Rev Inv Vet Perú 2023; 34(1): e22846
https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.22846

Caracterización de lesiones podales en vacas lecheras en predios del eje cafetero y norte del Valle del Cauca, Colombia

Characterization of podal lesions in dairy cows in the coffee-growing region and northern Valle del Cauca, Colombia

Fernando Gómez Parra[1]*, Alejandro Jaramillo Jaramillo[2], Marlyn H. Romero[3]

Resumen

El objetivo del estudio fue caracterizar las lesiones podales en vacas lecheras en predios del eje cafetero y el norte del Valle del Cauca. Se realizó un estudio retrospectivo observacional basado en los registros de evaluación podológica de bovinos. Se analizaron los registros de 8671 bovinos tipo leche de trópico alto y bajo (n=8548 hembras, n=123 reproductores) localizados en 28 municipios del eje cafetero y Norte del Valle (n=93 predios). Un médico veterinario entrenado y experto en podología realizó la evaluación de todas las lesiones entre enero de 2015 y diciembre de 2019. El 26.07% de los bovinos presentó algún grado de lesión podal y de estos, 41.45% exhibió alteraciones en la locomoción. Las prevalencias de lesiones infecciosas y no infecciosas fueron 7.88% y 92.12%, respectivamente. La hemorragia solar fue la patología más frecuente (41.4%), seguida de abscesos en la suela (13.8%) y doble suela (11.35%). Hubo diferencias significativas en la prevalencia de las lesiones podales de acuerdo con el mes (X^2=196.08, p<0.001) y departamento (X^2=13.8, p<0.003). Se concluye que las lesiones podales y cojeras presentaron una prevalencia alta, lo que sugiere instaurar la evaluación podológica como una práctica rutinaria, para disminuir las pérdidas económicas a los productores y garantizar el bienestar de los animales.

Palabras clave: cojeras, bovinos, salud de la pezuña, alteración de la locomoción

[1] Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Medicina Veterinaria. Grupo de Investigación en Ciencias Animales (GICA), Pamplona, Colombia
[2] Grupo de Investigación en Ciencias Veterinarias (CIENVET), Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia
[3] Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Salud Animal. Grupo de Investigación en Ciencias Veterinarias (CIENVET). Manizales, Caldas, Colombia
** E-mail: fernando.gomez@unipamplona.edu.co*

Recibido: 9 de mayo de 2022
Aceptado para publicación: 7 de diciembre de 2022
Publicado: 27 de febrero de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

Abstract

The aim of this study was to characterize foot lesions in dairy cows in farms of the coffee-growing region and northern Valle del Cauca. An observational retrospective study was carried out based on bovine podiatric evaluation records. The records of 8671 milk-type cattle from the high and low tropics (n=8548 females, n=123 breeders) located in 28 municipalities of the coffee-growing region and northern Vall del Cauca (n=93 farms) were analyzed. A trained veterinary practitioner with expertise in podiatry performed the evaluation of all the injuries between January 2015 and December 2019. Results showed that 26.07% of the cattle presented some degree of podal injury and of these, 41.45% exhibited alterations in the locomotion. The prevalence of infectious and non-infectious lesions were 7.88% and 92.12%, respectively. Sole hemorrhage was the most frequent pathology (41.4%), followed by sole abscesses (13.8%) and double sole (11.35%). There were significant differences in the prevalence of podal lesions according to month (X^2=196.08, p<0.001) and department (X^2=13.8, p<0.003). It is concluded that podal lesions and lameness presented a high prevalence, which suggests establishing podiatric evaluation as a routine practice to reduce economic losses to producers and guarantee the welfare of animals.

Key words: lameness, cattle, hoof health, impaired locomotion

Introducción

Los trastornos de la locomoción son considerados como un problemas de importancia de las explotaciones bovinas lecheras convencionales y orgánicas, porque afectan el bienestar, la salud y la productividad, al causar anomalías en la marcha y presencia de dolor (Pinedo *et al*., 2017a; Fedegan, 2018; Alvergnas *et al*., 2019). La presencia de cojeras reduce la longevidad, la producción de leche, afecta el peso corporal y el comportamiento reproductivo, además de aumentar el riesgo de descarte, muerte o presencia de enfermedades concomitantes, entre otros (Dolecheck *et al*., 2018). Investigaciones recientes reportan pérdidas en producción lechera bovina entre 0.73 y 1.66 kg/día a causa de la hemorragia en suela, enfermedad de la línea blanca y dermatitis digital (Charfeddine y Pérez-Cabal, 2017), así como presencia de animales no-ambulatorios, debilidad y emaciación (Whay y Shearer, 2017), factores que finalmente se traducen en resultados económicos negativos (Ettema y Østergaard, 2006; Dolecheck *et al*., 2018).

Los trastornos podales están implicados en el 90% de las cojeras del ganado (Bautista-Fernández *et al*., 2021). Se ha identificado una gran variedad de factores de riesgo a nivel del rebaño y de los bovinos relacionados con los problemas podales, tales como, la nutrición, la higiene, el acceso a los pastos, la compra de animales, la comodidad de las vacas, las rutinas de recorte y pediluvio, la genética, la edad, el rango social y la condición corporal (Shearer, 2017; Moreira *et al*., 2019). De acuerdo con la etiología y la patología, las lesiones podales se clasifican en infecciosas y no infecciosas (trastornos de la suela y erosión del talón) (Potterton *et al*., 2012), relacionadas en su mayoría con la higiene ambiental y las lesiones córneas (fisuras de la pared de la pezuña, doble suela y enfermedad de la línea blanca), y causadas por factores metabólicos (forma anormal de la pezuña) o mecánicos (Moreira *et al*., 2019).

