



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

**Prevalencia de lesiones pódales en bovinos repercusión en la producción de leche
en un establo del Valle de Huaura**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autor

Renzo Alfonso Chagra y Padilla

Asesor

M(o). Rufino Máximo Maguiña Maza

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Indicar nombre de la Facultad/Escuela o Escuela de Posgrado

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Chagray Padilla Renzo Alfonso	73120157	18/12/2023
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o)Rufino Máximo Maguiña Maza	15733560	0000-0001-7795-5727
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Dr. Felix Esteban Airahuacho Bautista	40769786	0000-0001-7484-0449
M(o) Hilario Noberto Pujada Abad	15603577	0000-0003-4939-6774
M(o)Pedro Martin Rios Salazar	15591709	0000-0003-1442-6638

“Prevalencias de lesiones podales en bovinos y repercusión en la producción de leche en un establo del valle de Huaura”

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Técnica Nacional de Costa Rica Trabajo del estudiante	1%
2	merlassino.blogspot.com Fuente de Internet	1%
3	www.engormix.com Fuente de Internet	1%
4	www.zinpro.com Fuente de Internet	<1%
5	doku.pub Fuente de Internet	<1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1%
8	revistas.unat.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar a este momento de mi vida, por protegerme, cuidarme y darme fortaleza durante el tiempo que duró este trabajo.

A mis padres, por guiarme en el camino correcto, gracias a ellos he logrado cumplir varios objetivos en mi vida.

A toda mi familia, por su apoyo incondicional en cada proyecto que tengo.

*Renzo Alfonso
Chagray Padilla*

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarme en este camino de culminar mi trabajo de investigación.

A mis padres, por sus palabras de aliento y apoyo incondicional en todo momento.

A mi asesor de tesis, el Ing. Rufino Maguiña Maza, por compartir sus conocimientos, brindarme su confianza y tiempo para la culminación de este objetivo trazado en mi vida.

Al Ing. Eduardo Pinillos e Ing. Rolando Reyes, por compartir sus experiencias para fortalecer los conocimientos sobre mi tema de investigación.

Al estable lechero Inversiones Pecuarias Granados S.A.C por brindarme las facilidades para la recolección de información y al personal que labora en las distintas áreas por su amabilidad y apoyo.

Renzo Alfonso Chagray Padilla

ÍNDICE

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE.....	5
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCION.....	9
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema.....	12
1.2.1. Problema general.....	12
1.2.2. Problemas específicos.....	12
1.3. Objetivos de la investigación	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
1.4. Justificación de la investigación	13
1.5. Delimitaciones del estudio.....	14
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes de la investigación	15
2.1.1 Investigaciones Internacionales.....	16
2.1.2 Investigaciones Nacionales.....	17
2.2. Bases Teóricas.....	18
2.3. Definiciones de términos básicos	53
2.4. Formulación de la Hipótesis	55
2.4.1. Hipótesis General	55
2.4.2. Hipótesis Específicas	55

2.5. Operacionalización de las variables.....	56
CAPITULO III. METODOLOGIA	57
3.1. Diseño metodológico.....	57
3.2. Población y muestra	57
3.2.1. Población	57
3.2.2. Muestra.....	57
3.3. Técnicas de recolección de datos	57
3.4. Técnicas para el procedimiento de la información.....	61
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	62
4.1. Prevalencia de lesiones podales	62
4.2. Lesiones podales y producción de leche.....	67
CAPITULO V. DISCUSIÓN	69
5.1. Prevalencia global de lesiones podales.....	69
5.2. Lesiones podales y producción de leche.....	75
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
6.1. Conclusiones.....	76
6.2. Recomendaciones.....	77
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

RESUMEN

Las lesiones podales son una de las principales causas de descarte de vacas ocasionando pérdidas económicas en ganado lechero. Objetivo: Determinar la prevalencia de las lesiones podales en bovinos y su repercusión en la producción de leche en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021. Metodología: el tipo de investigación fue no experimental, retrospectivo y longitudinal. Se recolectó datos de registros de recorte funcional rutinario de pezuñas y producción de leche a 305 días del periodo 2013-2021. Se estimó la prevalencia de lesiones podales (LP) según su origen, época del año y número de lactancia. La producción de leche (PL) se analizó mediante un modelo lineal general utilizando el software SAS 9.4 Resultados: La prevalencia global promedio de las LP fue de 35.5% durante el periodo evaluado. Según su origen, la prevalencia fue de 29.2 y 7.6% de lesiones de origen no infeccioso e infeccioso siendo La enfermedad de la línea blanca y la dermatitis digital las patologías más frecuentes. Según el número de lactancia, la prevalencia fue de 17.6, 32, 53.4 y 65.5% para vacas de 1°, 2°, 3° y 4° a más lactancias. Por otro lado, se registró 18.6 y 16.9% de prevalencia para la época de calor y frío, respectivamente. No se obtuvo diferencias significativas para la PL de vacas con y sin LP. Conclusión: la prevalencia de LP disminuyó en el periodo evaluado, además las LP estuvo influenciada por el número de lactancia y época del año.

Palabras clave: ganado bovino, lesión podal, pezuña, recorte funcional.

ABSTRACT

Foot lesions are one of the main causes of cow discarding, causing economic losses in dairy cattle. Objective: To determine the prevalence of foot lesions in cattle and their impact on milk production in a dairy in the Huaura Valley, during the period 2013 to 2021. Methodology: The type of research was non-experimental, retrospective and longitudinal. Data was collected from routine functional hoof trimming and milk production records at 305 days from 2013-2021. The prevalence of foot lesions (LP) was estimated according to their origin, time of year and lactation number. Milk production (PL) was analyzed by a general linear model using SAS 9.4 software. Results: The overall average prevalence of LP was 35.5% during the period evaluated. According to their origin, the prevalence was 29.2% and 7.6% of lesions of non-infectious and infectious origin, being white line disease and digital dermatitis the most frequent pathologies. According to the number of lactations, the prevalence was 17.6, 32, 53.4 and 65.5% for cows of 1st, 2nd, 3rd and 4th to more lactations. On the other hand, 18.6 and 16.9% prevalence were recorded for the hot and cold season, respectively. No significant differences were obtained for PL of cows with and without LP. Conclusion: the prevalence of LP decreased in the evaluated period, and LP was influenced by the number of lactation and time of the year.

Key words: cattle, foot lesion, hoof, functional trimming.

INTRODUCCION

La podología en el bovino en los establos lecheros, se ha vuelto muy importante en los últimos años por el motivo que afecta al sistema de producción.

Esto quiere decir, que mi animal comienza a perder el confort que tiene en los corrales y por consiguiente deja de acercarse a los bebederos y a los comederos.

Y al suceder esto, lo primero que va a pasar con la condición corporal va a ir disminuyendo y la producción de leche comienza a caer, hasta llegar al punto que el ganadero la termina descartando.

En la actualidad podremos encontrar escasas informaciones sobre podología en el Perú, una de las literaturas que se encuentran es Cáceres (2017), quien realizó la investigación “Frecuencia de úlcera de suela en ganado bovino sometido a recorte funcional en establos de la Cuenca Lechera de Lima”.

Debido al aumento de lesiones podales en los establos, los ganaderos comenzaron a realizar e adquirir programas de recortes funcionales.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El ciclo productivo de una vaca lechera, inicia desde su nacimiento (ternera) y culmina con su muerte o descarte del establo, siendo el objetivo de toda explotación lechera tener vacas longevas, ya que esto se traduce en mayor producción vitalicia. Para Ferguson (1995), son necesarias las 3 primeras lactancias para recuperar lo invertido en una vaca lechera. Por ello, Orrego et al. (2003) indican que la longevidad se puede evaluar con el número de lactancias completas, ya que, a más lactancias, el ganadero tendrá un mayor periodo de recuperación de su inversión.

Por otro lado, autores como Murguía y Castillo (2012) indican que las vacas longevas son aquellas que tienen la capacidad de no ser eliminadas por bajos niveles de producción o fallas reproductivas, debido a malas prácticas de manejo.

Según Orrego et al. (2003) y Chuisaca (2011) entre las principales causas de pérdidas en los establos lecheros, se puede mencionar a la mastitis, la infertilidad y las lesiones podales. Para el caso del Valle de Huaura, los problemas locomotores (podales) son la tercera causa de descarte en establos lecheros de crianza intensiva, siendo los problemas reproductivos la primera causa, seguida de problemas de ubre (Velázquez, 2019). Dentro de la categoría de problemas locomotores, se pueden mencionar las cojeras, infecciones de la pezuña y problemas en la cadera.

Las lesiones podales, afectan negativamente la economía de los establos lecheros, porque generan gastos para los productores, debido a los costos del tratamiento, mano de obra adicional, además de afectar el bienestar animal, rendimiento productivo, reproductivo e incrementar las posibilidades de eliminación de animales (Philipot et al., 1994). Debido al malestar causado, existe una disminución del consumo de alimento, lo que a su vez genera pérdida de condición corporal, trayendo como consecuencia disminución en la producción de leche y afectando la fertilidad. Diversos autores indican una disminución del 20% en la producción de leche en las vacas con algún problema podal, como consecuencia, las vacas son descartadas del establo, reduciendo su vida productiva.

Las lesiones podales también afectan el bienestar animal, porque los animales se encuentran incómodos, tienen inconvenientes para acceder al alimento y agua, presentan dolor y todo esto dificulta que el animal exprese su comportamiento normal.

Se sabe que las lesiones podales son multifactoriales y su prevalencia puede variar según las prácticas de alimentación, la genética, la edad del animal, las condiciones climáticas, la época del año, la etapa de lactancia, las prácticas de manejo del establo, la conformación y cuidados de la pezuña (Solano-López et al., 2018).

Según lo reportado por Labrada et al. (2020), a nivel mundial, la prevalencia de lesiones podales varía entre 5 y 30 %. Para el caso de América del Sur, países como Uruguay, Chile, Argentina y Brasil reportan prevalencias de lesiones podales del 50, 32, 13 y 30%, respectivamente. En el Perú, existen trabajos ocasionales sobre este tema, según lo reportado por Orrego et al. (2003) y Velázquez (2019), los problemas locomotores representan el 3% y el 9,7% de las causas de descarte de vacas en la cuenca lechera de Lima y el Valle de Huaura, respectivamente.

En el Valle de Huaura, la ganadería lechera representa un gran aporte económico para los productores, por ello deben tomar interés por conocer los factores impactan negativamente en la producción de leche, entre ellos, la presentación de las lesiones podales. Esto conlleva a analizar la prevalencia de las principales lesiones podales, conocer sus causas y que las explotaciones lecheras comprendan las consecuencias que generan dichos problemas para el establecimiento de estrategias de prevención, disminuir los costos de tratamiento y la eliminación de animales.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo analizar la prevalencia de las lesiones podales en bovinos y su impacto en la producción de leche en un establo del Valle de Huaura.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la prevalencia de las lesiones podales en bovinos y su repercusión en la producción de leche en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la prevalencia global de las lesiones podales en bovinos en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021?
- ¿Cuál es la prevalencia de las lesiones podales en bovinos, según su origen, en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021?
- ¿Cuál es la prevalencia de las lesiones podales en bovinos, según el número de lactancia, en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021?
- ¿Cuál es la prevalencia de las lesiones podales en bovinos, según la época del año, en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021?
- ¿Cómo repercute la prevalencia de lesiones podales sobre la producción de leche en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la prevalencia de las lesiones podales en bovinos y su repercusión en la producción de leche en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la prevalencia global de las lesiones podales en bovinos en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.

- Determinar la prevalencia de las lesiones podales en bovinos, según su origen, en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.
- Determinar la prevalencia de las lesiones podales en bovinos, según el número de lactancia, en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.
- Determinar la prevalencia de las lesiones podales en bovinos, según la época del año, en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.
- Determinar la repercusión de las lesiones podales sobre la producción de leche en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación se realizó para determinar la prevalencia de las lesiones podales y su impacto en la producción de leche de vacas Holstein en un Establo del Valle de Huaura. Por ello, desde el punto de vista teórico, la investigación se justificó porque la revisión de literatura sobre el tema planteado permitirá comprender los principios relacionados a la fisiología de las lesiones que afectan a la pezuña bovina de origen infeccioso, no infeccioso y los factores que inciden en la presentación de estas lesiones en ganado vacuno lechero en un sistema intensivo y el impacto que tuvieron estos problemas sobre los rendimientos productivos en ganado lechero según la época del año y número de lactancia.

Desde el punto de vista práctico, la investigación permitirá analizar los casos de las lesiones podales presentadas en un establo lechero del Valle de Huaura, de esta forma se determinará la prevalencia de estos problemas, además de evaluar información de producción de leche y analizar el impacto de las lesiones podales según número y época de parto durante el periodo 2013 a 2021.

Debido a que las lesiones podales en vacas lecheras afectan al bienestar animal, se han reportado diversos trabajos al respecto, en Europa y Estados Unidos, seguido por Asia, África y Australia. Por el contrario, en América del Sur, existen escasos trabajos sobre este tema, con prevalencias de 2 al 60 % (Labrada et al., 2020). En el Perú no hay estudios que

hayan evaluado a nivel nacional la prevalencia de las lesiones podales, pero se sabe que este problema es una de las causas más importantes de descarte de vacas lecheras. Por ello, los resultados de esta investigación contribuyen a la generación de datos sobre la prevalencia de presentación de lesiones podales en un establo referente, además de evaluar su repercusión en la producción de leche.

Desde el punto de vista de metodología, la importancia de investigaciones como la que se planteó, radica en tomar conciencia e interés por aplicar medidas preventivas ante estos problemas y disminuir su impacto negativo en la economía de muchos productores y motivar a la generación de otros trabajos de investigación en casos particulares de cada sistema de producción.

