamp, 2006).

El estudio de tipo longitudinal se realizó en la finca El Pantano, localizada en el municipio de Belmira, Antioquia, a 64 kilómetros de Medellín (Colombia). Sus coordenadas son: latitud 6°36 norte y longitud 75°39 oeste. Se encuentra a una altitud de 2.550 metros sobre el nivel del mar, en una zona de vida Bosque Montano Alto, con una temperatura promedio de 14 grados centígrados. El área de la finca son 158,2 hectáreas, de las cuales 138 están dedicadas a la producción de pastos. El pastoreo es de tipo rotacional con cerca móvil, con predominio del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). La alimentación bajo pastoreo se suplementa con concentrados comerciales.

Los grupos raciales predominantes en el hato son Holstein, Jersey y sus cruces. Los datos reproductivos (fechas de parto, calores y servicios) son reportados por el personal de la finca diariamente al administrador del programa de monitoreo. Chequeos ginecológicos mensuales fueron realizados por el médico veterinario de la finca para diagnósticos de preñez, verificación de la involución uterina y análisis de vacas con días abiertos aumentados (vacas con más de 90 días posparto sin ser inseminadas) o vacas repetidoras de servicio, o con aborto reciente. Los casos clínicos de enfermedad fueron reportados por el personal de finca al médico veterinario, quien determinó el diagnóstico presuntivo, el tratamiento, el tiempo de retiro de leche y el manejo de las vacas enfermas.

Los datos recolectados se ingresaron en una base de datos para su posterior análisis estadístico. Este estudio se realizó para los parámetros de intervalo parto al primer servicio (PPS), días abiertos (DA) y servicios por concepción (S/C).

La Tabla 2 reporta el número de casos de las enfermedades de mayor prevalencia en el hato de estudio durante el periodo 1998-2009.

Tabla 2.

Prevalencia de enfermedades entre 1998 y 2009.

Enfermedad	Prevalencia*
Aborto	2,22
Cojeras	25,60
Diarreas	0,43
Hipocalcemia	1,71
Hematuria vesical	0,38
Hemoparásitos	3,58
Mastitis clínica	19,15
Metritis	2,48
Neumonía	0,87
Retención de placenta	2,94

* Calculada como casos por cada 100 vacas por año.

Tabla 1.

Parámetros productivos y reproductivos entre 1998 y 2009.

Parámetro	Datos	Media (Desviación Estándar)	Rango	Mediana
Edad al primer parto – EPP (meses)	500	33 (7,36)	16 - 57	32,57
Intervalo parto primer servicio – PPS (días)	2.969	81 (57,1)	16 - 1.063	65,00
Días abiertos – DA	2.906	132 (97,7)	17 - 1.544	105,00
Intervalo entre partos – IEP (días)	2.775	414 (97,9)	290 - 1.819	386,00
Servicios por concepción – S/C	2.622	2,13 (1,48)	1 - 14	2,00

La Figura 1 presenta el número de casos de enfermedad encontrados durante el periodo de estudio y el número de veces que el mismo animal reincidió en la misma enfermedad durante la misma lactancia.