El hato colombiano bovino está conformado por cerca de 24 millones de cabezas, ocupa el quinto puesto en América, el 12 a nivel mundial y representa el 21.8% del PIB Agropecuario (Fedegan, 2018). El sistema

Cuadro 1. Distribución de frecuencia de la población bovina estudiada por predio, municipio y departamento colombiano

Departamento	Bovinos		Predios		Municipios	
	%	n	%	n	%	n
Caldas	29.2	2,527	32.6	30	25	7
Quindío	16	1,383	27.9	26	28.6	8
Risaralda	20	1,735	18.3	17	10.7	3
Valle del Cauca	34.8	3,025	21.5	20	35.7	10
Total	100.0	8,671	100.0	93	100.0	28

doble propósito y las lecherías de trópico bajo producen el 55% de la leche y representa el 39% de la población bovina nacional (Fedegan, 2018). En Colombia se han realizado trabajos relacionados con las afecciones de la pezuña en ganado de leche en las sabanas de Bogotá (Medrano-Galarza et al., 2020) y en la región suroeste Antioqueña, donde evaluaron la frecuencia y distribución de las lesiones podales (Correa-Valencia *et al*., 2019). No obstante, son escasos los estudios en ganado de leche de trópico bajo. El objetivo de esta investigación fue caracterizar las lesiones podales en lecherías en predios del eje cafetero y el norte del Valle del Cauca, para identificar los problemas más frecuentes y orientar las medidas de prevención y control.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio retrospectivo observacional basado en los registros de evaluación podológica de bovinos de leche en trópico alto y bajo. El estudio se llevó a cabo en condiciones de rebaños comerciales y los investigadores participaron en el proceso únicamente como observadores. Todos los procedimientos relacionados con el uso y cuidado de los animales siguieron estrictamente la norma regulatoria colombiana, Resolución 001634-2010, según lo establecido por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2010).

Zona de Estudio

El estudio se realizó en el eje cafetero y Norte del Valle del Cauca, en los departamentos de Caldas (5º06'N, 75ºS), altitud entre 114 y 5260 msnm, temperatura entre 14 y 23 ºC y humedad relativa promedio de 84% anual; de Quindío (4º32'N, 75º42'0''O), altitud entre 900 y 4750 msnm, temperatura entre 8 y 24 ºC y humedad relativa promedio de 81%; de Risaralda (-75.7668 5° 9'56'' N, 75° 46'0'' O), altitud entre 2000 y 4500 msnm, temperatura entre 12 y 24 ºC, humedad relativa promedio del 75%; y del Valle del Cauca (3°25'00''N 76°310'000''0'' O), altitud de 1000 a 4080, temperatura entre 23 y 24 ºC, humedad relativa de 81% (IDEAM, 2021). Los bovinos de estos cuatro departamentos representaron el 4.4% de la población de Colombia en 2019 (ICA, 2019).

Población de Estudio

Se analizaron los registros podológicos de 8671 bovinos (n=93 predios) productores de leche (n=8548 hembras, n=123 reproductores) localizados en 28 municipios. El 72.04% de las fincas estaban ubicadas en trópico bajo (n=67 con 7133 animales) y el 27.96% en trópico alto (n=26 con 1538 animales). Un médico veterinario entrenado y experto en podología realizó la evaluación de todas las lesiones en el periodo comprendido entre enero de 2015 y diciembre de 2019. Se seleccionaron 2261 registros de acuerdo con

Cuadro 2. Prevalencia de lesiones podales en lecherías de trópico bajo en predios del eje cafetero y norte del Valle del Cauca

Año	Animales evaluados (n)	Frecuencia anual (%)	Animales con lesiones (n)	Prevalencia de lesionados (%)
2015	940	10.8	145	6.36
2016	651	7.5	65	2.87
2017	2,170	25	378	16.7
2018	2,375	27.4	554	24.46
2019	2,535	29.3	1,119	49.42
Total	8,671	100.0	2,261	100.0

los siguientes criterios de inclusión: bovinos con diagnóstico de cojeras, crecimiento anormal del casco, tejido conectivo o lesión en la estructura de la pared, suela o ranilla del casco (Cuadro 2).

Evaluación de Lesiones

La evaluación de las lesiones en los bovinos se efectuó mediante la inmovilización y sujeción del animal en un brete hidráulico, el cual fijó el animal por unas bandas a nivel de pecho y abdomen, protegiendo la glándula mamaria. No se utilizó ningún tipo de sedación o tranquilización. Para la valoración del casco, cada bovino se elevó de manera que los cuatro miembros quedaron suspendidos en el aire, a nivel de la altura de la cintura del profesional. En los casos de ausencia de signos de afección podal, se realizó un tratamiento profiláctico con debridación de las partes en las que se observaba crecimiento anormal, mediante pinza descalladora y una pulidora eléctrica. En caso de que existiera cojera, se efectuó la inspección del casco afectado con pinza de presión en la suela, en busca de la lesión y el posible agente causal. Cuando fue necesario, se despejó, debridó y retiró los cuerpos extraños. Una vez se ubicó la lesión, se lavó la zona afectada durante un minuto con agua a presión y se estableció el diagnóstico. La información obtenida se registró en un instrumento estructurado y posteriormente se diligenció una hoja de cálculo de Excel.