1.5. Delimitaciones del estudio

- Delimitación temporal: Para determinar la prevalencia de las lesiones podales en bovinos y su impacto en la producción de leche, esta investigación utilizó los registros de producción y de recorte funcional proveniente del período 2013 al 2021.
- Delimitación espacial: la investigación se desarrolló en el distrito de Végueta, provincia de Huaura, región Lima.
- Delimitación de la unidad de estudio: Corresponde a un establo lechero, localizado en el Valle de Huaura.
- Delimitación conceptual: Se conceptualizaron los factores asociados a las lesiones podales en ganado bovino y su repercusión en la producción de leche de acuerdo al número de lactancia y época del año.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Para el desarrollo de esta investigación, se realizó una revisión de literatura para tener mayor conocimiento del tema. Se indagaron estudios a nivel nacional e internacional sobre la prevalencia de las lesiones podales que afectan al ganado bovino, además de su repercusión en el aspecto productivo para ahondar en este tema.

2.1.1 Investigaciones Internacionales

Investigaciones de la década de los setenta, demuestran que las lesiones podales ya eran estudiadas desde hace más de 50 años. Sin embargo, en la actualidad ha cobrado mayor importancia debido a la intensificación en los sistemas de producción y las consecuencias que trae consigo la aparición de estas lesiones.

Confalonieri et al. (2008) en Argentina, desarrollaron la investigación “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”. El objetivo fue determinar la prevalencia, su clasificación y detectar factores de riesgo y la implicancia de las mismas en la producción láctea. Para ello, evaluaron la prevalencia de patologías podales en 24 tambos de diferentes tamaños, con datos de un periodo de 9 meses. Sus resultados indicaron que, de la población total de 12 132 vacas, la prevalencia de patología podal fue del 2,71%, de las cuales el 0,81 % corresponde a casos de dermatitis interdigital, 0,69 % a dermatitis digital y 0,54 % a laminitis crónica, siendo los miembros posteriores los más afectados. Concluyen que los factores de riesgo para la presentación de lesiones podales son el tipo de piso y el no utilizar semen de toros para mejorar patas.

Por otro lado, un factor relacionado a la incidencias de lesiones podales es la estación o época del año. Sanders et al. (2009) al sur de Estados Unidos, en su investigación “Seasonal incidence of lameness and risk factors associated with thin soles, white line disease, ulcers, and sole punctures in dairy cattle”, su objetivo fue cuantificar la incidencia de lesiones específicas causantes de cojera e investigar los factores asociados a dichas lesiones.

Recolectaron registros de toda la vida de 4 915 vacas entre mayo de 2004 y octubre de 2007, de las cuales 1 861 tenían al menos una cojera registrada. Estimaron incidencias del 20 % de úlceras de dedo ocasionadas por suelas delgadas (TSTU), 16 % de úlceras de suela (SU), 13% de suelas delgadas (TS), 10 % de enfermedad de línea blanca (WLD), 8% de úlceras de talón (HU), 2 % de úlceras de dedo (TU) y el porcentaje restante de otras lesiones, también reportaron una incidencia de cojeras del 49,1 % al año. Las mayores incidencias en todas las lesiones, fueron en verano y para vacas con mayor número de lactancia. Otro factor evaluado fue la etapa de lactancia, donde lesiones como TSTU, TS y WLD tuvieron menor incidencia entre los primeros dos meses de lactancia, mientras que, las lesiones de SU, HU y TU, tuvieron mayor incidencia entre los 2 y 3 meses de lactancia. La presentación de ST como factor que contribuye al desarrollo de otras lesiones demuestran la importancia de considerar la ST como objetivo para la prevención de la cojera.

En Uruguay, Becerra & Soria (2011), desarrollaron el estudio “Repercusión de las patologías podales en la producción lechera y la reproducción en un tambo comercial”. Con el objetivo de determinar la incidencia de patologías podales y constatar en qué medida afectan a la producción y la reproducción en un establecimiento lechero. Evaluaron 335 vacas multíparas Holando, paridas entre los meses de febrero a julio del año 2005, conformando dos grupos, 276 vacas sanas y 79 vacas enfermas, ambos grupos se caracterizaron por tener 7 años de edad con 3,5 y 4 número de lactancia en promedio. Los resultados obtenidos indicaron que las vacas que presentaron lesiones podales produjeron 410 litros de leche menos en una campaña de 305 días, lo que representa una disminución del 7,7 % en la producción de leche comparado con vacas sanas. Además, la mayor incidencia de lesiones podales fue reportadas durante la época de invierno, siendo la parte externa de la pezuña de los miembros posteriores los más afectados. Se obtuvo incidencias del 24,4 % de Úlceras de suela y 19,8 % de hematomas solar. Como conclusión, las patologías podales disminuyeron la producción de leche, además el factor climático fue importante para una mayor presentación de lesiones podales.

En el estudio “Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity, and their economic impact in Spanish Holstein cows” realizado por Charfeddine & Pérez-Cabal (2017) en España, tuvieron como objetivo estimar la asociación entre la presencia de problemas de pezuñas y la producción de leche, además de otras variables y de esta manera determinar el impacto económico. Por eso, estos autores recolectaron datos de recortes

realizados en 2 años (2012 a 2014) correspondientes a 804 establos lecheros. Los problemas^S considerados fueron la dermatitis, úlcera plantar y enfermedad de la línea blanca con incidencias del 16,6%, 9,5% y 8,8%, respectivamente, para vacas de primera lactancia, observándose un incremento de estas incidencias en vacas de segunda o más lactancias con 21,4% de úlcera plantar y 16,1% de enfermedad de la línea blanca. Según la severidad de estas lesiones, los autores reportaron una reducción en la producción de leche de 1,47 kg/d para lesiones leves y 2,66 kg/d para lesiones graves, además estas reducciones son más significativas en vacas de más de una lactancia.

En Brasil, Costa (2018) desarrolló su estudio “Prevalência e distribuição de lesões podais em vacas leiteiras criadas em free stall” con el objetivo de estimar la prevalencia de cojeras, la aparición y distribución de lesiones en las pezuñas en rebaños lecheros criados en sistemas de estabulación libre, así como evaluar su correlación con los principales factores de riesgo. Se evaluaron 491 animales, de los cuales, el 37,2% presentaba claudicación y 465 lesiones en las pezuñas. Las principales lesiones fueron úlcera en la suela, dermatitis digital, suela fina y dermatitis interdigital. Las vacas de entre 4 y 6 años presentaron mayor concentración de lesiones y grado de score de locomoción. Concluyendo que las vacas lecheras criadas en sistemas de estabulación libre presentan una elevada prevalencia de cojeras y trastornos podales.

Las lesiones podales son considerados el tercer problema que ocasiona descartes de vacas, quedando por debajo de la mastitis y los problemas reproductivos. Por ello, en Uruguay, Jourdan & Rivera (2019) realizaron un “Estudio observacional de afecciones podales en un tambo comercial del departamento de Colonia”. En dicha investigación, el objetivo fue determinar la prevalencia de las lesiones podales y realizar el diagnóstico clínico en vacas Holando en producción en el periodo comprendido entre Febrero y Abril del 2015, con un total de 663 vacas en ordeño. Los resultados indicaron una prevalencia de claudicaciones de 4,93% correspondiendo a 33 animales enfermos en el periodo evaluado. Los autores diagnosticaron la incidencia de las lesiones más frecuentes Erosión de talones y sobrecrecimiento en punta con 22%, Separación de línea blanca con 13% y Dermatitis interdigital con 10%. Los autores asociaron la presencia de erosión de talón con la época del año, donde la presencia de lluvias causaba que el suelo sea agreste para las suelas de las vacas causando dichas lesiones. También indicaron que las lesiones podales se incrementaban hasta la tercera lactancia y disminuye en las siguientes.

Por su parte, Labrada et al. (2020), debido a la escasez información sobre las podales en Cuba, estos autores investigaron los “Factores de riesgos asociados a la prevalencia de patologías podales en vacas Siboney de Cuba”. Para ello, evaluaron 384 vacas lecheras criadas en seis establecimientos bajo un sistema semintensivo, dando como resultado una prevalencia de 14,58% de vacas con patologías podales. Los miembros posteriores fueron los más afectados, ya que, del total de vacas con patologías podales, más del 60% de los casos se observó en las patas traseras. Los autores concluyen que, estas lesiones podales se debieron a que los caminos por donde transitan las vacas estaban en mal estado, con presencia de piedras y alambres que facilitan el debilitamiento de las pezuñas.

Entre las recientes investigaciones se pueden mencionar autores como Arrieta et al. (2021), quienes realizaron un trabajo en Colombia intitulado “Enfermedad podal en bovinos: prevalencia y asociación con algunas variables”. El estudio tuvo como objetivo calcular la prevalencia de las enfermedades podales, además de evaluar su asociación con los factores de raza, orden de parto y peso. Para ello utilizaron registros de sanidad y producción de un periodo de 9 años, obteniendo una prevalencia del 10,55% de problemas podales en el establo evaluado. Concluyen que el componente racial, orden de parto y peso fueron factores de riesgo estadísticamente significativos, ya que observaron un incremento en la prevalencia de la enfermedad podal en vacas Holstein puras y menor en vacas Holstein cruzadas con Blanco Orejinegro, a mayor orden de parto y a vacas con bajo peso corporal.

2.1.2 Investigaciones Nacionales

En el Perú, las investigaciones relacionadas a las lesiones podales son muy escasas y no se han reportado trabajos que hayan evaluado la incidencia de los diferentes problemas y su repercusión en la producción de leche. Se puede mencionar a Cáceres (2017), quien realizó la investigación “Frecuencia de úlcera de suela en ganado bovino sometido a recorte funcional en establos de la Cuenca Lechera de Lima”, para ello analizó los registros de recorte funcional del año 2014 de 11 establos intensivos. Se observó una frecuencia de 8,62% de animales con úlcera de suela, en todos los establos se registró la presencia de esta patología.

Orrego et al. (2018) realizó la investigación “Factores de crianza para la presentación de Dermatitis Digital Bovina”, mediante la revisión de registros del año 2014 correspondientes

a la evaluación podológica en tres establos de la cuenca lechera de Lima. Sus resultados mostraron una frecuencia de 4,05% de vacas con dermatitis digital, además indica que las vacas de primera lactancia son más propensas a presentar esta patología podal.

Por otro lado, factores como el uso de colina protegida, secuestrante de micotoxinas, realizar la práctica de recorte funcional y el uso de pediluvios no tuvieron asociación significativa con la presencia de dermatitis digital.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1 Pie del Bovino

Para comprender las diferentes lesiones podales que afectan al bovino, es necesario el conocimiento de la anatomía del pie bovino, el cual incluye la pezuña, y se extiende desde la punta de los dedos, hasta el carpo (rodilla) en los miembros anteriores o tarso (corvejón)



Figura 1. Partes externas del pie bovino.

Fuente: Autoría propia.

Según Shearer et al. (2005), el pie bovino está compuesto por dos dedos, cada uno de ellos recubierto por un estuche córneo denominado pezuña, la cual es una interfaz entre el animal

y su entorno y soportan todo el peso del animal. Están conformadas por 4 estructuras básicas que son, de afuera hacia adentro: la cápsula córnea, el corion, las estructuras de soporte y un sistema articular (Rutter, 2009).

a) Un estuche o cápsula córnea

Es una capa protectora dura, cuya epidermis se ha modificado por su alto contenido en queratina y su finalidad es proteger a los tejidos sensibles cercanos al corion (Shearer et al., 2005; Rutter, 2009). Esta cápsula córnea se divide en rodete coronario, pared (Figura 1), suela y talón. La pared dividida en una parte externa o abaxial y una parte interna o axial (Figura 2).

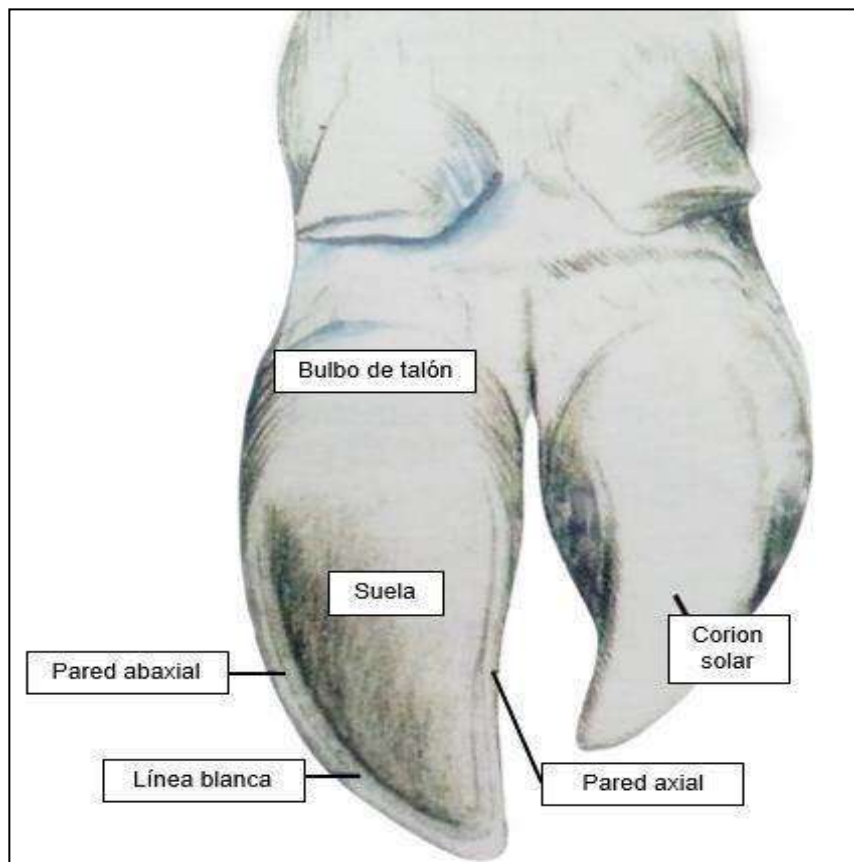


Figura 2. Vista ventral de la Cápsula de la pezuña.