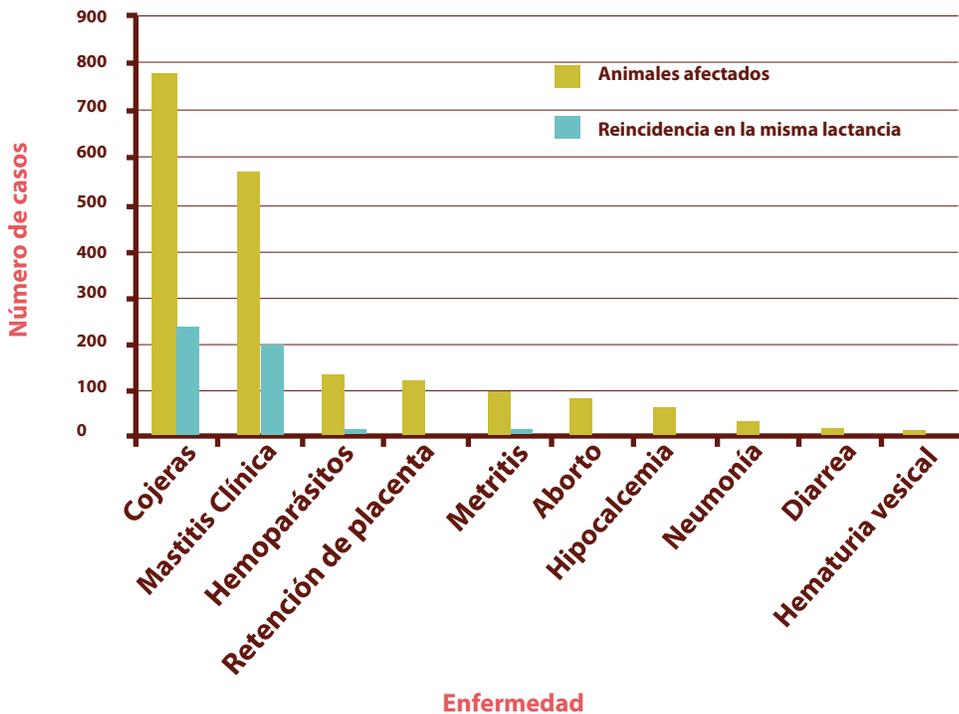


Figura 1.

Número de casos de enfermedad en las vacas, entre 1998 y 2009.

Como se puede apreciar, las enfermedades de mayor prevalencia son: cojeras (25,6 casos por 100 vacas durante un año) y mastitis clínica (19,15 casos por 100 vacas por año). En menor proporción se encontraron hemoparásitos, retención de placenta, metritis y aborto. Dentro de los casos analizados, las mastitis y las cojeras son las enfermedades que más reinciden dentro de la misma lactancia, con 34,23 y 29,50% respectivamente.

La Tabla 3 nos muestra el efecto de la enfermedad sobre el desempeño reproductivo de los animales. Los parámetros incluidos son eventos ocurridos antes de que el animal quedara gestante. También incluyen enfermedades periparto y abortos.

Tabla 3.

Efecto de la enfermedad sobre los parámetros reproductivos en las vacas, entre 1998 y 2009.

Enfermedad	Primer servicio (PPS)			Días abiertos (DA)			Servicios por concepción (S/C)		
	#	Valor	P	#	Valor	P	#	Valor	P
Media	2.969	81		2.906	2.906		2.622	2,13	
Aborto	31	172	<0,01*	35	35	<0,01*	31	3,77	<0,01*
Cojeras	147	100	<0,01*	150	150	<0,01*	148	2,81	
Diarrea	3	59	0,5	3	3	0,7	3	2,33	
Hipocalcemia	20	99	0,17	21	21	0,48	21	2,38	
Hematuria	1	81	0,97	1	1	0,79	1	2	
Hemoparásitos	35	115	<0,01*	35	35	<0,01*	35	3,06	
Mastitis	145	87	0,24	145	145	<0,01*	145	2,31	
Metritis	20	93	0,39	20	20	0,21	20	2,6	
Neumonía	6	92	0,66	7	7	0,63	7	2	
Retención placenta	42	93	0,2	42	42	<0,01*	42	3,05	

* Los valores marcados con asterisco (*) presentan diferencia significativa $p < 0,05$ de parámetros reproductivos para los animales enfermos.

Valor P: Es un valor ubicado entre 0 y 1. Este indica la probabilidad de obtener un resultado estadísticamente similar al que uno espera (llamado hipótesis nula). Valores altos indican semejanza estadística. Valores bajos (menores a 0,1) indican diferencia estadística.

