

Enfermedad podal en bovinos: prevalencia y asociación con algunas variables

L. M. Arrieta¹, J. M. Cruz^{2*}, L. G. González-Herrera³

Artículo recibido: 5 de mayo de 2020 - Aprobado: 12 de septiembre de 2020

RESUMEN

La enfermedad podal constituye uno de los síndromes más difíciles de controlar en la industria lechera. El presente estudio tuvo como objetivo cuantificar la prevalencia de enfermedad podal, evaluando su asociación con factores como raza, orden de parto y peso. Se trata de un estudio retrospectivo que utiliza los registros sanitarios y productivos de un hato lechero ubicado en el trópico alto de Colombia. Los componentes raciales presentes fueron F1 Holstein × Blanco Orejinegro, 3/4 Holstein 1/4 Blanco Orejinegro, 5/8 Holstein 3/8 Blanco Orejinegro y Holstein 100%. Se consideraron 6 órdenes de parto. La variable enfermedad podal presenta una distribución binomial. El efecto de los factores se verificó utilizando un modelo lineal generalizado, por medio de una regresión logística (PROC GENMOD SAS versión 9.4). En caso de existir diferencias significativas, se aplicó el procedimiento LSMEANS del SAS (versión 9.4) y un Odds Ratio entre los niveles que presentaron significancia. La prevalencia de enfermedad podal en el hato fue de 10,55%. Los factores de riesgo considerados fueron estadísticamente significativos: componente racial ($p < 0,0009$), orden parto ($p < 0,0001$) y peso medio de las vacas ($p < 0,0001$). Se observó un incremento en la prevalencia de la enfermedad asociado a la raza Holstein, orden de parto alto y bajo peso corporal. La prevalencia de enfermedad podal fue mayor en vacas Holstein puras y menor en vacas Holstein cruzadas con Blanco Orejinegro, debido a la resistencia por heterosis que la raza criolla aporta. El incremento del orden de parto al igual que el bajo peso se relacionan con una mayor prevalencia de esta enfermedad.

Palabras clave: raza autóctona, trastornos de locomoción en bovinos, peso corporal medio.

Podal disease in cows: prevalence and association with some variables

ABSTRACT

Foot disease is one of the most difficult syndromes to control in the dairy industry. The goal of this study was to quantify the prevalence of foot disease, evaluating its association with factors such as race, calving order and weight. This is a retrospective study

¹ Práctica privada. lmarrietag@unal.edu.co.

² Docente. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Carrera 65 N.º 59a-110. *jmcrusa@unal.edu.co.

³ Grupo de investigación en biodiversidad y genética molecular. Docente. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Carrera 65 N.º 59a-110. luggonzalezhe@unal.edu.co

using the health and production records of a dairy herd located in the high tropics of Colombia. The racial components present were F1 Holstein × Blanco Orejinegro, 3/4 Holstein 1/4 Blanco Orejinegro, 5/8 Holstein 3/8 Blanco Orejinegro, Holstein 100%. 6 delivery orders were considered. The variable foot disease presents a binomial distribution. The effect of the factors was verified using a generalized linear model, by means of a logistic regression (PROC GENMOD SAS version 9.4). In the event of significant differences, the SAS LSMEANS procedure (version 9.4) and an Odds Ratio were applied between the levels that presented significance. The prevalence of foot disease in the herd was 10,55%. The risk factors considered were statistically significant: racial component ($p < 0,0009$), calving order ($p < 0,0001$) and average weight of the cows ($p < 0,0001$). An increase in the prevalence of the disease was observed associated with the Holstein breed, high calving order and low body weight. The prevalence of foot disease was higher in pure Holstein cows and lower in Holstein cows crossed with Blanco Orejinegro due to the resistance due to heterosis that the creole breed contributes. The increase in the delivery order as well as the low weight are related to a higher prevalence of this disease.

Keywords: native breed, locomotion disorders in cattle, average body weight.