Análisis de Datos

Los datos se colocaron en una hoja de cálculo en Excel, la cual se transformó a un archivo TXT para proceder al análisis en el programa «R» v. 3.6.2. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete *lme4* (Bates *et al*., 2019). Para indagar el comportamiento de las variables (cojeras, hemorragia en suela, abscesos, doble suela y enfermedad de la línea blanca) y su comportamiento frente a los factores (mes, año), se utilizó un modelo lineal generalizado (GLM), el cual se ajustó usando el error quasibinomial mediante la biblioteca *fitdistriplus* (Delignette-Muller *et al*., 2020). Las tablas de análisis de varianza tipo II se utilizaron para evaluar la importancia de los términos en GLM utilizando la función ANOVA en la biblioteca *car*. Las figuras se elaboraron mediante el paquete sjPlot (Wickham, 2016). Las variables distribución de las lesiones por año, por miembro y frecuencia fueron analizadas en el programa Excel. Se realizó un análisis de estadística descriptiva usando una prueba de Chi cuadrado para determinar diferencias significativas ($p<0.05$), basados en el total de lesiones de la pezuña registrados en la base de datos.

Resultados

El Cuadro 2 presenta la prevalencia de las lesiones podales diagnosticadas por año.-

La prevalencia más alta se encontró en 2019 (49.42%). El 4.7% de los registros no presentó la identificación especifica de la lesión, por lo cual se pueden presentar variaciones en las sumatorias.

Las prevalencias de lesiones infecciosas y no infecciosas fueron de 7.88% y 92.12%, respectivamente. La hemorragia solar fue la patología más frecuente (41.40%), seguida de los abscesos en la suela (13.80%) y doble suela (11.35%) (Figura 1). Asimismo, se mantuvo este orden al estratificar la presentación de lesiones en las lecherías de trópico alto y bajo. Las afecciones patológicas de menor presentación fueron agrupadas como otros (cuerpos extraños, erosión de talón, desprendimiento de muralla, casco erosionado y dermatitis interdigital (Figura 1). La mayor prevalencia de cojeras se observó en el departamento de Caldas (x^2=13.8, p<0.003) (Figura 2).

Las lesiones encontradas en las pezuñas fueron muy variadas y con diferentes grados de intensidad, llegando algunas a alterar la movilidad de los animales (Figura 3). De los 8671 individuos evaluados, 2261 (26.07%) presentaron lesiones en algún grado y de estos, 1472 (65%) presentaron alteración en la locomoción (cojera).

La prevalencia de las lesiones podales presentó variaciones de acuerdo con el mes evaluado (x^2=196.08, p<0.001). Durante 2018 y 2019 se observó un incremento de lesiones podales, especialmente en los meses de abril y mayo (Figura 4). La prevalencia de la hemorragia en suela fue mayor durante los meses de enero, marzo y mayo (x^2=265.69, p<0.001) (Figura 5).

La frecuencia de la hemorragia solar y de abscesos fue mayor en marzo para el primer semestre (x^2=265.69, p<0.001 y x^2=33.77, p<0.001) y en agosto, septiembre y octubre, para el segundo semestre de los años 2018 y 2019 (Figura 6).

Discusión

La presencia de lesiones podales que generan cojeras son foco de atención científica, porque son ampliamente reconocidas como condiciones dolorosas y angustiantes para los bovinos, afectando el bienestar animal (Shearer *et al*., 2013; Sadiq *et al*., 2020; Bautista-Fernández *et al*., 2021). Estudios realizados en Colombia (Romero *et al*., 2020), Dinamarca (Dahl-Pedersen *et al*., 2018) y Estados Unidos (Stojkov *et al*., 2020) demostraron que una de las principales causas de

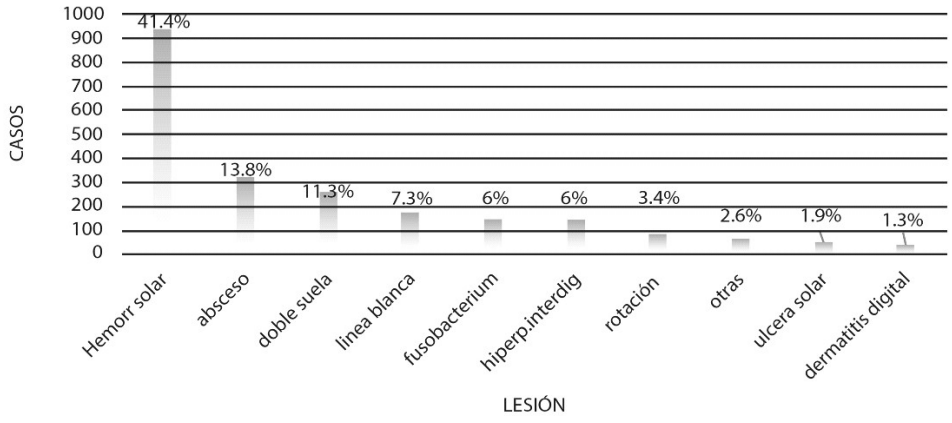

Figura 1. Prevalencia (%) de lesiones podales en lecherías localizados en fincas del eje cafetero y norte del Valle del Cauca (Colombia) entre enero de 2015 a diciembre de 2019