Los resultados arrojaron una diferencia estadísticamente significativa. Frente a las vacas sanas, las vacas enfermas necesitaron más días para estar disponibles para el primer servicio cuando habían tenido abortos (91 días más) o presentaban cojeras (19 días más) y hemoparásitos (34 días más). Las enfermedades que afectaron significativamente los días abiertos de las vacas, incrementándolos, fueron aborto (237 días más), cojeras (74 días más), hemoparásitos (96 días más), mastitis (27 días más) y retención de placenta (72 días más). En cuanto a los servicios por concepción, las enfermedades que más incrementaron el parámetro, requiriendo más servicios, fueron aborto (1,64 servicios adicionales), hemoparásitos (0,93 servicios adicionales) y retención de placenta (0,92 servicios adicionales).

Discusión

• Cojeras y reproducción

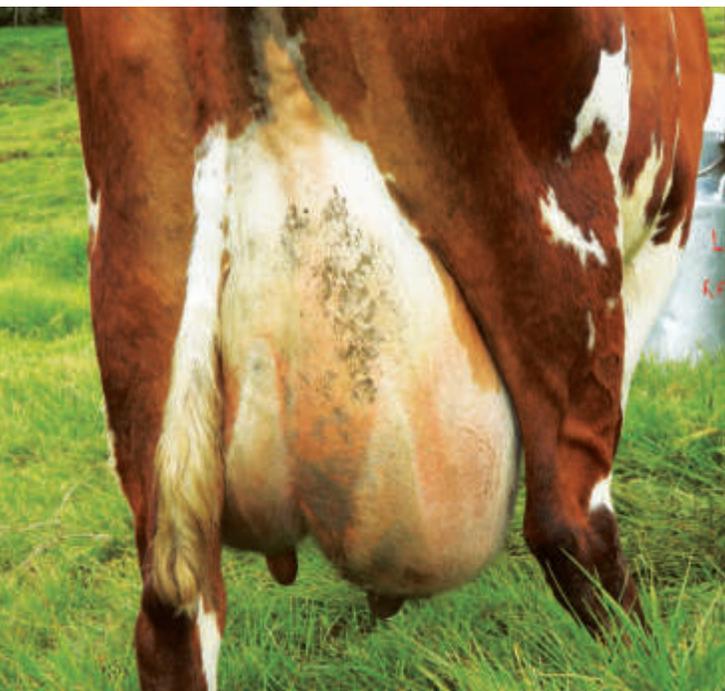
Las cojeras son un grupo de lesiones de gran incidencia que afecta la locomoción de las vacas lecheras alrededor del mundo. Estudios han calculado pérdidas entre 314 y 424 kilos de leche por lactancia ajustada a 305 días, comparando vacas cojas contra vacas sanas (Bicalho, Warnick & Guard, 2008; Green, Hedges, Schukken, Blowey & Packinton, 2002). El efecto nocivo en la producción va a depender del tipo de lesión que cause la cojera (Amory et al., 2008).

La literatura reporta como factores de riesgo, asociados a la presencia de cojeras, la edad (vacas viejas son más susceptibles), la estación del año (menos cojeras en otoño), el estrés calórico, el sistema de alimentación (hay menor incidencia de cojeras en pastoreo y en sistemas de producción orgánicos que en estabulación) (Haskell, Rennie, Howell, Bell & Lawrence, 2006; Rutherford et al., 2009; Tadich, 2008). Otros factores son la no selección de toros mejoradores de patas y pezuñas en el programa de inseminación artificial y las superficies no deseables de locomoción (pisos húmedos, superficies abrasivas de la pezuña) (Confalonieri et al., 2008).

Respecto a si la alta producción es un factor de riesgo para la presentación de cojeras, no se presenta consenso. Existen autores que la reportan como factor de riesgo (Green et al., 2002), otros que no (Fleischer, Metzner, Beyerbach, Hoedemaker & Klee, 2001; Haskell et al., 2006) y otros encontraron asociación solo si la cojera de la vaca de alta producción se dio al inicio de la lactación (Bicalho et al., 2008).