INTRODUCCIÓN

La alta frecuencia de claudicaciones genera un impacto económico negativo de magnitud considerable y una disminución en la calidad de vida de los animales. Este es un problema muy prevalente en el ganado lechero (Tadich *et al.* 2005). La enfermedad podal (EP), debido a las dificultades que presenta la hora de controlarla, se constituye en uno de los principales síndromes que afecta el sector (Randall *et al.* 2015).

La EP está asociada a una cantidad considerable de variables que aumentan su prevalencia. Factores como la raza (Barker *et al.* 2010), el peso vivo y el tipo de explotación (estabuladas-pastoreo) se han estudiado y descrito (Randall *et al.* 2015). De otra parte, se conoce que la intensificación de la producción de leche ocasiona un incremento en el riesgo de sufrir cojeras (Huxley 2012). La tendencia en los últimos años de seleccionar vacas más productoras se ha visto aparejada con un aumento en la prevalencia de estas patologías.

El dolor que afecta a una vaca coja se ve reflejado en cambios del comportamiento

para descansar, caminar y alimentarse, y es posiblemente una de las condiciones que más perturba el desempeño de la manada, esta resulta en una disminución de la producción y la eficiencia reproductiva e incrementa la remoción temprana del hato (Cook y Nordlund 2009).

Deben considerarse los contrastes entre los sistemas estabulados o semiestabulados de producción de leche en relación con el sistema de pastoreo, en el que el aparato locomotor está más exigido, especialmente cuando la llegada a las salas de ordeño exige caminatas por terrenos difíciles. Una vaca coja en un sistema pastoril está en problemas para acceder a su alimento, desplazarse al ordeño y mantener su estatus jerárquico dentro del rebaño, situaciones estresantes que agravan rápidamente la condición sanitaria y productiva de estos animales (Flor y Tadich 2008).

La prevalencia de EP varía entre regiones, granjas y sistemas de alojamiento. Estas diferencias se explican porque los métodos de manejo cambian de un sitio a otro (Solano *et al.* 2015) y esto ocasiona

dificultades a la hora de comparar la frecuencia de la enfermedad entre regiones y países.

En este trabajo se calculó la prevalencia de EP en un hato de especialización lechera ubicado en el trópico alto de Colombia, y se estableció la asociación de esta condición con algunos factores como la raza, el orden de parto y el peso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron los registros sanitarios de un hato lechero de 9 años para realizar un estudio retrospectivo. La hacienda se ubica en el corregimiento de Santa Elena a 16 km de Medellín, departamento de Antioquia (Colombia), en una zona de bosque muy húmedo, montano bajo, con una temperatura media de 14°C y a una altura de 2500 m s. n. m.

Las vacas permanecían en pastoreo en praderas de kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) y recibían un suplemento de concentrado comercial durante el ordeño en relación 4:1, por cada 4 l de leche se suministra 1 kg de concentrado, a partir de los 10 litros de producción. La hacienda posee ordeño mecánico y se realizan 2 ordeños al día (1:00 y 13:00). En promedio se manejan 100 vacas en ordeño, con predominio de la raza Holstein y algunas vacas producto del cruzamiento entre Holstein y Blanco Orejinegro (raza criolla colombiana) y entre Holstein y Jersey. Las vacas están distribuidas en 3 lotes, de acuerdo con el nivel de producción: alto (promedio = 30 l), medio (promedio = 22 l) y bajo (menos de 17 l).

Los componentes raciales (CR) presentes en el hato fueron F1 Holstein × BON, 3/4 Holstein 1/4 BON, 5/8 Holstein 3/8 BON, Holstein 100% y otros menos numerosos que no se incluyeron en el análisis. Los registros de los CR serán

identificados con las letras A, B, C y D, respectivamente.

Los registros del hato llevados en tarjetas contienen información de producción de leche por lactancia, pesajes mensuales de las vacas, reporte de enfermedades y tratamientos, órdenes de parto y fechas de parto. Estos datos se digitalizaron en formatos Excel.