Fuente: Tomado y Adaptado de Shearer (2005). *Manual de cuidado de las pezuñas en bovinos* (p. 13).

b) El corion

El corion es una estructura blanda, suave y muy vascularizada, cuyas funciones son servir de amortiguador, de soporte nutricional, envía la sangre desde el corion a la parte superior del cuerpo para su oxigenación, también sirve de inicio para el estuche corneo de la pezuña para la protección contra lesiones (Borrero, 2007). El corion es el equivalente a la dermis (Rutter, 2009).

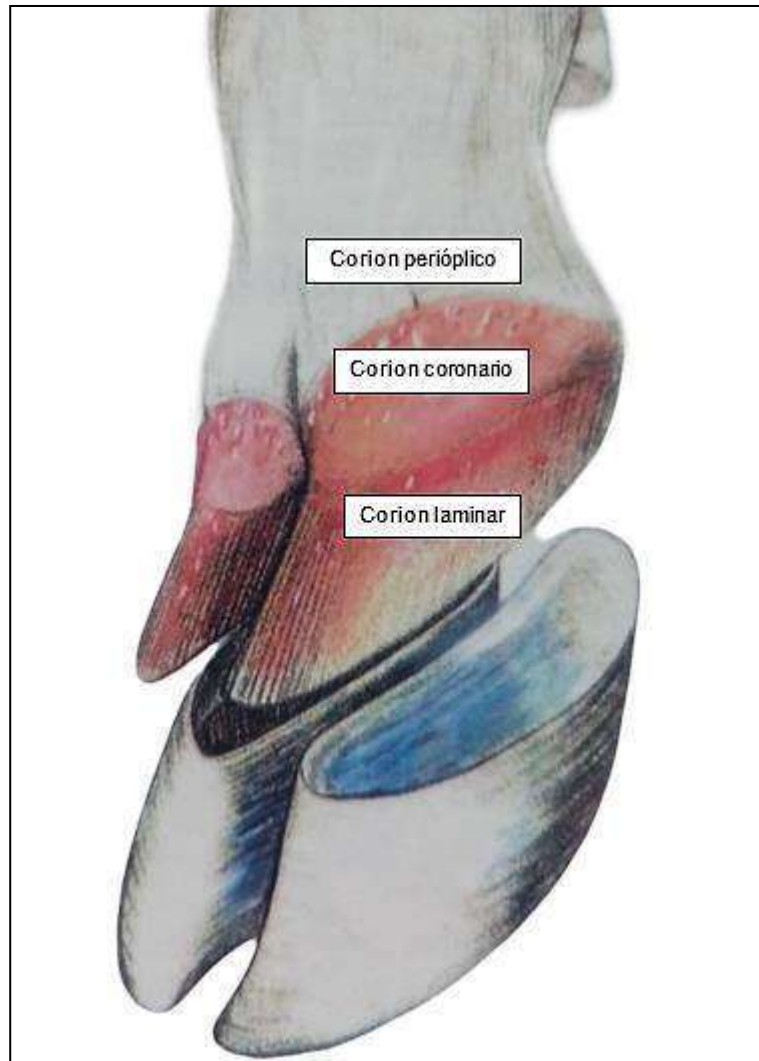


Figura 3. Regiones del corion.

Fuente: Tomado y Adaptado de Shearer (2005). *Manual de cuidado de las pezuñas en bovinos* (p. 13).

La Figura 3, muestra la pared de la pezuña, la cual presenta tres tipos de tejido córneo: el perioplo, el coronario y el laminar. El perioplo es el tejido más blando y se encuentra debajo de la corona de la pezuña, en la unión de la piel y la pezuña. El tejido coronario, es el más

duro y constituye la mayor parte del tejido córneo de la pared. La pared tiene bordes frontales o estrías que corren horizontalmente y son paralelas entre sí, los cuales se separan cerca del talón (Shearer et al., 2005). Según Bellet (2021), el tejido del corion está formado por 1356 pliegues, si este tejido falla, aumenta el riesgo de presentarse una lesión, ya que este tejido contiene células que producen queratina y es una dermis especializada en la producción de pezuña. Shearer et al. (2005), también señala que la suela es producida por el corion solar y se conecta con la pared mediante la línea blanca, cuyo tejido es producido por el corion laminar. La línea blanca es una estructura de gran importancia conformada por el tejidocórneo más blando, aunque esto representa un punto débil de la superficie encargada de

c) Un sistema articular

Para (Mülling et al., 2015), la pezuña también está compuesta por partes estructurales como huesos, articulaciones, ligamentos, tendones, almohadillas de grasa, tejido conjuntivo (dermis), vasos sanguíneos y nervios. El sistema articular está conformado por los tendones

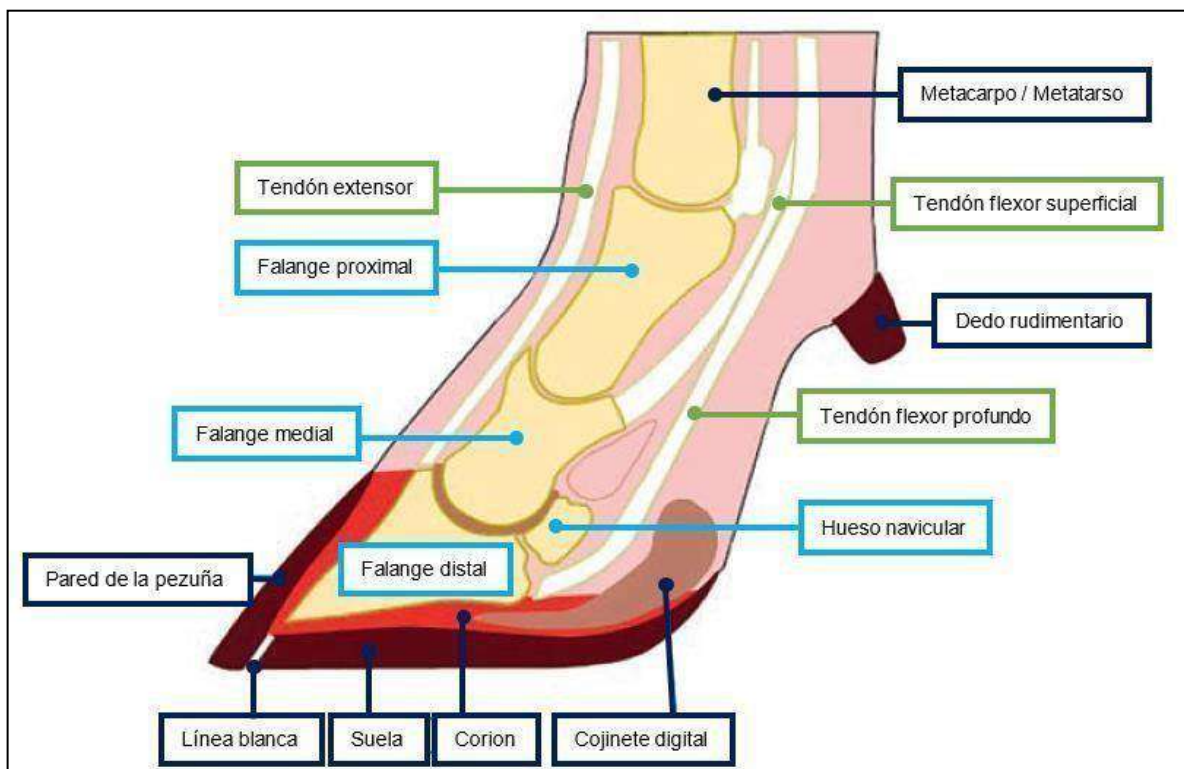


Figura 4. Partes internas del pie bovino.

Fuente: Tomado y Adaptado de González & de Prado (2018). *Cattle Lameness* (p. 11).

Cada dedo que conforma el pie del bovino, está constituido por el hueso navicular, la falange proximal, falange media y la falange distal (Figura 4). La tercera falange (distal) se encuentra suspendido dentro de la cápsula córnea de la pezuña gracias a un sistema de fibras de colágeno y se encarga de soportar todo el peso corporal. La falange distal, a su vez, está unido a dos tendones: el tendón extensor y el tendón flexor, de esta forma se balancean los huesos durante la locomoción (Heeg, 2013).

d) Aparato suspensor

Entre las estructuras ubicadas dentro del aparato suspensor de la pezuña del bovino está el corion solar y las almohadillas de grasa, las cuales están acomodados con la finalidad de proporcionar apoyo y amortiguación durante la locomoción. Es una estructura importante es la almohadilla o cojinete digital, la cual es una capa de grasa que actúa como amortiguador (Heeg, 2013), cuya función es disipar la presión y absorber el choque de la pisada (Bellet, 2021).

La cantidad de grasa presente en estas almohadillas es variable y está relacionada a la capacidad de amortiguación, algunas investigaciones indican que esta cantidad va incrementando con la edad de la vaca y está involucrado con relación a la susceptibilidad de presentar lesiones podales (Shearer et al., 2005). La almohadilla plantar o digital está compuesta por tres almohadillas paralelas de grasa: axial, central y abaxial (Figura 5).

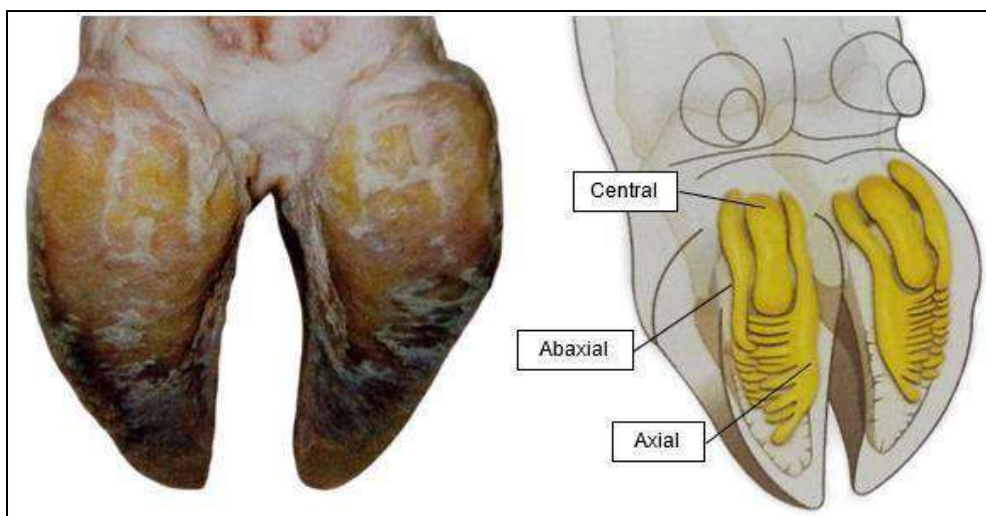


Figura 5. Almohadillas de grasa o cojinetes digitales.

Fuente: Tomado y Adaptado de Mülling et al. (2015). *Cojeras en el ganado bovino* (p. 21).

los ligamentos y tendones forman un aparato suspensorio que se encarga de distribuir el peso al esqueleto del animal. El peso se transfiere en forma de tensión hacia la pared de la cápsula de la pezuña. Los cojinetes digitales actúan absorbiendo los choques dentro de la pezuña protegiendo el corion y permitiendo un movimiento limitado en la región del talón (Shearer et al., 2005). La almohadilla digital se extiende hacia delante por debajo de la falange distal.

La Figura 6 detalla el soporte del peso. Las flechas negras con dirección hacia abajo indican cómo se transfiere la carga del peso del cuerpo, hacia abajo a lo largo del eje del esqueleto de las extremidades y a través de la pared de la pezuña. Es ahí donde se origina la presión en lasuela y al borde de la misma que es donde soporta el peso (flechas negras dirigidas hacia arriba). Las flechas rojas muestran la tensión del tendón extensor y el tendón flexorprofundo. Cuando la presión desde el esqueleto se transfiere desde la falange distal a la pared de la pezuña se produce un incremento de la tensión de las fibras de colágeno (líneas negras).

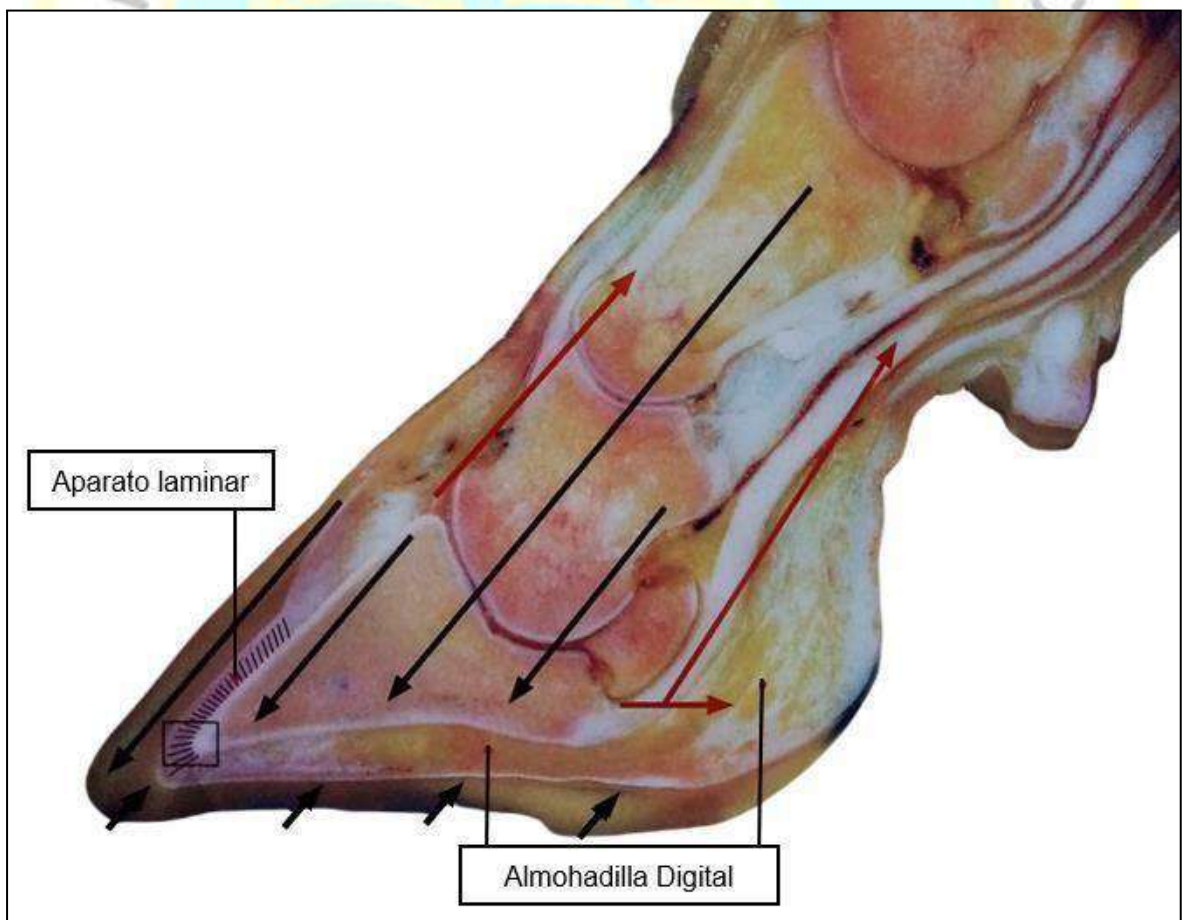


Figura 6. Detalle del soporte del peso en las patas del bovino.