En el presente estudio, la enfermedad de mayor prevalencia fue la cojera, con un 25,59%. Del total de animales que presentaron la enfermedad, un 29,5% reincidieron en cojera dentro de la misma lactancia. Esto indica cronicidad en las lesiones, o al menos una susceptibilidad del animal enfermo en reincidir con la enfermedad. Las vacas cojas presentaron parámetros mayores (es decir, mostraron más dificultad para concebir), comparadas con las vacas sanas: tuvieron más cantidad de días para estar disponibles para primer servicio (100 días vs. 81) y presentaron un aumento en los días abiertos (200 días vs. 132) y los servicios por concepción (2,81 servicios vs. 2,13).

Por lo tanto, los resultados coinciden en primer servicio y días abiertos con lo reportado por Loeffler, De Vries y Schukken (1999), Fourichon, Seegers y Malher (2000) y Green et al. (2002), que encontraron retrasos en el inicio de la primera ovulación posparto y 12 días abiertos más (comparado con este trabajo en el que se encontró 74 días más). Posiblemente el mayor número de días abiertos en este trabajo sea influenciado por animales que reincidieron en cojeras sucesivamente antes de concebir.



▲ Foto: Juan F. Vásquez C.

La mastitis clínica es una de las enfermedades que más pérdidas ocasiona en la producción lechera.

• Mastitis y reproducción

La mastitis clínica es considerada una de las enfermedades que más pérdidas ocasiona en la producción lechera, con una incidencia mayor a 50 casos por cada 100 vacas al año (Bradley, Leach, Breen, Green & Green., 2007) y pérdidas económicas en nuestro medio de 627.961 pesos por cada caso (Vásquez, Londoño & Pérez, 2012). Wilson et al. (2004) determinaron alrededor de 700 kilos de pérdidas en leche por mastitis clínica para vacas de primera lactancia y 1.200 kilos para vacas de segunda lactancia. El nivel de pérdidas es altamente influenciado por el agente etiológico causante de la infección (Gröhn et al., 2004).

El desempeño reproductivo de vacas con mastitis clínica ha arrojado resultados contradictorios. Para algunos estudios, la presencia de la enfermedad no afecta el desempeño reproductivo de quien la padece (Fourichon et al., 2000), pero en otros se ha encontrado que las vacas con mastitis clínicas, en comparación con vacas sanas, sí presentaron mayores dificultades para la reproducción, porque requirieron más cantidad de días para la primera inseminación (93,6 vs. 71 días), más inseminaciones por concepción (2,9 vs. 1,7) y más días abiertos (136,6 vs. 92,1 d) (Barker et al., 1998). Otro estudio encontró que la tasa de concepción disminuyó en más del 50% cuando la enfermedad se presentó en las tres semanas siguientes a la inseminación (Loeffler et al., 1999).

Entre los factores de riesgo que aumentan las probabilidades de que una vaca desarrolle mastitis, se han reportado: la raza (Elbers et al., 1998), el mayor número de lactaciones (Zadoks et al., 2001), la presencia de enfermedades periparto: como distocia, retención de placenta y cojeras (Peeler, Otte & Esslemont, 1994; Breen, Green & Bradley, 2009) y el alto nivel de producción (Fleischer et al., 2001; Appuhamy, Cassell & Cole, 2009).

En el presente estudio, la segunda enfermedad en prevalencia fue la mastitis, con un 19,15%. Sin embargo, esta fue la más reincidente dentro de la misma lactancia con un 34,23%, lo que puede indicar algún grado de cronicidad en la presentación de los casos. El efecto de la mastitis sobre la reproducción de estos animales solo fue significativo para los días abiertos (159 vs. 132 días). Estos resultados coinciden con los reportados por Barker, Schrick, Lewis, Dowlen y Oliver (1998) y Loeffler et al. (1999) para este parámetro, pero no se encontró diferencias significativas en los parámetros de primer servicio y servicios por concepción.



▲ Foto: Juan F. Vásquez C.

Las enfermedades no se presentan como eventos aislados. La nutrición, el ambiente y los factores asociados al animal interactúan para favorecer su aparición.