Para la depuración de la información, el cálculo de la prevalencia de EP y los respectivos análisis estadísticos se utilizó el *software* SAS (versión 9.4). La prevalencia de la enfermedad podal (PEP) global en la granja se calculó utilizando la fórmula recomendada por (Wolfová *et al.* 2006):

$$PEP = \frac{\text{Número de casos}}{\text{Número de vacas en riesgo}}$$

Los factores a tener en cuenta sobre la PEP fueron el CR, el orden de parto (OP), organizado en 6 categorías (OP1, OP2, OP3, OP4, OP5, OP> o igual a 6), y el peso.

La variable enfermedad podal (EP) presenta una distribución binomial con 2 categorías: 1 para vacas que presentaron la enfermedad y 0 para las que no. Para verificar la influencia de los factores mencionados sobre la EP, se utilizó un modelo lineal generalizado por medio de una regresión logística. Para ello, se utilizó el procedimiento PROC GENMOD (SAS, versión 9.4), bajo el siguiente modelo:

$$n_i = \log\left[\frac{p_i}{1-p_i}\right] = m + CR_j + OP_k + \beta_0 + \beta_1 x_l + e_{ijkl}$$

Donde:

n_i = proporción sobre la escala logarítmica de la enfermedad podal.

M = media general de la proporción de la escala logarítmica.

CR_j = efecto fijo del componente racial j (A, B, C y D).

OP_k = efecto fijo del orden de parto k (1, 2, 3, 4, 5 y 6 o más)

B_0 = intercepto relacionado con el peso medio de las vacas (X_p).

B_1 = regresor lineal relacionado con el peso medio de las vacas.

E = error asociado a cada una de las observaciones.

En el caso de existir diferencias significativas producto de la regresión logística, para los efectos fijos considerados, se verificaron dichas diferencias entre los niveles de cada efecto utilizando las medias estimadas por mínimos cuadrados mediante el procedimiento LSMEANS del SAS (versión 9.4).

Cuando el peso medio de las vacas fue identificado como un factor influyente sobre la PEP, se planteó una curva estimada referente a la proporción de vacas que sufrirían la enfermedad para un peso particular X_p , teniendo en cuenta el intervalo de pesos que presentaron los animales y usando la siguiente función:

$$\hat{p}_x = e^{(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i)} / 1 + e^{(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i)}$$

Donde:

x_i = variable independiente, en este caso el peso medio de las vacas.

$\hat{\beta}_0$ y $\hat{\beta}_1$ = parámetros de regresión estimados.

El análisis de regresión logística usa como base una distribución de ji-cuadrado:

$$\chi^2 = \frac{SCR MR - SCR MC}{\sigma^2}$$

Donde:

$SCR MR$ se refiere a la suma de cuadrados de un modelo reducido.

$SCR MC$ se refiere a la suma de cuadrados del modelo completo.

σ^2 es la varianza total.

La diferencia entre el valor observado y el estimado es llamada desviación. La diferencia entre las desviaciones del modelo reducido y el completo presenta una distribución aproximada a la distribución de ji-cuadrado, con grados de libertad igual a la diferencia en el número de parámetros.

Cuando los factores CR y OP fueron significativos, se realizó el cálculo del *odds ratio* (OR) teniendo en cuenta un intervalo de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La PEP global en el ható fue de 10,55%, cifra moderada si se compara con lo reportado en la literatura, que asciende hasta 32% para animales en pastoreo (Tadich *et al.* 2005). Al considerar de cerca el manejo que se realiza en el ható de estudio, se encuentran algunos factores que impactan de manera positiva. El ható cuenta con caminos pavimentados que conducen a las vacas desde los potreros hasta la sala de ordeño, evitando así vías pedregosas o empantanadas. Además, se realizan labores de podología 2 veces al año para corregir el aplomo y revisar de manera preventiva las pezuñas. El trabajo de podología mantiene la morfología de la pezuña, lo que permite al animal desplazarse correctamente, y garantiza un chequeo y vigilancia periódicos por parte del personal entrenado, lo que redundará en diagnósticos tempranos (Perusia 2001).