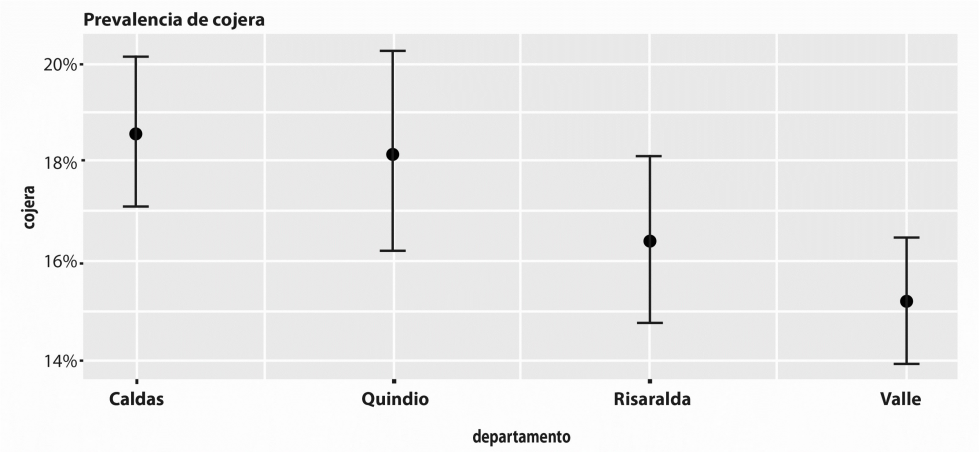

Figura 2. Distribución de lesiones podales en vacas lecheras por departamento del eje cafetero y norte del Valle del Cauca (Colombia) en el periodo comprendido entre enero de 2015 a diciembre de 2019.

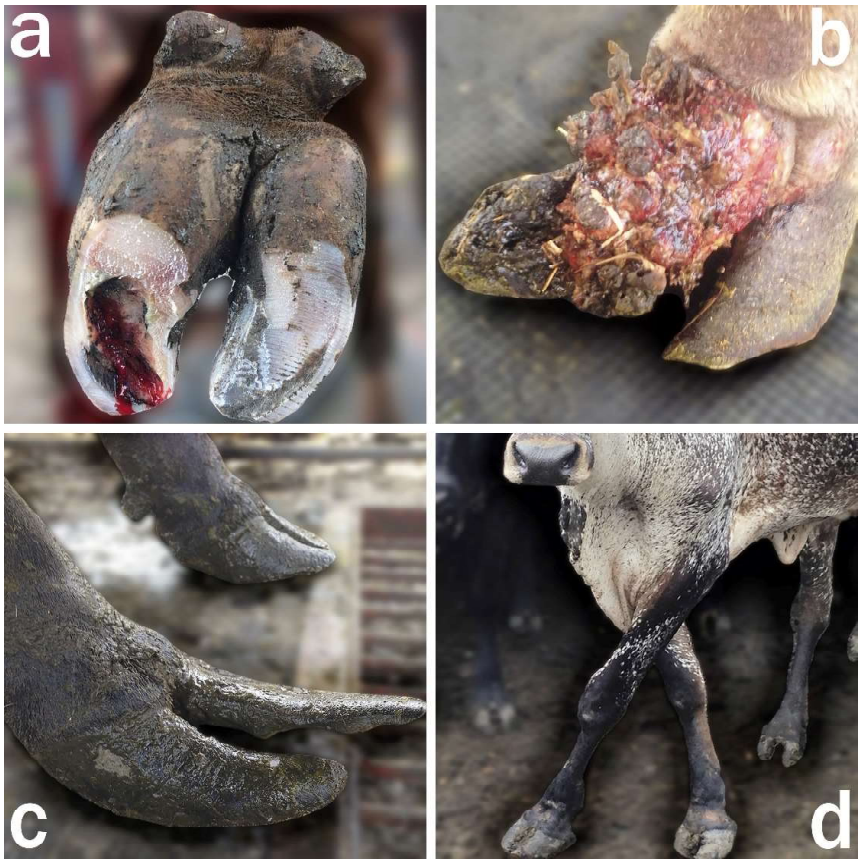

Figura 3. Lesiones del casco del bovinos lecheros del eje cafetero y norte del Valle del Cauca (Colombia). a. Hemorragia en suela miembro anterior de bovino. b. Hiperplasia interdigital. c. Crecimiento anormal del casco. d. Cruzamiento de miembros anteriores por sensibilidad en las pezuñas mediales

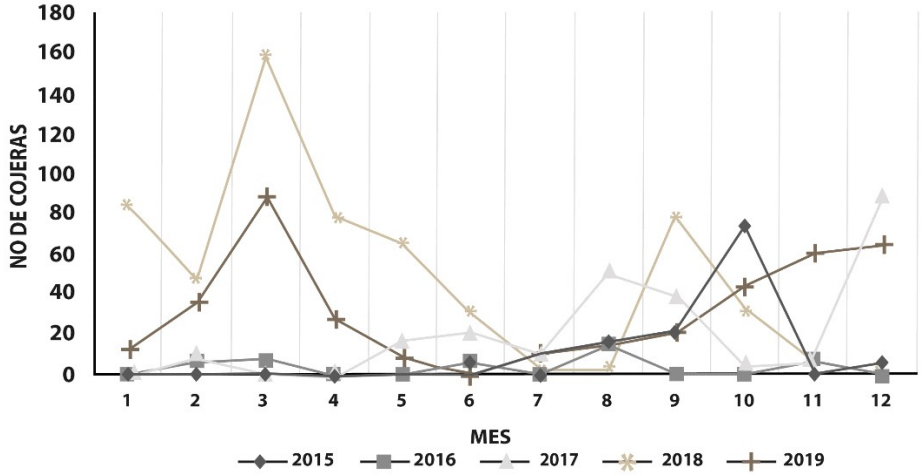

Figura 4. Prevalencia mensual de lesiones podales en lecherías del eje cafetero y norte del Valle del Cauca (Colombia) evaluadas durante cinco años (2015-2019)