Fuente: Tomado de Mülling et al. (2015). *Cojeras en el ganado bovino* (p. 19).

Parámetros normales de la pezuña

Según Rutter (2009) y Sánchez (2019) la pezuña normal del bovino se caracteriza por tener tamaño y forma proporcional a su cuerpo, las pezuñas anteriores son un poco más anchas que las posteriores, la suela debe ser cóncava en la zona axial y el eje digital debe ser recto, la humedad de la pezuña debe ser de 15 al 30 %.

Greenough et al. (2014) indica que el tamaño de la pezuña normal se puede expresar entérminos de un área proporcionada en la suela como se observa en la Figura 7 y según la

$$\frac{F \times (G + H)}{?}$$

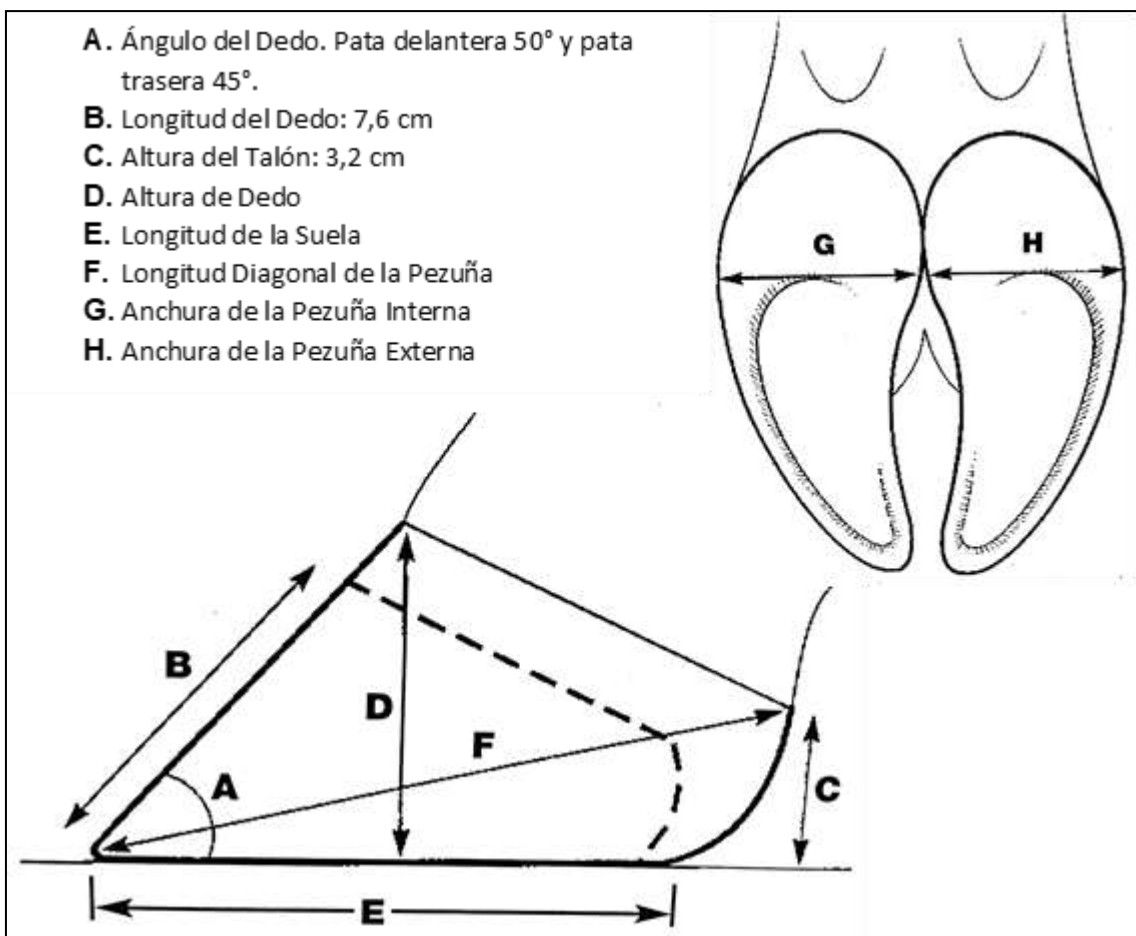


Figura 7. Parámetros de la pezuña normal.

Fuente: Tomado de Greenough et al. (2014). *Problemas de patas en bovinos* (p. 6).

Conocer los parámetros normales de una pezuña es importante al seleccionar los reproductores, ya que las pezuñas fuertes y sanas son importantes para mantener la longevidad. Las pezuñas deben tener la misma anchura y con la longitud apropiada para soportar el peso. Animales con una pezuña más curva que la otra no deben ser seleccionados, esta evaluación se aplica a animales menores de 3 años de edad y cuyas pezuñas hayan sido recortadas recientemente (Greenough et al., 2014). La pared anterior de una pezuña normal mide 7,6 cm, aunque Bellet (2021) indica que pueden llegar hasta 8 cm debido a la influencia de la genética. También es importante tener en cuenta el ángulo de corvejón, que no debe ser mayor a 175° y debe estar directamente por debajo del hueso de la cadera para evitar problemas locomotores (Greenough et al., 2014).

2.2.2 Biomecánica del desplazamiento

Según explica Shearer et al. (2005), el desplazamiento consiste en movimientos repetidos de las siguientes fases:

- Fase (E) de Estática o estancia (para o posición de pie), se mide observando el aplomo correcto del animal desde la parte posterior. En esta fase, el 100% del peso está distribuido entre las cuatro pezuñas traseras, es decir 25% en cada una.
- Fase (B) de Balanceo o columpio: se identifican dos fases, la inicial de retracción o acortamiento y la segunda de extensión o alargamiento.

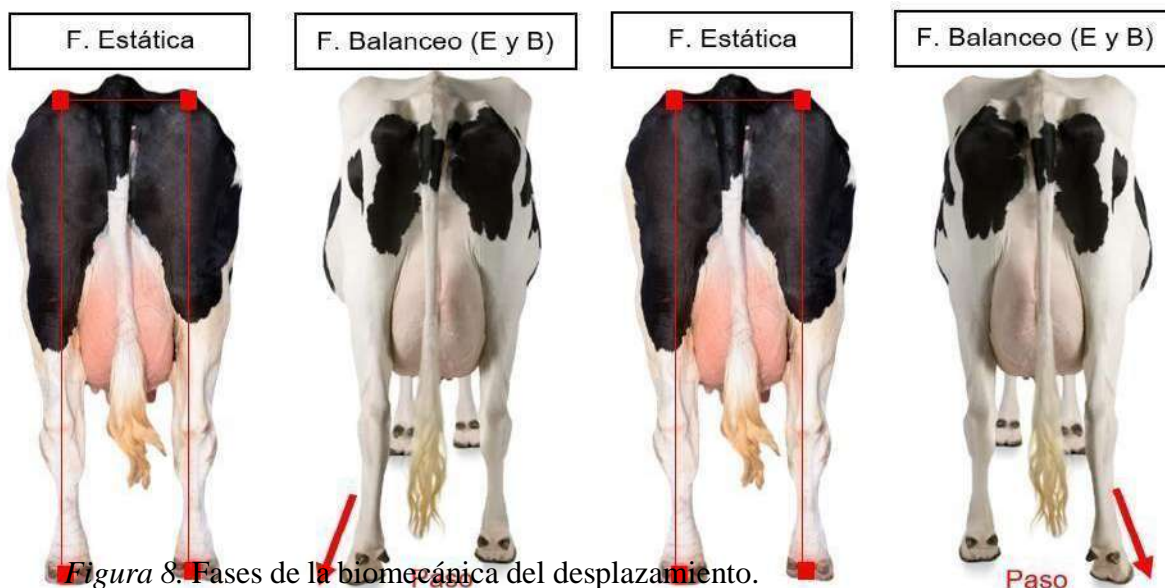


Figura 8. Fases de la biomecánica del desplazamiento.

Fuente: Adaptado de Borrero (2007). *Cuando su negocio cojea.*

Tal como se muestra en la Figura 8, en la fase estática se observa que el cuerpo del animal se balancea hacia un costado, por lo que el peso se apoya sobre la pezuña lateral (flecha roja) y luego cambia en la pezuña contraria, la cual ejerce tracción mientras la vaca entra en fase de extensión (Borrero, 2007). La fase de retracción del paso comienza con la vaca en posición de pie, conforme el cuerpo se mueve hacia delante y se aplica el peso a las suelas de cada pezuña, el pie se eleva en dirección del cuerpo terminando así la fase de retracción. Una vez que el pie abandona el piso, se extiende hacia delante entrando hacia la fase de extensión (inclinación hacia el frente y colocación del pie sobre la superficie del piso del paso), los talones tocan primero el piso y las suelas reanudan la posición de distribución normal del peso conforme la vaca vuelve a la posición de pie. Los miembros posteriores impulsan el cuerpo de la vaca hacia adelante, mientras que los miembros anteriores actúan más como soportes de peso (Shearer et al., 2005).

Sánchez (2019) explica que “la amortiguación del impacto del peso del animal se realiza gracias a las modificaciones anatómicas que transforma el efecto de presión en tracción y son importantes en la circulación de sangre en esa zona. Durante la elevación de los miembros, la sangre es aspirada y durante el apoyo es expelida, activando el metabolismo de la pezuña para el desarrollo de tejido corneo de calidad” (p. 210).

Por otro lado, las líneas rojas de la fase estática (Figura 8), muestran como los miembros posteriores están conectadas con la pelvis mediante la articulación coxofemoral, lo cual crea una estructura esquelética bastante rígida para soportar los cuartos y piernas traseras de la vaca (Shearer et al., 2005). Un animal parado equitativamente sobre sus patas, visto desde atrás, se aprecia una distribución del peso de forma igual sobre las cuatro pezuñas del tren posterior. Sin embargo, durante el desplazamiento, la distribución de peso cambia de acuerdo a la cantidad de peso que soporte, a la cantidad y calidad de tejido (Shearer et al., 2005).

Distribución del peso

Tal como se muestra en la Figura 9, la distribución del peso en una vaca se da en un 60% para el tren anterior debido a las estructuras (cabeza, pulmones, rumen, etc.) que se encuentran en esta zona y 40% para el tren posterior. Por lo tanto, las pezuñas de las patas anteriores soportaran más peso que las patas posteriores (Hulsen, 2007; Hegg, 2013; Bellet, 2021),

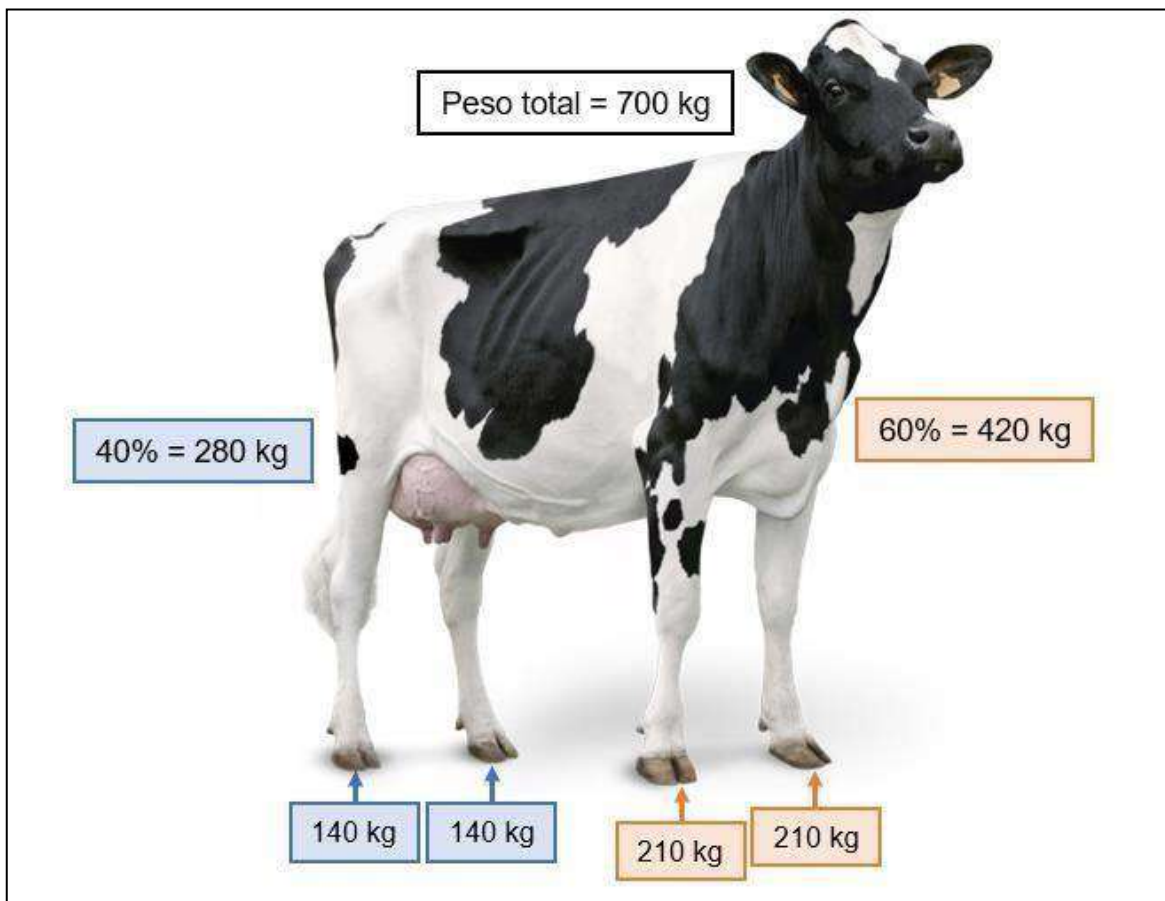


Figura 9. Distribución del peso en las extremidades del ganado bovino.