Los factores de riesgo asociados a la PEP considerados en este trabajo fueron altamente significativos en cada uno de los casos: CR ($p < 0,0009$), OP ($p < 0,0001$) y peso medio de las vacas ($p < 0,0001$).

La PEP estimada utilizando el modelo de regresión logística según el CR fue de 11,08%, 1,86%, 4,89% y 5,31% para los CR D, A, B y C, respectivamente. El test de medias por medio de mínimos cuadrados (tabla 1) mostró que únicamente existió diferencia estadística significativa para la PEP entre los CR A y D ($p = 0,0028$), resultado que es confirmado por el intervalo de confianza (no incluye el 0 dentro del intervalo) y supone que en un 95% de las situaciones se espera que la diferencia de la PEP entre el CR A y el D varíe entre -3,12 y -0,64. Esto significa que el CR D (Holstein) presentaría, en la mayoría de situaciones, una PEP superior al CR A (F1). Esta diferencia puede ser atribuida al hecho de que el CR D presenta mayores niveles de producción y, por lo tanto, es más susceptible durante la lactancia a sufrir de enfermedad podal (Bicalho *et al.* 2008; Solano *et al.* 2015).

El OR entre los CR D vs. A fue de 3,12 (IC 95% 1,76; 5,52). Es decir, la posibilidad de padecer EP en las vacas Holstein vs. las F1 es 3,12 veces mayor. Además, al comparar la PEP entre el CR D (11,21%) y las vacas que tenían algún CR de BON (3,34%) se observó una alta significancia estadística ($p = 0,0010$, IC -2,04; -0,55) y un OR de 2,93. Se espera un efecto de heterosis favorable presente en las vacas cruzadas con BON, que las hace más resistentes a presentar la EP, principalmente en la F1.

Los autores no conocen trabajos en los que se compare la PEP de los cruces de BON con Holstein. Sarjokari *et al.* (2013), en un estudio que compara Holstein con Ayrshire, encontró un OR 1,6, hallazgo atribuido principalmente al peso y la alta producción de la raza Holstein. Es un factor conocido el que la alta producción se asocia a suplementación intensa con

carbohidratos de fácil fermentación, lo que predispone a laminitis (Kujala *et al.* 2009; Kujala *et al.* 2010). De otra parte, Barker *et al.* (2010) observaron que los hatos constituidos por razas diferentes a la Holstein o cruces de razas con componente Holstein presentaban una PEP inferior a la de los hatos constituidos solo por esta raza. Estos autores explican dicho hallazgo como resultado de una mayor producción de leche de dicha raza. Igualmente, Hoffman *et al.* (2013) describen mayor OR para EP entre la raza Holstein y la Jersey.

La PEP, según el modelo de regresión logística de acuerdo con el OP, fue de 0,88%, 1,47%, 5,76%, 7,11%, 7,80% y 25,4% para los OP 1, 2, 3, 4, 5 y 6 o más, respectivamente, donde se observa un incremento importante en la prevalencia de la enfermedad a medida que aumentan los OP. El valor es máximo en el orden de parto 6 o más, en el que se encuentran las vacas con mayor edad. Diferencias estadísticas significativas fueron verificadas entre el OP 6 y los demás OP y entre los OP 1 y 2 con los OP 3, 4 y 5 (tabla 2). Solano *et al.* (2018) también encontraron una mayor prevalencia de enfermedad podal con el aumento del orden de parto. En contraposición a lo anterior, Arcos *et al.* (2018) encontraron mayor prevalencia de enfermedad podal en vacas Holstein cruzadas con cebú comercial y vaca Pardo Suizo de primer parto.