• Enfermedades reproductivas y reproducción

La presencia de **metritis** en el posparto puede alterar los índices reproductivos. Se considera que esto se da por alteraciones en el eje hipotálamo-hipófisis y por respuesta inflamatoria local (Peter, Vos & Ambrose, 2009). Estudios españoles plantearon incidencias del 9% en sus vacas. Los factores de riesgo asociados a esta enfermedad fueron parto distócico, aborto y retención de placenta (García et al., 2004). No se ha encontrado asociación entre alta producción y presencia de metritis (Fleischer et al., 2001).

En el presente estudio fue inesperado el poco efecto que tuvo la metritis sobre el desempeño reproductivo de los animales. Si bien los animales con metritis tuvieron mayores dificultades para la reproducción, porque requirieron más días para el primer servicio y más días abiertos y servicios por concepción, esta asociación no fue significativa en ninguno de los casos. La posible explicación de este resultado puede deberse al diagnóstico y tratamiento temprano de la enfermedad en la zona de estudio. Animales con descargas anormales asociadas a metritis clínicas son tratados más rápidamente que los que presentan lesiones subclínicas, los cuales están enfermos, pero no son diagnosticados mediante exploración clínica.

Otros estudios han indicado el efecto deletéreo de la metritis en la reproducción, con incrementos de 7 a 18 días más en el periodo parto - primer servicio, un 20% menos de tasa de concepción al primer servicio, un aumento de 0,54 en servicios por concepción y de 19 a 46 días abiertos de más, comparados con animales sanos (Loeffler et al., 1999; Fourichon et al., 2000; García et al., 2003).

La **retención de placenta** se presenta entre el 5 y el 10% de los partos. Los principales factores de riesgo asociados con esta incluyen: partos múltiples, distocia, mortinatos, parto inducido, abortos, fiebre de leche, vacas viejas y estacionalidad. A su vez, la presencia de retención de placenta es un factor de riesgo para la aparición posterior de metritis y endometritis posparto, cetosis, desplazamiento de abomaso y mastitis (Le Blanc, 2008). Las pérdidas en producción de leche se han reportado asociadas a animales donde la retención progresa a metritis clínica o endometritis (Fourichon et al., 2000; Heringstad, Wu & Gianola, 2009).

En el presente estudio, la retención de placenta afectó significativamente el desempeño reproductivo de quienes la padecieron incrementando los días abiertos de 132 a 204 y los servicios por concepción de 2,13 a 3,05. Estos resultados fueron mayores a los reportados por Fourichon et al. (2000), quienes reportaron de 6 a 12 días abiertos de más y un 15% menos de tasa de preñez. El mismo autor reportó 3 días más para el primer servicio. En el presente estudio la diferencia en el primer servicio fue de 12 días, sin embargo, no fue estadísticamente significativa.

El **aborto** fue la enfermedad que más alteró los parámetros reproductivos de las vacas. En el presente estudio, las vacas que presentaron abortos tuvieron los siguientes parámetros reproductivos:

- Primer servicio: 172 días vs. 81
- Días abiertos: 369 días vs. 132
- Servicios por concepción: 3.77 vs. 2,13

Esto se puede comparar con lo reportado por Fourichon et al. (2000), quien encontró en promedio de 70 a 80 días abiertos más, y un aumento de 2,2 en servicios por concepción, comparados con vacas sanas.

• Otras enfermedades y reproducción

Otra enfermedad que afectó profundamente el desempeño reproductivo de los animales fue el hemoparasitismo, el cual incrementó significativamente el primer servicio (115 días), los días abiertos (228 días) y los servicios por concepción (3,06). Tal grado de afectación permite inferir los efectos negativos que tienen los agentes que causan la enfermedad sobre el transporte de nutrientes y la oxigenación de los tejidos, y, por tanto, sus consecuencias sobre la actividad del ovario y el desarrollo de los embriones.

Las enfermedades de menor prevalencia (diarreas, hematuria, hipocalcemia y neumonía) no tuvieron efecto estadísticamente significativo en el desempeño reproductivo de los animales afectados.