Fuente: Adaptado de Hulsen (2007). *Señales Vacunas. Una guía práctica para el manejo de las vacas lecheras*

Alvergnas et al. (2019) detallan en el esquema (Figura 10) la prevalencia en porcentaje de las lesiones podales según la ubicación en la pezuña de una vaca, tal como lo afirma el Labrada et al. (2020), del total de lesiones que reportaron, cerca del 90 % afectaron las patas posteriores y, de estas, el 70 % se ubican en la pezuña lateral, mientras que, en las patas

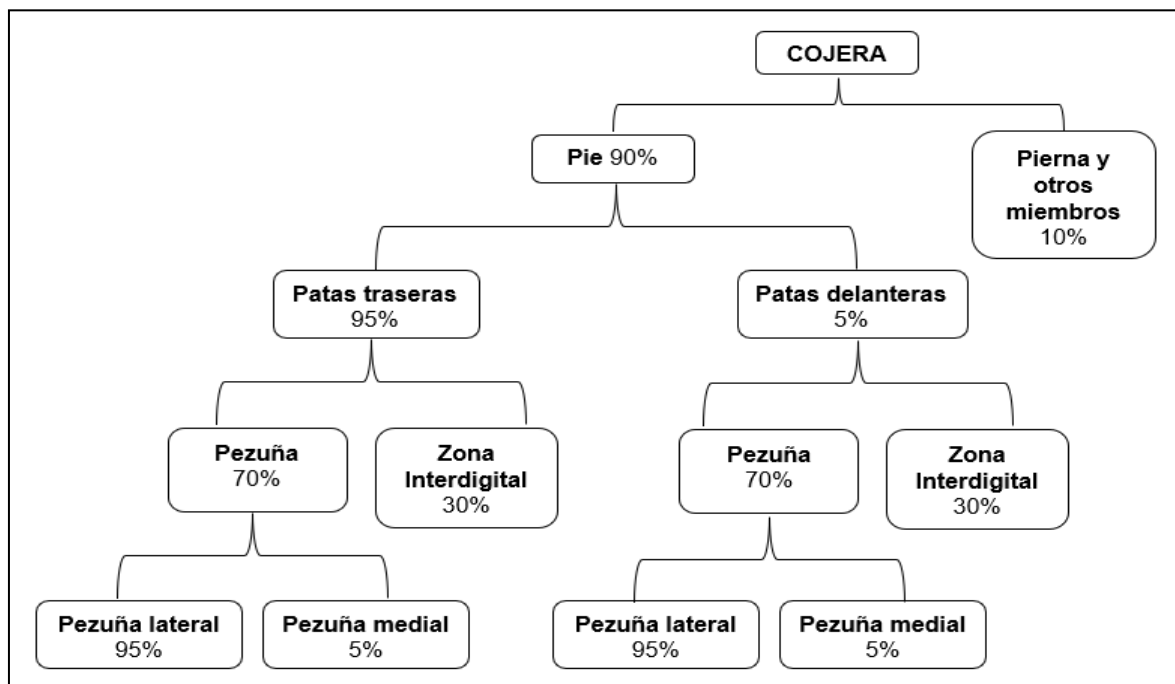


Figura 10. Prevalencia de cojeras en ganado vacuno.

Fuente: Tomado de Alvergnas et al. (2019). *Claw disorders in dairy cattle: Effects on production, welfare and farm economics with possible prevention methods* (p. 59).

Por ello, es importante entender la biomecánica del desplazamiento de la vaca, durante el desplazamiento normal (Figura 11), los bulbos del talón son los primeros en establecer contacto con el suelo, el despegue se inicia con las puntas, las cuales tienen el riesgo de lesionarse debido a la ausencia de almohadilla en esta zona, aumentando el riesgo de lesiones y cojeras.

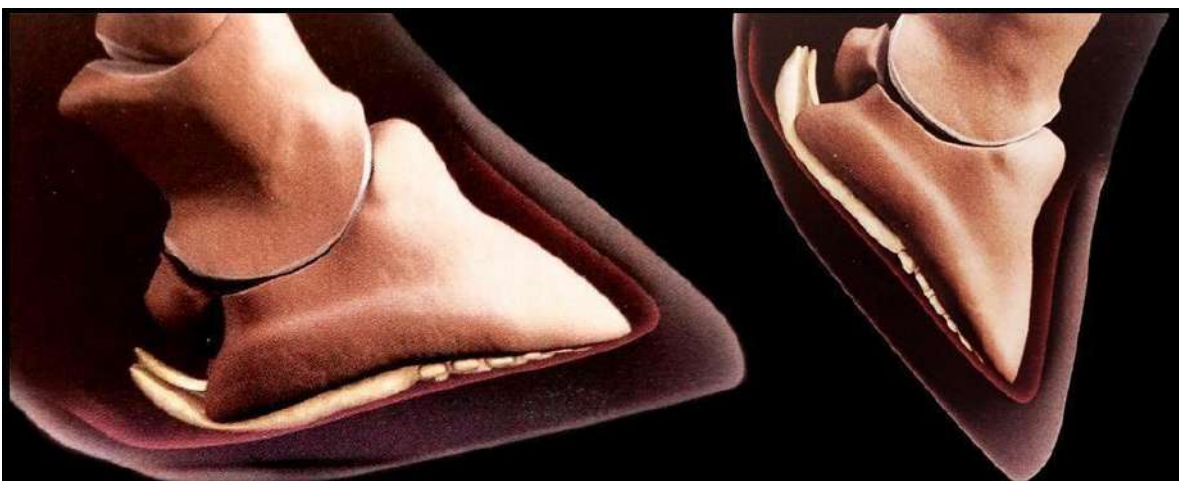


Figura 11. Posición del talón y punta de la pezuña al momento del desplazamiento.

Fuente: Tomado de Mülling et al. (2015). *Cojeras en el ganado bovino* (p. 21).

Para Sánchez (2019), las modificaciones de la cápsula córnea y su contenido al instante del apoyo se caracterizan por “la dilatación de la parte posterior de la pezuña, el movimiento hacia atrás y abajo de la parte anterior de la pared, disminución de la altura de las pezuñas, hundimiento de los talones, suela y ensanchamiento del espacio interdigital” (p. 211).

2.2.3 Cojeras

Las cojeras se pueden definir como la manifestación clínica de trastornos dolorosos, principalmente relacionados con el aparato locomotor, que alteran el movimiento, desvían el desplazamiento o la postura normal (Van Nuffel et al., 2015). Sánchez (2019) señala que la cojera es un síndrome que se manifiesta cuando la vaca se desplaza e indica anomalías a nivel estructural o funcional en las extremidades. Para Mülling et al. (2015), la cojera no es una enfermedad, es un signo clínico debido a múltiples causas y es el efecto de los esfuerzos de un animal para aliviar el dolor que siente.

La importancia de la prevención y monitoreo de la cojera radica en el impacto negativo que ocasiona, ya que las vacas con patas adoloridas tendrán dificultad al caminar, por lo que no tendrán deseo que ir al comedero, como consecuencia, perderá peso y reducirá la producción de leche en comparación con un animal sano que consume su alimento de forma normal (Hepworth, 2004).

Factores de riesgo

Entre las causas que originan las cojeras en el ganado bovino se pueden mencionar a los defectos de conformación, anomalías congénitas, manejo inadecuado de las patas, dermatitis interdigital, úlceras de la suela, fracturas y dislocaciones, lesiones en el parto y pododermatitis infecciosa (Nesbitt et al., 1975).

Por otro lado, para Tadich (2008) y Mülling et al. (2015), la cojera puede ocasionarse debido a una multitud de enfermedades y lesiones, por ello es un problema multifactorial (Figura 12), ya que diferencias en el medio ambiente, la gestión del establo, la nutrición, prácticas de alimentación, genética, las enfermedades y factores relacionados con el animal predisponen al desarrollo de cojeras en bovinos lecheros. También se debe tener en cuenta

la higiene del establo, edad de las vacas, el clima, nivel y fase de producción, periodo de transición (Becerra & Soria, 2011).

Según lo describe Cadavid (2020), frecuentemente se ha asociado la presencia de cojeras con la nutrición de las vacas, y aunque, la nutrición es importante para mantener la integridad de los tejidos, la biomecánica del desplazamiento y el entorno donde se crían los animales también son factores que predisponen a la presentación de estos problemas. Además, el 95%

de las cojeras se presentan en los miembros posteriores y el 95% de estos se presentan en las pezuñas laterales, y si la causa principal fuera la nutrición, entonces las cojeras se presentarían en los 4 miembros del bovino. Sin embargo, esto no sucede así debido a la capacidad del tren anterior para soportar mejor los impactos comparado al tren posterior (Cadavid, 2020).

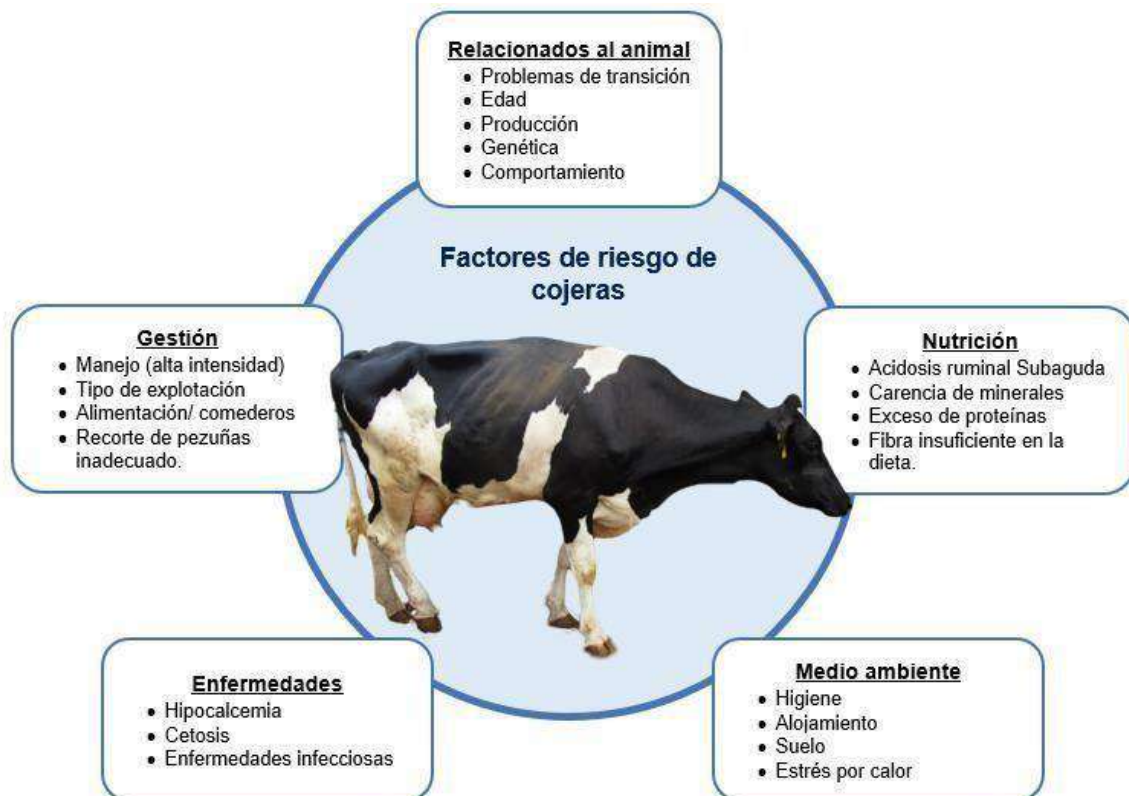


Figura 12. Factores de riesgo de cojeras en ganado bovino lechero.

Fuente: Autoría propia.