Los valores de OR encontrados entre los OP que presentaron diferencias significativas variaron entre 1,72 y 5,22. Estos fueron más altos cuando se comparó el OP 6 con bajos órdenes de parto (tabla 2); es decir, la EP presentó una posibilidad mayor a medida que las vacas presentaron OP mayores.

Solano *et al.* (2015) describen OR de 4 entre el OP 1 y el 4. De otra parte,

TABLA 1. Test de medias para la prevalencia de enfermedad podal por medio de cuadrados mínimos de acuerdo con el componente racial con su respectivo intervalo de confianza al 95% (entre paréntesis)

CR	A	B	C	D
A	—	0,1987 (-2,52; 0,52)	0,3692 (-3,45; 1,28)	0,0028 (-3,12; -0,64)
B		—	0,9391 (-2,30; 2,13)	0,0710 (-1,84; 0,07)
C			—	0,4437 (-2,84; 1,24)
D				—

Fuente: elaboración propia.

TABLA 2. Odds ratio entre los órdenes de parto que presentaron diferencias significativas para prevalencia de enfermedad podal

OP	1	2	3	4	5
3	2,12 (3,67; 1,22)	2,33 (1,4; 3,8)	-	-	-
4	1,89 (0,88; 4,07)	2,08 (1,08; 4,01)	-	-	-
5	1,72 (0,5; 2,3)	1,9 (0,67; 5,41)	-	-	-
6	4,47 (3,9; 5,8)	5,22 (4,4; 6,3)	2,24 (1,64; 3,06)	2,5 (1,78; 3,5)	2,75 (1,7; 4,48)

*Intervalo de confianza al 95% entre paréntesis

Fuente: elaboración propia.

Sarjokari *et al.* (2013) describen un OR de 6 entre el OP 3 y el OP 1. El incremento de la EP, en consecuencia, con el OP, se atribuye a la recidiva de lesiones anteriores de la pezuña (Solano *et al.* 2015).

El CR y el OP presentan influencia significativa sobre la prevalencia de EP a medida que aumenta el nivel (tanto de CR Holstein como de OP) de cada uno de estos factores. En el hato estudiado la raza BON aporta un factor de protección contra esta enfermedad a sus cruces.

Los coeficientes de regresión, obtenidos para la PEP de acuerdo con el peso medio de las vacas, fueron de 7,46 y -0,014 para B_0 y B_1 , respectivamente (figura 1). Se observa que las vacas más livianas presentan mayor probabilidad de presentar enfermedad podal, lo que puede sustentarse por el valor encontrado para el coeficiente B_1 (-0,014), el cual indica que, a medida que una vaca sobrepasa la media de peso en una unidad en kilogramos, la probabilidad de presentar la enfermedad se reduce en un 0,014%.

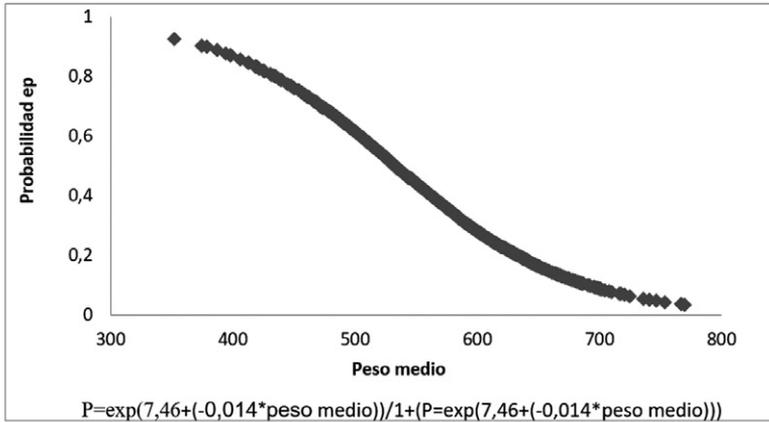


FIGURA 1. Probabilidad de presentar enfermedad podal (EP) de acuerdo al peso medio de las vacas, estimada por medio de regresión logística

Fuente: elaboración propia.