Conclusiones

Abortos, cojeras, hemoparásitos, mastitis y retención de placenta tienen efectos deletéreos en el desempeño reproductivo de bovinos en pastoreo en la finca El Pantano (Norte de Antioquia, trópico alto en Colombia) (Vásquez, Loaiza & Olivera, 2010). Las enfermedades no se presentan como eventos aislados. La nutrición, el ambiente y los factores asociados al animal interactúan para favorecer el desarrollo de enfermedades, tanto así que unas se convierten en factores de riesgo subsecuentes para la presentación de otras. El conocimiento de estas asociaciones permitirá el control de factores de riesgo, la disminución en la prevalencia y gravedad de las enfermedades y la minimización de las pérdidas generadas por la presencia de estas.



Glosario

Análisis univariado: Es la forma más simple de análisis cuantitativo llevado en estadística. Consiste en la descripción de una sola variable o característica de forma numérica. Algunos de los cálculos que se pueden hacer en este análisis son la media o promedio, la mediana, la moda y la desviación estándar.

Deletéreo: algo que disminuye o desmejora el desempeño óptimo.

Días abiertos (DA): intervalo de tiempo que ocurre entre el día del parto y el día de la nueva preñez.

Enfermedades periparto: ocurren cercanas al parto (antes, durante o después).

Metritis: inflamación del útero en una o varias de sus capas.

Parto distócico: parto con dificultades. Generalmente requiere intervención humana.

Primer servicio (PPS): intervalo de tiempo que ocurre entre el día del parto y el día de la primera monta o inseminación posterior al parto.

Servicios por concepción (S/C): número de montas o inseminaciones necesarias para lograr una preñez.



▲ Foto: Juan F. Vásquez C.

Referencias

- Amory, J.R., Barker, Z.E., Wright, J.L., Mason, S.A., Blowey, R.W. & Green, L. (2008). Associations between sole ulcer, white line disease and digital dermatitis and the milk yield of 1824 dairy cows on 30 dairy cow farms in England and Wales from February 2003–November 2004. *Preventive Veterinary Medicine*, 83 (3-4), 381-391.
- Appuhamy, N., Cassell, B. & Cole, J. (2009). Phenotypic and genetic relationships of common health disorders with milk and fat yield persistence from producer-recorded health data and test-day yields. *Journal of Dairy Science*, 92 (4), 1785-1795.
- Barker, A.R., Schrick, F.N., Lewis, M.J., Dowlen, H.H. & Oliver, S.P. (1998). Influence of clinical mastitis during early lactation on reproductive performance of Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, 81 (5), 1285-1290.
- Bicalho, R.C., Warnick, L.D. & Guard, C.L. (2008). Strategies to analyze milk losses caused by diseases with potential incidence throughout the lactation: a lameness example. *Journal of Dairy Science*, 91 (7), 2653-2661.
- Bradley, A., Leach, K.A., Breen, J.E., Green, L.E. & Green, M.J. (2007). Survey of the incidence and aetiology of mastitis on dairy farms in England and Wales. *Veterinary Record*, 160 (8), 253-257.
- Breen, J.E., Green, M.J. & Bradley, A.J. (2009). Quarter and cow risk factors associated with the occurrence of clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom. *Journal of Dairy Science*, 92 (6), 2551-2561.
- Confalonieri, O.E., Soraci, A.L., Passucci, J.A., Rodríguez, E.M., Becaluba, H.M. & Tapia, M.O. (2008). Prevalencia y detección de factores de riesgo de patologías podales y su influencia en la producción láctea en bovinos de la cuenca lechera mar y sierras de Tandil. *Analecta Veterinaria*, 28 (1), 15-20.
- Elbers, A.R., Miltenburg, J.D., De Lange, D., Crauwels, A.P., Barkema, H.W. & Schukken, Y.H. (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 (2), 420-426.
- Fleischer, P., Metzner, M., Beyerbach, M., Hoedemaker, M. & Klee, W. (2001). The Relationship Between milk yield and the Incidence of some diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84 (9), 2025-2035.
- Fourichon, C., Seegers, H. & Malher, X. (2000). Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis. *Theriogenology*, 53 (9), 1729-1759.
- García, M., Quintela, L., Tabuada, M., Alonso, G., Varela-Portas, B., Díaz, C., Barrio, M., Becerra, J., Peña, A. & Herradón, P. (2003). Influencia de las metritis en los parámetros reproductivos en ganado vacuno de producción láctea. *Archivos de Zootecnia*, 52 (199), 409-412.