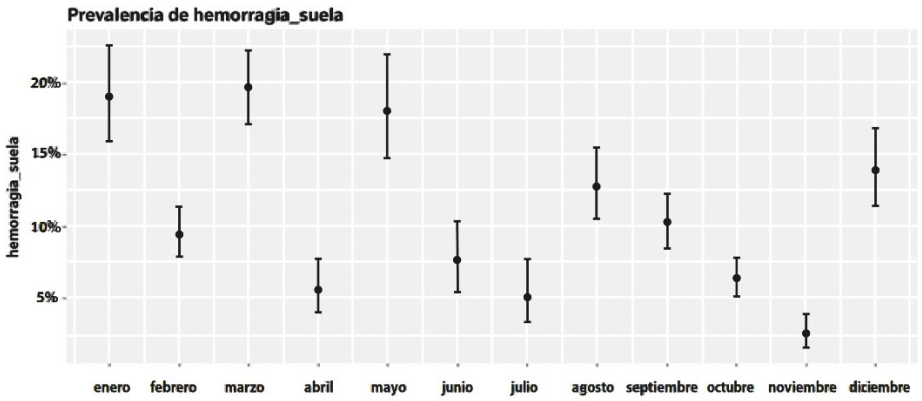

Figura 5. Comportamiento mensual de lesiones de la pezuña causadas por hemorragia en suela en vacas lecheras del eje cafetero y norte del Valle del Cauca (Colombia) durante los años 2018 y 2019

descarte de las vacas lecheras es la presencia de cojeras. El estudio colombiano encontró una prevalencia de vacas con problemas podales y cojeras del 21.6%, similar a la descrita en la presente investigación (26.07%), lo cual sugiere que su impacto en las ganaderías de leche y doble propósito es relevante (Romero *et al*., 2020), aspectos también descritos en el país por otros investigadores en ganaderías de leche (Benavidez *et al*., 2012; Álvarez *et al*., 2017). Las alteraciones de las pezuñas son una condición multifactorial, y su prevalencia puede variar entre regiones (Bautista-Fernández *et al*., 2021) y sistemas productivos (estabulados o pastoreo) (Fabian *et al*., 2014; Passos *et al*., 2017).

La alimentación, el cuidado de las pezuñas, la higiene general del establo, la concentración de ganado, la genética, la humedad, las instalaciones, el pastoreo, la edad de los animales, el nivel y la fase de producción,

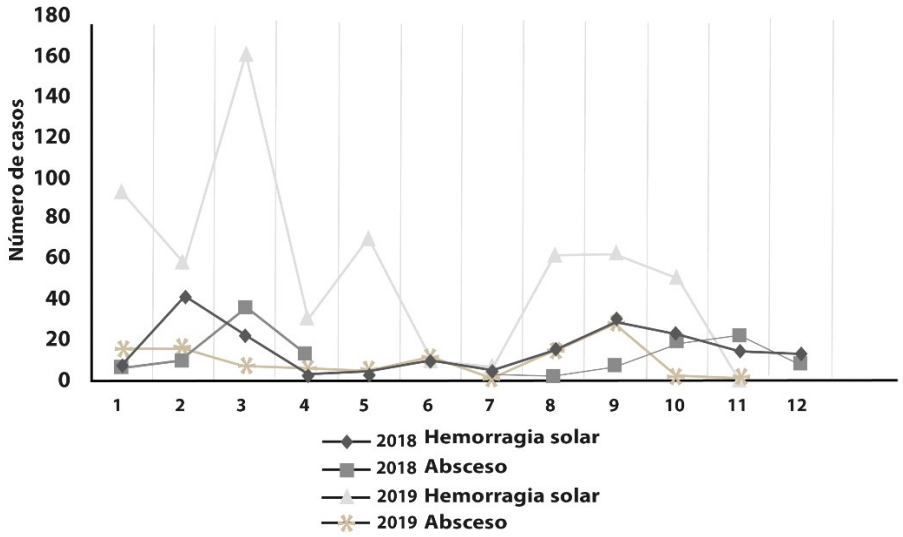

Figura 6. Lesiones podales de mayor presentación en fincas lecheras de Caldas, Quindío, Risaralda y Norte del Valle (Colombia) durante los años 2018 y 2019

así como el factor humano, son los factores asociados a las patologías podales en vacas más descritos en la bibliografía (Labrada Velázquez *et al*., 2020). Los principales factores de riesgo de cojera en el ganado de pastoreo están relacionados con el riesgo de trauma, largas distancias de desplazamiento, falta de mantenimiento de las vías y factores del animal como la adaptabilidad de ciertas razas al estilo de vida de pastoreo (Hund *et al*., 2018). Bran *et al*. (2018), sugieren que la paciencia del trabajador para manejar los animales es un elemento importante, puesto que la velocidad de desplazamiento es un factor que contribuye al aumento en la presentación de cojeras, aspecto que sería conveniente investigar en futuros trabajos en lecherías de trópico bajo, teniendo en cuenta que una alta proporción de manejadores de ganado tienen baja escolaridad, capacitación y entrenamiento en el manejo de los bovinos (Moreira, 2017; Romero *et al*., 2020); así como, bajos niveles de actitud (Herrán *et al*., 2017) y empatía hacia los animales (Leon *et al*., 2020).

La prevalencia de lesiones podales de acuerdo con el departamento presentó diferencias significativas (x^2=13.8, p<0.003). No se encontraron trabajos que permitieran comparar este aspecto. De acuerdo con el IDEAM (2021), el departamento del Valle del Cauca presenta una menor precipitación pluvial comparado con los departamentos del eje cafetero, lo cual podría ser un factor que explique las diferencias encontradas.