En otros estudios ya se había establecido que el bajo peso está asociado significativamente con el riesgo de padecer cojeras (Randall *et al.* 2015). Con frecuencia el ganado lechero pierde peso durante el periodo de transición, periodo que se caracteriza por un balance energético negativo (Risco 2009). De otra parte, Bicalho *et al.* (2009) demostraron que la pérdida de peso corporal también afecta el grosor de la almohadilla digital lo que predispone a la pezuña a gran debilidad y disminución en su resistencia al estrés mecánico de los desplazamientos. Además, la úlcera de la suela y la enfermedad de la línea blanca están relacionadas con el grosor de la almohadilla digital, el riesgo de estas patologías aumenta cuando el grosor de esta estructura disminuye (Huxley 2012).

Norring *et al.* (2014) observaron que las vacas con cojeras más graves tenían un peso corporal más bajo. Alawneh *et al.* (2012) describieron un estudio en el cual se comprobó que las vacas perdían

peso desde 3 semanas antes del evento de claudicación y seguían perdiendo peso hasta 4 semanas después del tratamiento, lo que en promedio ocasionaba una disminución de 61 kg por animal por evento de cojera. La explicación se relaciona con cambios en los hábitos de alimentación, ya que estos animales descansan menos e invierten menos tiempo en alimentarse; al parecer, debido a interacciones agresivas en el grupo y esto estaría condicionando la aparición de claudicaciones de manera repetida en futuras lactancias (Cook y Nordlund 2009). González *et al.* (2008) proponen que los cambios en los hábitos de alimentación son quizá el signo más sensible para detectar las claudicaciones de forma temprana.

CONCLUSIONES

Se concluye que debido a la resistencia por heterosis que la raza criolla BON aporta, la prevalencia de enfermedad podal en la población estudiada fue mayor en vacas

Holstein puras y menor en vacas Holstein cruzadas con Blanco Orejinegro. El incremento del orden de parto y el bajo peso corporal están relacionados con mayor prevalencia de la enfermedad. Estos resultados pueden ser útiles a la hora de implementar un programa preventivo y de vigilancia contra esta condición.