2.2.4 Laminitis

También es conocida como infosura (Shearer et al., 2005) y resulta de la inflamación del tejido laminar o laminillas dérmicas subyacentes a la pared de la pezuña (Mülling et al., 2015). Mülling et al. (2015) y González & de Prado (2018) indican que el término más preciso para llamar a este problema es el término en inglés “CHD - *claw horn disruption*” (separación entre la tercera falange y la pezuña) ya que describe la patogenia y el daño que ocasiona

Bergsten (2003) detalla que una vez que se ha roto la unión del hueso en la cápsula córnea, la pezuña corre el riesgo de sufrir más daños, ya que, debido a esta rotura, la carga y la biomecánica, el hueso de la pezuña se hunde y/o gira de forma más o menos permanente dentro de la cápsula córnea y las partes prominentes del hueso golpean al corion plantar,

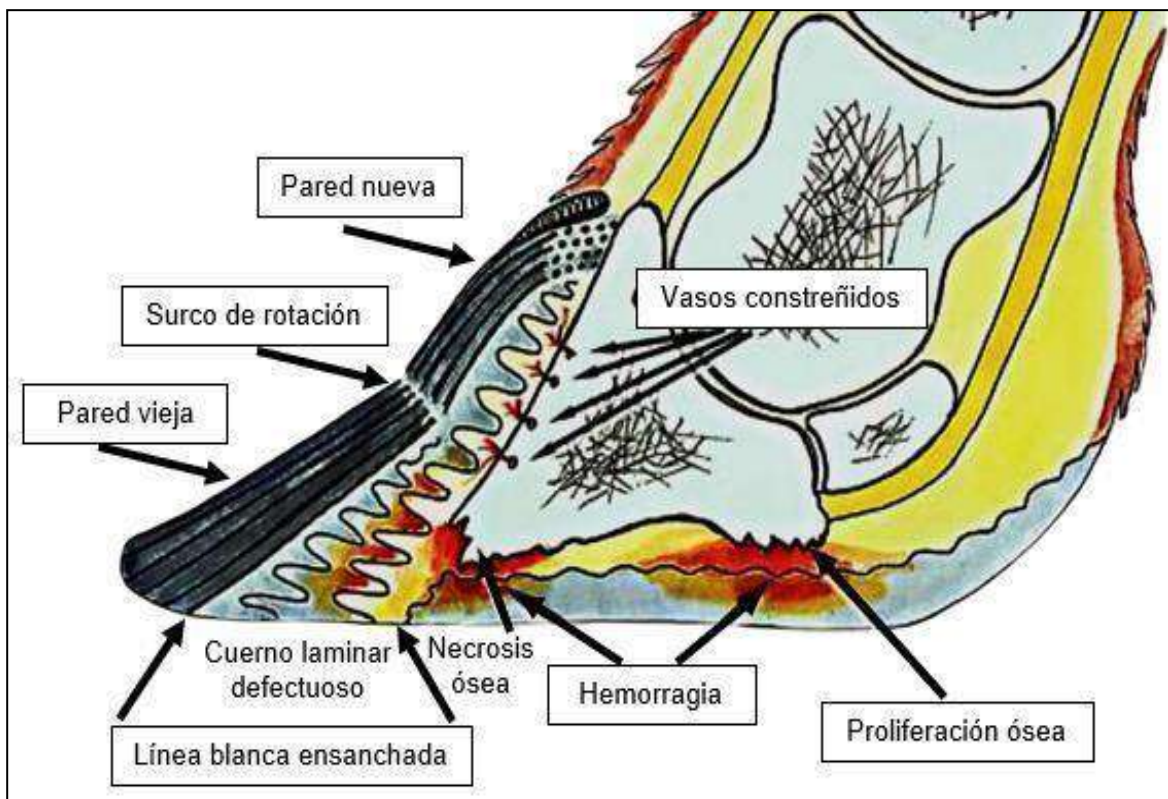


Figura 13. Efectos traumáticos de la laminitis.

Fuente: Adaptado de Bergsten (2003). *Laminitis: Causes, Risk Factors, and Prevention* (p. 60).

La CHD o laminitis se puede presentar como subclínica, aguda y crónica. La presentación subclínica es la más común y está asociada a otras lesiones (Shearer et al., 2005). Los síntomas no se notan a la observación del animal y está asociada por el consumo elevado de carbohidratos, bajo consumo de fibra, poco ejercicio, pisos de concreto, falta de higiene, mala selección genética (Greenough et al., 2014).

La laminitis aguda, según Shearer et al. (2005), tiene mayor incidencia en primerizas, entre los 60 a 90 días posparto, es causada por el consumo excesivo de granos o carbohidratos fermentables. Los signos clínicos incluyen dolor y rechazo a caminar, también puede presentar elevación de la temperatura (Greenough et al., 2014). El tratamiento incluye el recorte funcional y alivio del dolor, aunque también es recomendable trasladar al animal a un corral con piso de tierra, con buena cama, donde no haya concreto.

Según lo explican Shearer et al. (2005) y Greenough et al. (2014), en la laminitis crónica, las pezuñas se ensanchan y se aplanan con terminación cuadrada, apariencia rugosa y banda coronaria dura y de color oscura y se desarrollan rebordes horizontales (estrías).

2.2.5 Lesiones podales

Tal como lo describe Rutter (2015) y Mülling et al. (2015), la cojera es el resultado de diversas enfermedades y lesiones podales clasificadas como no infecciosas e infecciosas.

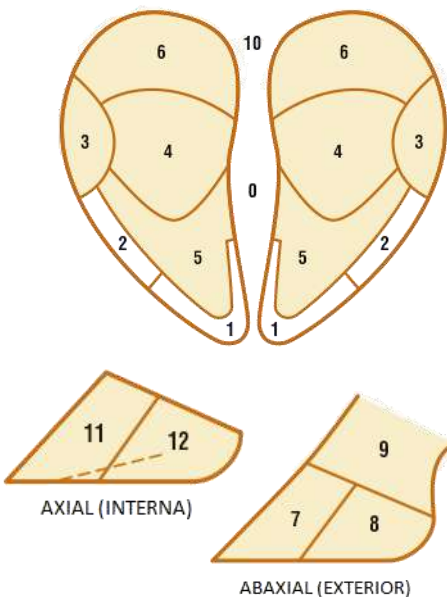
a) Lesiones de origen no infeccioso

Entre los factores de riesgo de este tipo de lesiones, se encuentran los factores nutricionales, como el consumo de cantidades excesivas de carbohidratos fermentables en el rumen, falta de fibra efectiva, cantidades excesivas de proteína, tiempos de alimentación inconsistentes y deficiencia de minerales traza. Los trastornos metabólicos postparto, como hipocalcemia y cetosis, el estrés por calor que resulta en un pH ruminal más bajo y las vacas pasan más tiempo de pie, periodo de transición abrupto del período seco al período de lactancia (Zinpro Corp., 2020).

Las lesiones no infecciosas que afectan al ganado bovino lechero se detallan en la tabla 1.

Tabla 1.

Lista de lesiones no infecciosas con sus respectivas abreviaturas y zonas afectadas.

N°	Lesión	Abrev.	Zona de la	Zonas de la pezuña
1	Fisura axial	X	11, 12	
2	Fisura Horizontal	G	7, 8	
3	Fisura Vertical	V	7, 8	
4	Pezuña tirabuzón	C	7	
5	Hemorragia de Suela	H	4, 5, 6	
6	Hiperplasia interdigital	K	0	
7	Úlcera de Punta	T	1	
8	Úlcera de Suela	U	4	
9	Lesión de línea blanca	W	1, 2, 3	
10	Suela fina	Z	4, 5	

Fuente: Elaboración propia con información de Zinpro Corp. (2020).

- **Fisura axial (X):**

Es una fisura o grieta profunda en el interior de la pared córnea, que se dirige verticalmente desde la suela hacia el rodete coronario (Figura 14). Los signos comunes pueden incluir sangrado que puede indicar la presencia de una lesión y cojera de leve a severa (Zinpro Corp.,

Entre los factores de riesgo se encuentra el crecimiento excesivo de las puntas, las superficies blandas y mal recorte de pezuñas, es de baja prevalencia en ganado lechero (Mülling et al., 2015, p. 31). El tratamiento suele consistir en realizar un recorte correctivo, eliminar el tejido córneo dañado y colocar un taco provisional en la pezuña sana para evitar presión en la pezuña tratada.

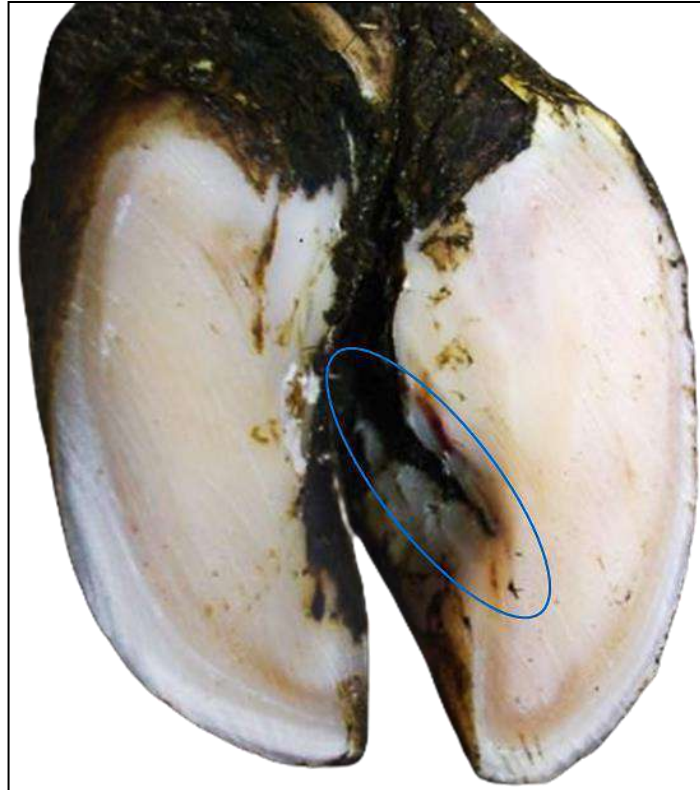


Figura 14. Caso de Fisura Axial.

Fuente: Tomado de Zinpro Corp. (2020). *Claw Lesion Identification Dairy Cattle* (p. 2).

- **Fisura horizontal (G) y vertical (V)**

La fisura o surco horizontal es una depresión de la pared de la pezuña, que corre paralela a la banda coronaria (Figura 15a), en esta lesión se cuartea el tejido córneo de la pezuña, se rompe dejando cuadrado el dedo de dicha pezuña (Greenough et al., 2014), además puede originar dobles suelas debido a la interrupción temporal de la producción de tejido córneo y su prevalencia es baja en ganado lechero (Mülling et al., 2015). Es causado por el estrés nutricional o metabólico (Zinpro Corp., 2020), la laminitis, toxicosis por selenio y micotoxicosis (Mülling et al., 2015).

Esta lesión se puede prevenir mediante la corrección nutricional, alimentación y suplementación mineral (Rutter, 2015).

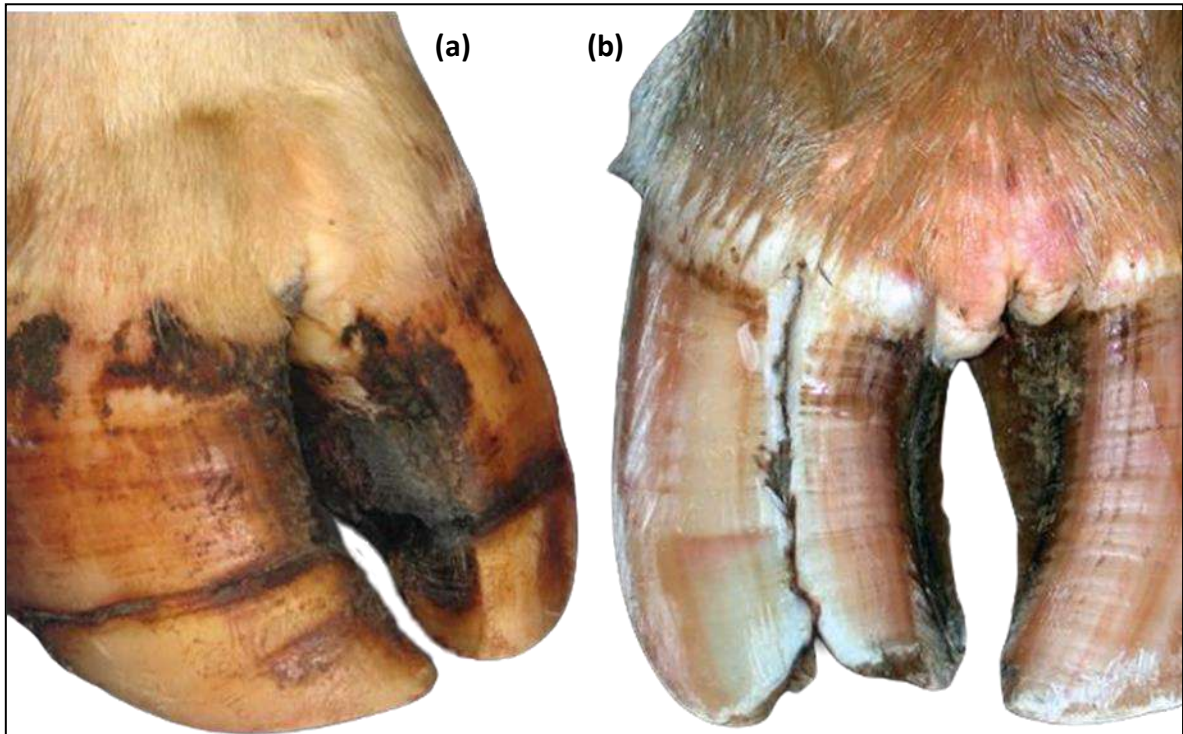


Figura 15. Fisura horizontal (a) y Fisura Vertical (b)

Fuente: Tomado de Zinpro Corp. (2020). *Claw Lesion Identification Dairy Cattle* (p. 2).

Por otro lado, la fisura vertical es una separación vertical en la parte frontal o lateral de la pezuña (Figura 15b). La fisura vertical de tipo I incluye sólo la banda coronaria, pero son las más peligrosas porque se encuentran próximas a la articulación, muchas veces no son observables porque son cubiertas por las heces y lodo. La fisura vertical del tipo II, se extienden hasta el centro de la pezuña, mientras que las del tipo III afectan toda la superficie de la pezuña (Greenough et al., 2014). Ocurren principalmente en las pezuñas delanteras externas y a menudo son la causa más dolorosa de cojera (Zinpro Corp., 2020). Según lo explica González & de Prado (2018), las fisuras verticales pueden estar relacionado con la pérdida de la calidad del tejido córneo y deficiencias minerales. Su prevalencia es baja en ganado lechero.

- Pezuña en tirabuzón (C)

En esta lesión, una de las pezuñas tiene forma espiral, deformada, alargada, retorcida (Figura 16) y el estrato córneo de la pared se enrosca hacia adentro, por debajo de la suela, además se altera la posición interna de las falanges por ello también es conocida como pezuña sacacorchos (Mülling et al., 2015). Tal como lo describe González & de Prado (2018), es un

problema hereditario, por lo que se debe evitar utilizar como reproductores aquellos animales afectados. El tratamiento consiste en realizar recortes funcionales de forma frecuente para lentificar la deformación y su prevalencia es baja en ganado lechero (Mülling et al., 2015).