En este estudio predominaron las lesiones de origen no infeccioso, similar a lo reportado en Estados Unidos por Eicher *et al*. (2013), América del Sur (Passos *et al*., 2017), Europa (Barker *et al*., 2010; Fabian *et al*., 2014; Alvergnas *et al*., 2019) y Colombia (Correa-Valencia *et al*., 2019). Entre las lesiones no infecciosas en bovinos están la laminitis, enfermedad de la línea blanca, úlceras en la planta, dedo del pie y talón (Pinedo *et al*., 2017b). La hemorragia solar (41.4%) fue la afección más frecuente, especialmente en el primer semestre del año (X^2=265.69, p<0.001), particularmente en marzo, abril y mayo, periodo que coincide con las épocas

de lluvias, según los reportes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2021). Tomasella *et al*. (2014) encontraron resultados similares, pues describieron la hemorragia solar como la patología prevalente (51.47%), seguida de enfermedad de la línea blanca (25.74%) y suela fina (10.29%). No obstante, los resultados difieren con los reportes en el sur de Chile de Flor y Tadich (2008), quienes hallaron diferencias en la prevalencia de cojeras de acuerdo con el tamaño del hato, siendo de 54.9% la prevalencia para enfermedad de la línea blanca en hatos grandes y de 82.5% en los pequeños. Así mismo, Álvarez *et al*. (2017) reportaron una mayor presentación de pezuña tirabuzón (36.47%), mientras que para Rabelo *et al*. (2013) fue la dermatitis digital (23.7%) y para Benavidez *et al*. (2012) en Colombia fue la erosión del talón (53.84%). Estos resultados ratifican las diferencias entre las prevalencias de acuerdo con la localización geográfica de los hatos.

Las lesiones de origen infeccioso halladas con mayor frecuencia en el presente estudio fueron la dermatitis digital e interdigital, resultados que coinciden con los reportados por Rabelo *et al*. (2013) en Goias (Brasil), seguido por pododermatitis séptica (12.6%) y doble suela (12.1%), y por Medrano-Galarza *et al*. (2020) en el departamento de Antioquia, Colombia. En Colombia se tiene dos periodos secos y dos de lluvias, donde marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre corresponden a la estación de invierno (IDEAM, 2021). La época de lluvia es un factor de riesgo para la presencia de lesiones podales y cojeras, tal y como ha sido descrito en el presente estudio y en estudios similares en Australia (Ranjbar *et al*., 2016) y Colombia (Medrano-Galarza *et al*. (2020), pues el aumento de la humedad y el encharcamiento de los potreros pueden contribuir al reblandecimiento de las pezuñas del animal. En fincas basadas en pastoreo, como las evaluadas en este estudio; las condiciones de los potreros y de los senderos durante el aumento de la precipitación son difíciles de controlar, por lo que se aumentan los acúmulos de agua y flujos de lodo, que podrían causar un aumento de la suciedad y de las lesiones en las pezuñas. Álvarez *et al*. (2017) reportaron que 42.35% (139/170) de los animales presentaron trastornos podales, aspecto asociado al pastoreo en terrenos bajos y anegadizos causal de lesiones de la pezuña (Passos *et al*., 2017).

La distribución anatómica de las lesiones podales se da de forma aleatoria, ya que no existe un patrón de presentación determinado. Galán *et al*. (2014) y Bergsten *et al*. (2003) indican que el 60% del peso del cuerpo de un cuadrúpedo se distribuye en el miembro anterior y el 40% restante, en el posterior, lo cual puede interferir en la presentación de las lesiones. En el presente estudio, los miembros posteriores presentaron una prevalencia mayor (67.45%); resultado similar a los reportes de Tomasella *et al*. (2014) (87.5%) y Rabelo *et al*. (2013) (75.3%) y Labrada Velázquez *et al*. (2020) (66.26%). Así mismo, coinciden en menor proporción con lo encontrado en el sur de Chile en vacas de leche, donde se afectaron con mayor frecuencia los miembros posteriores tanto en rebaños grandes (92%) y pequeños (91.5%) (Flor y Tadich, 2008).

En el presente estudio se presentaron lesiones podales con mayor frecuencia en el miembro posterior izquierdo (36.33%), tal y como lo señalan Tomasella *et al*. (2014) y Rabelo *et al*. (2013), pero difieren del reporte de Álvarez *et al*. (2017), quienes encontraron una mayor proporción de lesiones en el miembro posterior derecho (51.6%). Estos resultados han sido asociados a causas morfofuncionales de los miembros, tanto en movimiento como en decúbito esternal, así como la exposición de los miembros posteriores a la materia fecal y orina (Greenough, 2007; Silveira *et al*., 2009). Así mismo, la disposición anatómica de los miembros anteriores permite mayor amortiguación por la forma de inserción del miembro anterior al tórax, a través de músculos y ligamentos, a dife-

rencia del miembro posterior que se fija a través de la cabeza del fémur al acetábulo, el cual presenta una deficiencia ligamentosa en la articulación coxofemoral, que lo hace más sensible a lesiones y aumenta el riesgo de daño estructural de la pezuña en el miembro posterior (Greenough, 2007). Contrario a estos resultados, Viana *et al*. (2018) encontraron que 55.5% de los animales presentaban lesiones en el miembro anterior.

Conclusiones

- Se encontró una prevalencia de 26.07% de bovinos con lesiones podales, y de estos, 65% presentaron alteración en la locomoción (cojera).
- La hemorragia en suela fue la enfermedad de mayor presentación (41.45% de los casos).
- Las lesiones tuvieron mayor presentación durante los periodos de lluvia.