REFERENCIAS

- Alawneh JI, Stevenson MA, Williams NB, Lopez-Villalobos N, Otley T. 2012. The effect of clinical lameness on live weight in a seasonally calving, pasture-fed dairy herd. *J. Dairy. Sci.* 95(2):663-669. DOI: 10.3168/jds.2011-4505
- Arcos CN, Lascano PJ, Del Toro A. 2018. Incidencia de la dermatitis podal bovina en vacas lecheras en zonas ganaderas de costa y sierra en Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal.* 2(3):108-113. DOI: 10.3168/jds.2009-2309.
- Barker ZE, Leach KA, Whay HR, Bell NJ, Main DC. 2010. Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *J. Dairy. Sci.* 93 (3):932-941. DOI: 10.3168/jds.2009-2309.
- Bicalho RC, Warnick LD, Guard CL. 2008. Strategies to analyze milk losses caused by diseases with potential incidence Throughout the lactation: A lameness example. *J. Dairy. Sci.* 91(7):2653-2661. DOI: 10.3168/jds.2007-0744.
- Bicalho RC, Machado VS, Caixeta LS. 2009. Lameness in dairy cattle: A debilitating or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *J. Dairy Sci.* 29(7):3175-3184. DOI: 10.3168/jds.2008-1827.
- Cook NB, Nordlund KV. 2009. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Vet. J.* 179(3):360-369. DOI:10.1016/TVJL.2007.09.016
- Flor E, Tádich N. 2008. Claudicaciones en vacas de rebaños lecheros grandes y pequeños del sur de Chile. *Arch. Med. Vet.* (40):125-134. DOI:10.3168/jds.2007-0530.
- González LA, Tolkamp BJ, Coffey MP, Ferret A, Kyriazakis I. 2008. Changes in feeding behavior as possible indicators for the automatic monitoring of health disorders in dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 91(3):1017-1028. DOI: 10.3168/jds.2007-0530.
- Hoffman AC, Moore DA, Wenz JR, Vanegas J. 2013. Comparison of modeled sampling strategies for estimation of dairy herd lameness prevalence and cow-level variables associated with lameness. *J. Dairy. Sci.* 96(9):5746-5755. DOI: 10.3168/jds.2013-6891.
- Huxley JN. 2012. Lameness in cattle: An ongoing concern. *Vet. J.* 193(3):610-611. DOI: 10.1016/j.tvjl.2012.06.039. Epub 2012 Aug 4.
- Kujala M, Dohoo IR, Laakso M, Schnier C, Soveri T. 2009. Sole ulcers in Finnish dairy cattle. *Prev. Vet. Med.* 89:227-236. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2009.02.007. Epub 2009 Mar 18.
- Kujala M, Dohoo IR, Soveri T. 2010. White-lin disease and hemorrhages in hooves of Finnish dairy cattle. *Prev. Vet. Med.* (94):18-27. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2009.12.006. Epub 2010 Feb 8.
- Norring M, Häggman J, Simojoki H, Tamminen P, Winckler C, Pastell M. 2014. Short communication: Lameness impairs feeding behavior of dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 97:1-5. DOI: 10.3168/jds.2013-7512. Epub 2014 May 2.
- Perusia O. 2001. Patologías podales del bovino. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 12(2):65-77. DOI:org/10.3168/jds.2014-8863.
- Randall LV, Green MJ, Chagunda M, Mason C, Archer C, Green L, Huxley J. 2015. Low body condition predisposes cattle to lameness: An 8-year study of one dairy herd. *J. Dairy. Sci.* 98(6):3766-3777. DOI: org/10.3168/jds.2014-8863
- Risco CA. 2009. Manejo estratégico Durante el Periodo de Transición en para Optimizar la Producción y el Comportamiento Reproductivo Ganado Lechero. *Rev. Med. Vet. Zoot.* (56):228-240. DOI: 10.3168/jds.2015-9652. Epub 2015 Aug 5.
- Sarjokari K, Kaustell KO, Hurme T, Kivinen T, Peltoniemi O, Saloniemi H, Rajala-Schultz P. 2013. Prevalence and risk factors for lameness in insulated free stall barns in Finland. *Livest. Sci.* 156:44-52. DOI:10.1016/livsci.2013.06.010

- Solano L, Barkema HW, Pajor EA, Mason C, Le Blanc J, Zaffino H, Nash C, Haley D, Vasseur E, Pellerin D, Rushen JJ, De Passille A, Orsel Y. 2015. Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *J. Dairy. Sci.* 98(10):6978-6991. DOI: 10.3168/jds.2015-9652. Epub 2015 Aug 5.
- Solano M, Vargas-Leitón B, Saborio A. 2018. Factores genéticos y ambientales que inciden en lesiones podales del ganado lechero en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana.* 97(1):123-140. DOI: 10.15517/ma.v29i1.28027.
- Tadich N, Hettich E, Van Schaik G. 2005. Prevalencia de cojeras en vacas de 50 rebaños lecheros del sur de Chile. *Arch Med Vet.* 37(1):29-36. DOI: org/10467/so301-732x2005000100005.
- Wolfová M, Štípková M, Wolf J. 2006. Incidence and economics of clinical mastitis in five Holstein herds in the Czech Republic. *Prev. Vet. Med.* 77(2):48-64. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2006.06.002

Forma de citación del artículo

Arrieta LM, Cruz JM, González-Herrera LG. 2021. Enfermedad podal en bovinos: prevalencia y asociación con algunas variables. *Rev Med Vet Zoot.* 68(1): 66-74. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v68n1.97257>