Figura 16. Pezuña en tirabuzón o sacacorchos

Fuente: Tomado de Zinpro Corp. (2020). *Claw Lesion Identification Dairy Cattle* (p. 2).

- **Hemorragia suela (H)**

Como se muestra en la Figura 17, esta lesión se caracteriza por presentarse una coloración

amarilla y se caracteriza por presentarse sangre dentro del tejido córneo (Rutter, 2015). Su prevalencia en ganado lechero es alta. Entre los factores de riesgo se puede mencionar exceso de tiempo en corrales de espera, la laminitis subclínica, la suela fina o crecimiento excesivo de la pezuña, heridas mecánicas, superficies de tránsito duras y abrasivas, cuyo daño causado en el tejido se muestra como hemorragias en el estrato córneo (Mülling et al., 2015).

Para prevenir la presentación de este tipo de lesión es necesario contar con superficies correctas, sin anomalías además de mejorar el confort del animal. El tratamiento consiste en realizar un recorte correctivo (Rutter, 2015).

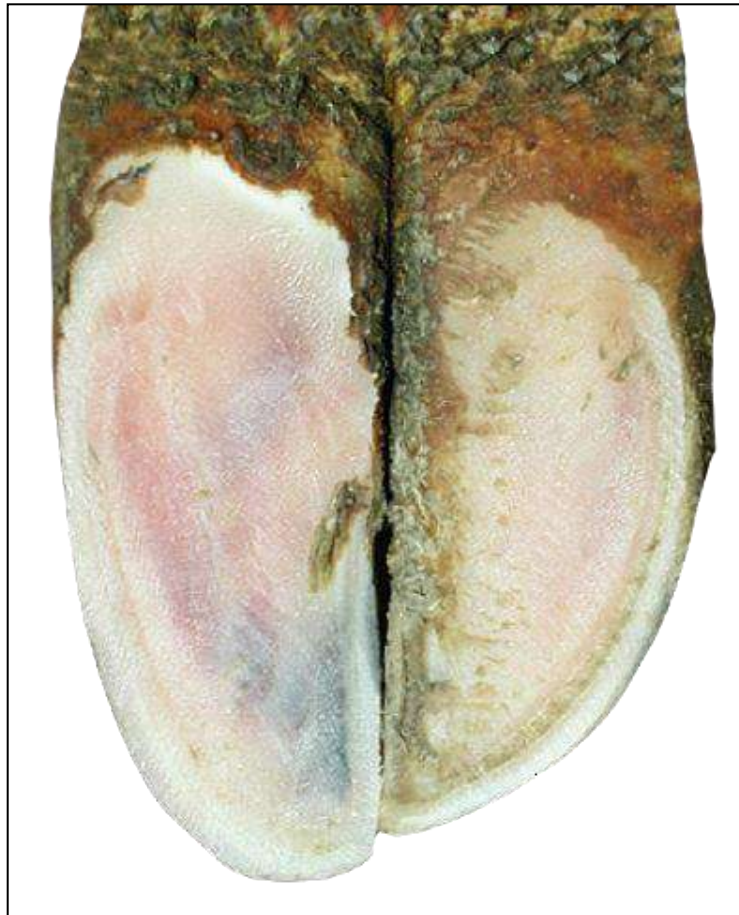


Figura 17. Pezuña con hemorragia de suela

Fuente: Tomado de Zinpro Corp. (2020). *Claw Lesion Identification Dairy Cattle* (p. 2).

- **Hiperplasia interdigital (K)**

Es una masa o protuberancia que crece en la piel del espacio interdigital (Figura 18), en superficie de la pezuña (Rutter, 2015). También es conocido como callo, fibroma interdigital o crecimiento interdigital y en raras ocasiones causa cojera, es provocada por la presión ejercida por los rebordes de tejido córneo sobre la piel interdigital (Mülling et al., 2015). Entre los factores de riesgo se pueden mencionar un recorte incorrecto, dermatitis interdigital y panadizo. El tratamiento consiste en la eliminación quirúrgica, sin sutura de la lesión en piel posterior, realizando un vendaje provisional, cambiando el mismo los días 4 y 7 después de la cirugía; en el día 10 se retira la venda definitivamente (Rutter, 2015).

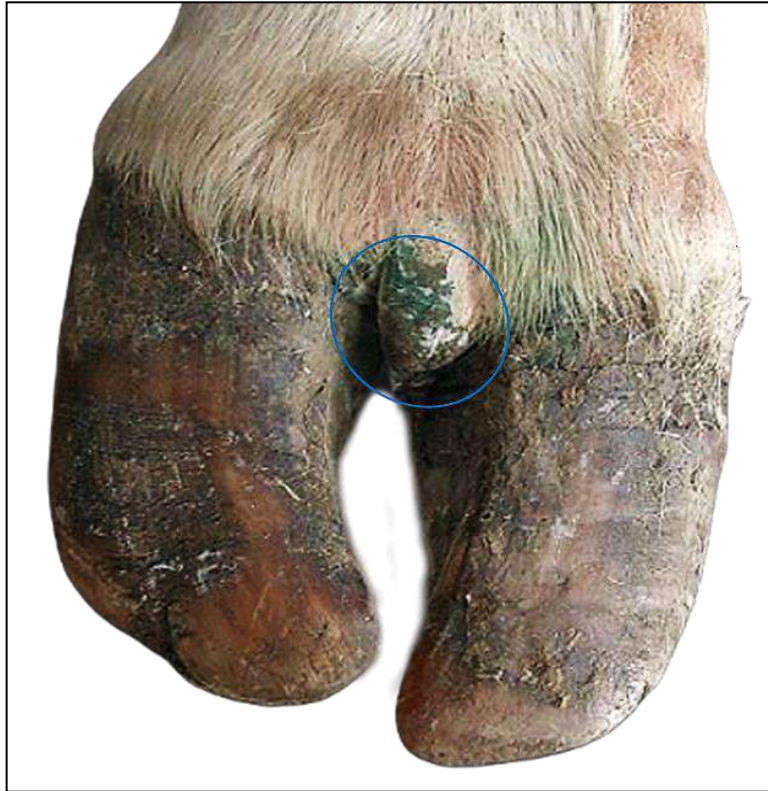


Figura 18. Hiperplasia interdigital.

Fuente: Tomado de Zinpro Corp. (2020). *Claw Lesion Identification Dairy Cattle* (p. 2).

- **Suela fina (Z)**

En este caso, la suela es muy delgada y no puede soportar el peso, originando dolor y cojera (Mülling et al., 2015), su prevalencia en ganado lechero es moderada. Entre los factores de riesgo se describe la longitud insuficiente de la punta debido al desgaste o corte excesivo, superficies abrasivas y humedad constante. La longitud mínima de las pezuñas debe ser de 3 pulgadas o 7,5 cm (Zinpro Corp., 2020), aunque Mülling et al. (2015) indica que la longitud mínima debe ser de 3,25 pulgadas o 8,1 cm.

- **Úlcera de punta**

Es una abrasión con penetración en la cápsula córnea en la zona blanca en la punta (Rutter, 2015). Se caracteriza por presentar una marca negra, mancha de sangre y/o rotura en línea blanca o suela en la punta, provocado por la rotación de la tercera falange dentro de la pezuña presionando la suela (Zinpro Corp., 2020).

Mülling et al. (2015) describe esta lesión como un cambio de color y separación en la región de la punta de la línea blanca, afecta el estrato córneo y perfora la cápsula de pezuña, originando la exposición e infección de la dermis (p. 42), tal como se muestra en la Figura 19. Los factores de riesgo incluyen suela fina por desgaste excesivo, superficies duras y laminitis.

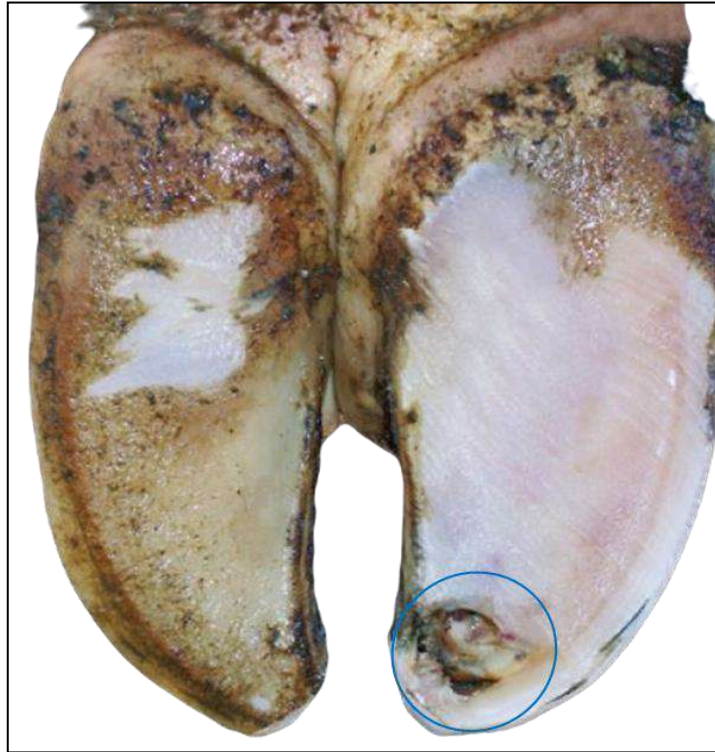


Figura 19. Úlcera de punta.

Fuente: Tomado de Zinpro Corp. (2020). *Claw Lesion Identification Dairy Cattle* (p. 2).

- **Úlcera de Suela (U)**

También es llamado pododermatitis y ocurre en la unión entre la suela y el talón en el interno de la pezuña trasera externa (Zinpro Corp., 2020). Su prevalencia es alta en ganado bovino lechero (Mülling et al., 2015).

Para González & de Prado (2018) se desarrolla en la zona de presión de la tuberosidad plantar de la tercera falange que, en condiciones de presión excesiva, lesiona la dermis subyacente. Este exceso de presión se produce largos periodos de tiempo de pie, laminitis, erosión severa del talón o desigual tamaño de las pezuñas lateral y medial (Figura 20a).

Para aliviar la presión, su tratamiento incluye realizar un recorte correctivo, así como la colocación de un taco ortopédico (Figura 20b) o bloque sobre la pezuña sana (Greenough et al., 2014).

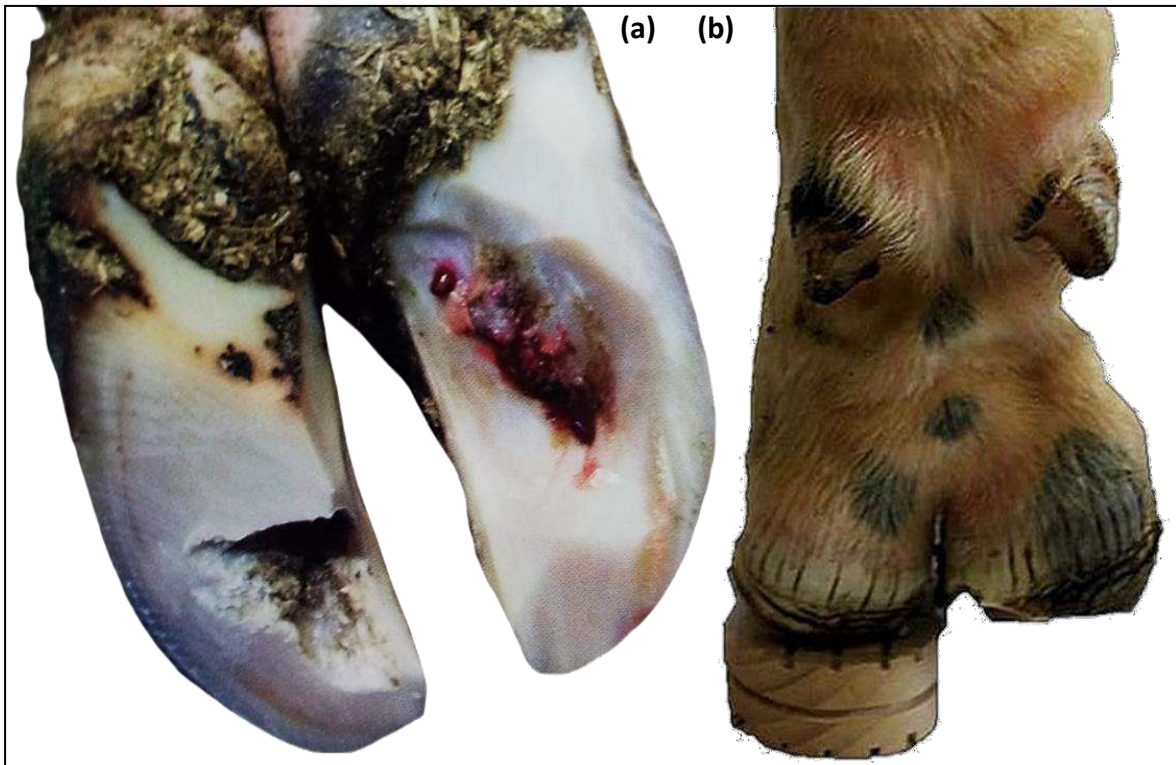


Figura 20. Úlcera de suela (a) y colocación de taco ortopédico (b).

Fuente: (a) Tomado de Mülling et al. (2015). *Cojeras en el Ganado bovino* (p. 38) y (b) Tomado de RuralBan.com (2022)

- **Enfermedad de línea blanca**

También es conocida como separación de línea blanca, en casos leves, se produce un en la unión entre la suela y la pared, mientras que, en casos severos, forman abscesos, generalmente en la unión entre el talón, la planta y la pared (Zinpro Corp., 2020), tal como se muestra en la Figura 21.