García, M., Quintela, L., Tabeada, M.J., Alonso, G., Varela-Portas, B., Díaz, C., Barrio, M., Becerra, J., Peña, A., Deiros, J. & Herradón, P. (2004). Factores de riesgo de la metritis en vacas lecheras: estudio retrospectivo en el no de España. *Archivos de Zootecnia*, 53 (204), 383-386.

Green, L., Hedges, V., Schukken, Y., Blowey, R. & Packinton, A. (2002). The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85 (9), 2250-2256.

Gröhn, Y., Wilson, D.J., Gonzalez, R.N., Hertl, J.A., Schulte, H., Bennett, G. & Schukken, Y.H. (2004). Effect of pathogen-specific clinical mastitis on milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87 (10), 3358-3374.

Haskell, M.J., Rennie, L.J., Howell, V.A., Bell, M.J. & Lawrence, A.B. (2006). Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89 (11), 4259-4266.

Heringstad, B., Wu, X.L. & Gianola, D. (2009). Inferring relationships between health and fertility in norwegian red cows using recursive models. *Journal of Dairy Science*, 92 (4), 1778-1784.

Le Blanc, S. (2008). Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: a review. *The Veterinary Journal*, 176 (1), 102-114.

Loeffler, S., De Vries, M. & Schukken, H. (1999). The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82 (12), 2589-2604.

Peeler, E., Otte, M. & Esslemont, R. (1994). Inter-relationships of periparturient diseases in dairy cows. *Veterinary Record*, 134 (6), 129-132.

Peter, A.T., Vos, P.L.A.M. & Ambrose, D.J. (2009). Postpartum anestrus in dairy cattle. *Theriogenology*, 71 (9), 1333-1342.

Rutherford, K.M.D., Langford, F., Jack, M., Sherwood, L., Lawrence, A. & Haskell, M. (2009). Lameness prevalence and risk factors in organic and non-organic dairy herds in the United Kingdom. *The Veterinary Journal*, 180 (1), 95-105.

Tadich, N. (2008). Claudicaciones en la vaca lechera y su relación con el bienestar animal. *Revista electrónica de Veterinaria*, 9 (10 B).

Vásquez, J.F., Londoño, J. & Pérez, W. (2012). *Pérdidas económicas asociadas a la mastitis clínica*. Ponencia presentada en el Octavo Seminario Internacional en Competitividad de Carne y Leche. Medellín.

Vásquez, J.F., Loaiza, E. & Olivera, A.M. (2010). Factores de riesgo asociados a enfermedad y su efecto sobre la reproducción de vacas lecheras en pastoreo en el trópico alto colombiano. *Livestock Research for rural development*, 22 (11), artículo 209.

Wilson, D.J., Gonzalez, R.N., Hertl, J., Schulte, H.F., Bennett, G., Schukken, Y. & Gröhn, Y.T. (2004). Effect of clinical mastitis on the lactation curve: a mixed model estimation using daily milk weights. *Journal of Dairy Science*, 87 (7), 2073-2084.

Windig, J.J., Calus, M.P.L., Beerda, B. & Veerkamp, R.F. (2006). Genetic correlations between milk production and health and fertility depending on herd environment. *Journal of Dairy Science*, 89 (5), 1765-1775.

Zadoks, R.N., Allore, H.G., Barkema, H.W., Sampimon, O.C., Wellenberg, G.J., Gröhn, Y.T. & Schukken, Y.H. (2001) Cow- and quarter-level risk factors for *Streptococcus uberis* and *Staphylococcus aureus* mastitis. *Journal of Dairy Science*, 84 (12), 2649-2663. ■