Literatura Citada

1. ***Álvarez J, Martínez M, Cardona J. 2017.*** Trastornos podales en bovinos de sistemas de producción doble propósito en el Departamento Córdoba, Colombia. Rev Colomb Cienc Anim 9: 171-180. doi: 10.24188/recia.v9.n2.2017.554
2. ***Alvergnas M, Strabel T, Rzewuska K, Sell-Kubiak E. 2019.*** Claw disorders in dairy cattle: Effects on production, welfare and farm economics with possible prevention methods. Livest Sci 222: 54-64. doi: 10.1016/j.livsci.2019.-02.011
3. **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: 932-941. doi: 10.3168/jds.2009-2309
4. ***Bates D, Maechler M, Bolker B, Walker S. 2019.*** Lme4: Linear mixed-effects models using 'Eigen' and S4. [Internet]. Available in: https://cran.r-project.org
5. ***Bautista-Fernández M, Estévez-Moreno LX, Losada-Espinosa N, Villarroel M, María GA, De Blas I, Miranda-de la Lama GC. 2021.*** Claw disorders as iceberg indicators of cattle welfare: Evidence-based on production system, severity, and associations with final muscle pH. Meat Sci 177: 108496. doi: 10.1016/j.meatsci.2021.108496
6. ***Benavidez E, Martínez F, Quevedo D. 2012.*** Prevalencia de lesiones asociadas con laminitis subclinica en vacas Holstein de primer parto en Nariño, Colombia. Rev Inv Pec 1: 63-70. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)74005-3
7. ***Bergsten C, Greenough PR, Gay JM, Seymour WM, Gay CC. 2003.*** Effects of biotin supplementation on performance and claw lesions on a commercial dairy farm. J Dairy Sci 86: 3953-3962. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)74005-3
8. ***Bran JA, Daros RR, von Keyserlingk MAG, LeBlanc SJ, Hötzel MJ. 2018.*** Cow- and herd-level factors associated with lameness in small-scale grazing dairy herds in Brazil. Prev Vet Med 151: 79-86. doi: 10.1016/j.prevetmed.2018.01
9. ***Charfeddine N, Pérez-Cabal M. 2017.*** Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity and their economic impact in Spanish Holstein cows. J Dairy Sci 100: 653-65. doi: doi: 10.3168/jds.2016-11434
10. ***Correa-Valencia NM, Castaño-Aguilar IR, Shearer JK, Arango-Sabogal JC, Fecteau G. 2019.*** Frequency and distribution of foot lesions identified during cattle hoof trimming in the Province of Antioquia, Colombia (2011-2016). Trop Anim Health Pro 51: 17-24. doi: 10.1007/s11250-018-1652-1
11. ***Dahl-Pedersen K, Foldager L, Herskin MS, Houe H, Thomsen PT. 2018.*** Lameness scoring and assessment of fitness for transport in dairy cows: agreement among and between farmers, veterinarians and livestock drivers. Res Vet Sci 119: 162-166. doi: 10.1016/j.rvsc.2018.06.017

12. ***Delignette-Muller M, Dutang C, Pouillot R, Denis J, Siberchicot A. 2020.*** Fitdistrplus. Help to fit of a parametric distribution to non-censored or censored data. [Internet]. Available in: https://cran.r-project.org
13. ***Dolecheck KA, Dwyer RM, Overton MW, Bewley JM. 2018.*** A survey of United States dairy hoof care professionals on costs associated with treatment of foot disorders. J Dairy Sci 101: 8313-8326. doi: 10.3168/jds.2018-14718
14. ***Eicher SD, Lay DC Jr, Arthington JD, Schutz MM. 2013.*** Effects of rubber flooring during the first 2 lactations on production, locomotion, hoof health, immune functions, and stress. J Dairy Sci 96: 3639-3651. doi: 10.3168/jds.2012-6049
15. ***Ettema J, Østergaard S. 2006.*** Economic decision making on prevention and control of clinical lameness in Danish dairy herds. Livest Sci 102: 92-106. doi: 10.1016/j.livprodsci.2005.11.021
16. ***Fabian J, Laven RA, Whay HR. 2014.*** The prevalence of lameness on New Zealand dairy farms: a comparison of farmer estimate and locomotion scoring. Vet J 201: 31-38. doi: 10.1016/j.tvjl.2014.-05.011
17. ***FEDEGAN. 2018.*** Ganadería colombiana, hoja de ruta 2018-2022. [Internet]. Disponible en: https://www.fedegan.-org.co/noticias/ganaderia-colombiana-hoja-de-ruta-2018-2022
18. ***Flor E, Tadich N. 2008.*** Claudicaciones en vacas de rebaños lecheros grandes y pequeños del sur de Chile. Arch Med Vet 40: 125-134. doi: 10.4067/S0301-732X2008000200003
19. ***Galán A, Maricel R, Gigena M, Mouguelar H, Fioretti R, Varela M, Quinteros R, et al. 2014.*** Morfometría del tercio proximal y distal del hueso metacarpiano III de caballo mestizo con criollo. En: II Convención Internacional Virtual de Ciencias Morfológicas.
20. ***Greenough PR. 2007.*** Bovine laminitis and lameness: a hands-on approach. Elsevier. 311 p. doi: 10.1016/B978-0-7020-2780-2.X5001-0
21. ***Herrán L, Romero M, Herrán L. 2017.*** Interacción humano-animal y prácticas de manejo bovino en subastas colombianas. Rev Inv Vet Perú 28: 571-585. doi: 10.15381/rivep.v28i3.13360
22. ***Hund A, Chiozza Logroño J, Ollhoff RD, Kofler J. 2019.*** Aspects of lameness in pasture based dairy systems. Vet J 244: 83-90. doi: 10.1016/j.tvjl.2018.-12.011
23. ***[ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 2010.*** Resolución 001634. [Internet]. Disponible en: https://www.ica.gov.co/getattachment/9 5 1 0 4 e d 0 - 2 d 4 0 - 4 7 5 f - a 8 e 5 - 185b55f34454/R1634.aspx.
24. ***[ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 2019.*** Censo Pecuario Nacional. [Internet]. Disponible en: https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018
25. ***[IDEAM] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2021. Promedio climatol[ogicos Colombia 1981-2010.*** [Internet]. Disponible en: http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima
26. ***Labrada A, Miranda I, Rosete A, González A. 2020.*** Factores de riesgos asociados a la prevalencia de patologías podales en vacas Siboney de Cuba. Rev Salud Anim 42: e07.
27. ***Leon AF, Sanchez JA, Romero MH. 2020.*** Association between attitude and empathy with the quality of human-livestock interactions. Animals 10: 1304. doi: 10.3390/ani10081304
28. ***Medrano-Galarza C, Zuñiga-López A, García-Castro F. 2020.*** Evaluación de bienestar animal en fincas bovinas lecheras basadas en pastoreo en la Sabana de Bogotá, Colombia. Revista MVZ Córdoba 25:14. doi: 10.21897/rmvz.1708

29. ***Moreira TF. 2017.*** Risk factor associated with lameness and hoof lesion in all year-round grazing cattle. Rev Acad Ciênc Anim 15(Suppl 2): 223-224.
30. ***Moreira TF, Nicolino RR, Meneses RM, Fonseca GV, Rodrigues LM, Facury Filho EJ, Carvalho AU. 2019.*** Risk factors associated with lameness and hoof lesions in pasture-based dairy cattle systems in southeast Brazil. J Dairy Sci 102: 10369-10378. doi: 10.3168/jds.2018-16215
31. ***Passos LT, Cruz EA, Fischer V, Porciuncula GC, Werncke D, Dalto AG, Stumpf MT, et al. 2017.*** Dairy cows change locomotion score and sensitivity to pain with trimming and infectious or non-infectious lesions. Trop Anim Health Pro 49: 851-856. doi: 10.1007/s11250-017-1273-0
32. ***Pinedo P, Velez J, Manriquez D, Bothe H. 2017.*** Treatment options for lameness disorders in organic dairies. Vet Clin N Am-Food A 33: 377-387. doi: 10.1016/j.cvfa.2017.03.003
33. ***Potterton SL, Bell NJ, Whay HR, Berry EA, Atkinson OC, Dean RS, Main DC, Huxley JN. 2012.*** A descriptive review of the peer and non-peer reviewed literature on the treatment and prevention of foot lameness in cattle published between 2000 and 2011. Vet J 193: 612-616. doi: 10.1016/j.tvjl.2012.-06.040
34. ***Rabelo RE, Vulcani VA, Sant'Ana FJ, Lima CR, Rabbers, Helrigel PA, Dias M. 2013.*** Influence of different digital diseases in lameness of dairy cows in southwest of the state of Goiás. Rev Bras Ciênc Vet 20: 198-203. doi: 10.4322/rbcv.2014.006
35. ***Ranjbar S, Rabiee AR, Gunn A, House JK. 2016.*** Identifying risk factors associated with lameness in pasture-based dairy herds. J Dairy Sci 99: 7495-7505. doi: 10.3168/jds.2016-11142
36. ***Romero MH, Rodríguez-Palomares M, Sánchez JA. 2020.*** Animal-based measurements to assess the welfare of dairy cull cows during pre-slaughter. Animals 10: 1802. doi: 10.3390/ani10-101802
37. ***Sadiq MB, Ramanoon SZ, Mansor R, Syed-Hussain SS, Shaik Mossadeq WM. 2020.*** Claw trimming as a lameness management practice and the association with welfare and production in dairy cows. Animals 10: 1515. doi: 10.3390/ani10091515
38. ***Shearer JK, van Amstel SR. 2017.*** Traumatic lesions of the sole. Vet Clin N Am-Food A 33: 271-281. doi: 10.1016/j.cvfa.2017.02.001
39. ***Shearer JK, Stock ML, Van Amstel SR, Coetzee JF. 2013.*** Assessment and management of pain associated with lameness in cattle. Vet Clin N Am-Food A 29: 135-156. doi: 10.1016/j.cvfa.2012.-11.012
40. ***Silveira JA, Albernaz T, Oliveira CM, Duarte MD, Barbosa JD. 2009.*** Afecções podais em vacas da bacia leiteira de Rondon do Pará. Pesquisa Vet Brasil 29: 905-909. doi: 10.1590/S0100-736X2009001100007
41. ***Stojkov J, von Keyserlingk MAG, Duffield T, Fraser D. 2020.*** Management of cull dairy cows: culling decisions, duration of transport, and effect on cow condition. J Dairy Sci 103: 2636-2649. doi: 10.3168/jds.2019-17435
42. ***Tomasella T, Negri Filho L, Affonso M, Barca F, da Silva LC, Okano W. 2014.*** Prevalência e classificações de lesões podais em bovinos leiteiros na região de Belo Horizonte-MG. Rev Bras Higiene Sanidade Anim 8: 115-127. doi: 10.5935/1981-2965.20140008
43. ***Viana R, Monteiro B, de Oliveira W, de Oliveira D, Daher LC, Ribeiro Filho JD. 2018.*** Ocorrência de lesões podais em bovinos de corte criados em lotação contínua no estado do Pará. Rev Acad Ciênc Anim 16: 1-8. doi: 10.7213/1981-4178.2018.163005

44. ***Whay HR, Shearer JK. 2017.*** The impact of lameness on welfare of the dairy cow. Vet Clin N Am-Food A 33: 153-164. doi: 10.1016/j.cvfa.2017.02.008

45. ***Wickham H. 2016.*** Ggplot. Elegant graphics for data analysis. [Internet]. Available in: https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-98141-3