Mülling et al. (2015) indica como factores riesgo a la laminitis subclínica, heridas mecánicas y superficies duras e irregulares. El tratamiento consiste en revisar la línea blanca, al

encontrar una mancha negra, dese debe recortar la pared superpuesta hasta encontrar la fuente de infección (Greenough et al., 2014).

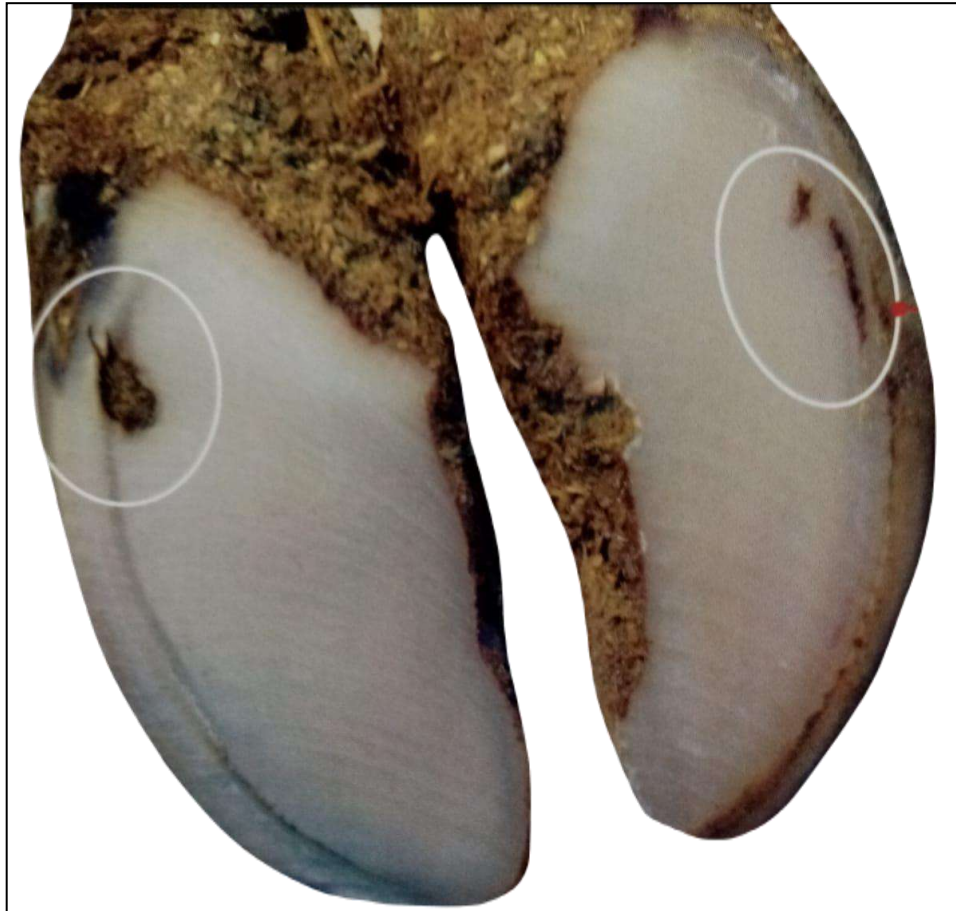


Figura 21. Enfermedad de la línea blanca.

Fuente: Tomado de Mülling et al. (2015). *Cojeras en el Ganado bovino* (p. 44).

b) Lesiones de origen infeccioso

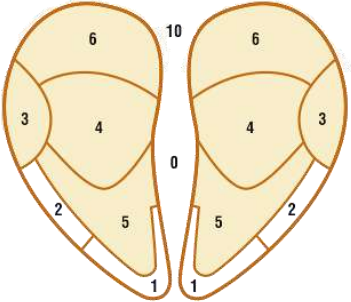
Las lesiones infecciosas son causadas por agentes como bacterias, hongos y virus. Según lo

higiene, carencia de minerales, insuficiente barrera cutánea que permite la penetración de las bacterias y afectar tejidos más profundos, problemas de bioseguridad y época cálida y húmedo.

Las lesiones infecciosas que afectan al ganado bovino lechero se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.

Lista de lesiones infecciosas con sus respectivas abreviaturas y zonas afectadas.

N°	Lesión	Abrev.	Zona de la pezuña afectada	Zonas de la pezuña
1	Dermatitis digital	D	9, 10	
2	Dermatitis interdigital	I	0, 10	
3	Erosión del talón	E	6	
4	Flemón	F	9	

Fuente: Elaboración propia con información de Zinpro Corp. (2020).

- **Dermatitis Digital (D)**

Greenough et al. (2014) lo define como la Enfermedad de Mortellaro y es una enfermedad altamente infecciosa que produce áreas de dolor, con tejido vivo expuesto, en la piel que rodea a los talones.

La patogenia de esta enfermedad incluye debilitamiento de la barrera cutánea que permite el ingreso e infección de bacterias de la especie *Treponema*, esta infección provoca inflamación aguda, que puede evolucionar a formas crónicas caracterizadas por el engrosamiento y proliferación de la epidermis como verrugas peludas (Mülling et al., 2015; González & de Prado, 2018).

Los signos comunes de esta enfermedad incluyen crecimiento circular en carne viva, de color rojo brillante o negro, por encima de los bulbos del talón, con bordes que forman un anillo blanco opaco o crecimientos o llagas duras, delgadas, peludas, parecidas a verrugas (Zinpro Corp., 2020). Además, el ganado afectado es reacio a caminar o cojea.

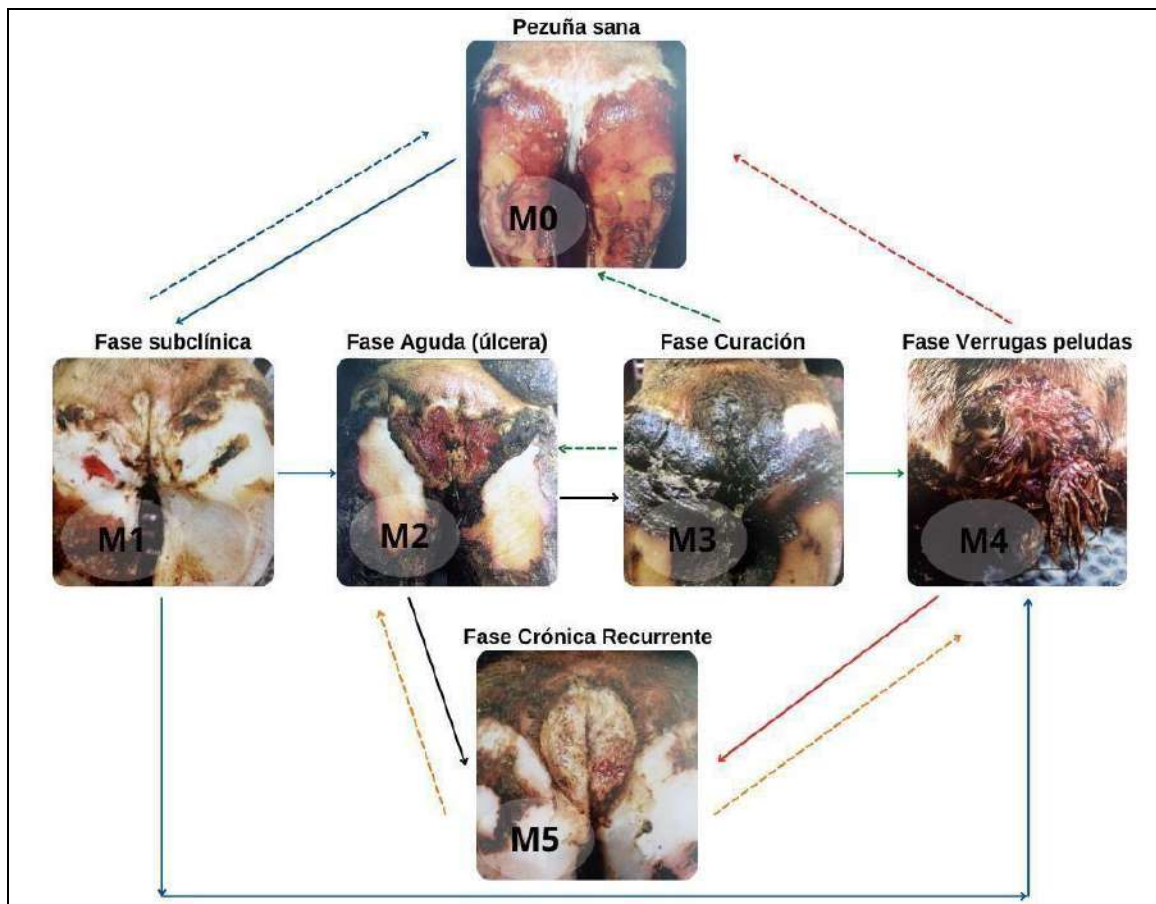


Figura 22. Evolución de la Dermatitis digital.

Fuente: Adaptado de Mülling et al. (2015). *Cojeras en el Ganado bovino* (p. 49).

También es importante identificar la presencia y gravedad de la Dermatitis digital ya que esta enfermedad se propaga rápidamente con una prevalencia mayor al 70%, su desarrollo involucra 5 fases que se detallan en la Figura 22. La pezuña sana (M0) puede desarrollar lesiones de M1 (flecha azul) con lesiones menores a 2 cm de diámetro, que puede evolucionar a la M2 y M4 o regresar a la M0 (flecha azul punteada). La M2 comprende una úlcera activa de color rojo, con un tratamiento adecuado puede comenzar la M3 o M5 (flecha negra)

Los animales con M3 pueden continuar su fase de recuperación hasta llegar a la M0 o pezuña sana o retornar a una M2 (flecha punteada verde) o evolucionar a una M4 (flecha verde). En la fase 4 de verrugas peludas, se observa hiperqueratosis y proliferación filamentosa, las cuales pueden regresar a M0 o progresar a M4-1 (flechas rojas). La fase M4-1, recurrente de forma crónica es un reservorio de la enfermedad a partir de bacterias enterradas (treponemas) y puede retornar a M2 y M4 (flecha naranja punteada).

Para la prevención, Rutter (2015) indica resulta eficaz el uso de baños de pezuñas con productos comerciales, el cual debe ser un tratamiento individual de todos los animales con lesiones clínicas, a la salida de la sala de ordeño las vacas deben pasar por el pediluvio una vez por semana como mínimo. Si en el establo la frecuencia de este tipo de enfermedad es alta, es necesario hacer baños diarios e incluir al grupo de vaquillonas y vacas secas.

Por otro lado, Mülling et al. (2015) indica que se debe gestionar la aplicación de medidas de bioseguridad para evitar el ingreso de animales infectados, revisar periódicamente las extremidades posteriores y registrar las lesiones, realizar recortes funcionales y aplicar tratamientos oportunos.

- **Dermatitis interdigital (I)**

Es una irritación crónica causada por infección bacteriana de la piel que se encuentra entre las pezuñas, estas bacterias pueden encontrarse en las heces, además pueden causar problemas de erosión de talón (Greenough et al., 2014).

Rutter (2015) lo define como una inflamación de la piel interdigital con una alteración en la formación del bulbo corneo, la inflamación húmeda y exudativa es seguida de una erosión del estrato córneo de los talones, además de la formación de un estrato córneo irregular y surcos en forma de V (Mülling et al., 2015). También ocasiona desequilibrios en el crecimiento de las pezuñas lateral y medial e hiperplasia interdigital (González & de Prado, 2018).

González & de Prado (2018) indica que los establos afectados con este problema, deben realizar recortes con frecuencia para equilibrar el peso entre las pezuñas, eliminar la erosión del talón y aliviar el peso de la zona que originan úlceras plantares.

Entre las bacterias que se han aislado en las zonas con dermatitis interdigital se encuentran las *Bacteroides nodosus* y *Fusobacterium necrophorum*. Por ello, el tratamiento se basa en el uso de antibióticos, mientras que, los programas de prevención deben incluir la mejora de la higiene ambiental y programación de pediluvios (Rutter, 2015).

- **Erosión de talón (E)**

Consiste en la pérdida irregular de la queratina de los talones, en forma de depresiones irregulares en forma de hoyo o surcos en forma de “V” de color negro (Figura 23) que causan cojera. Es una posible secuela de la dermatitis digital en interdigital, ligada al ambiente húmedo y a alteraciones en el crecimiento de talones (Zinpro Corp., 2020; Rutter, 2015).



Figura 23. Erosión de talón.

Fuente: Tomado de Mülling et al. (2015). *Cojeras en el Ganado bovino* (p. 56).

Para Mülling et al. (2015), la erosión de talones no es una enfermedad de la pezuña, sino un

maceración del estrato córneo debido a la humedad, clima templado y microtraumatismos (p. 56), la exposición a heces, pisos abrasivos y también pueden estar implicados los microorganismos que causan dermatitis interdigital.

Conforme el talón se hace más doloroso, el animal apoya menos sobre la parte posterior de la pezuña, donde se acumula tejido córneo, ocasionando que la pezuña pierda balance. Para

el control debe realizarse recortes funcionales, uso frecuente del pediluvio y aplicar un agente bacteriostático en el tejido expuesto (Greenough et al., 2014).

- **Flemón Interdigital (F)**

En esta lesión, como se observa en la Figura 24, existe hinchazón de todo el pie, incluida las pezuñas, con separación de los dedos y esta infección produce un olor fétido (Zinpro Corp., 2020). Rutter (2015) define esta infección como una inflamación aguda de la zona interdigital, que posteriormente afecta a la corona, extendiéndose y generando necrosis, puede ocasionar cojeras ligeras a graves.



Figura 24. Flemón interdigital.

Fuente: Tomado de Mülling et al. (2015). *Cojeras en el Ganado bovino* (p. 56).

Al igual que las enfermedades mencionadas con anterioridad, es ocasionada por la exposición a un ambiente húmedo, heces, orina, pisos abrasivos o elementos punzantes (Rutter, 2015). Los traumatismos de la epidermis producen sinergia bacteriana debido a que *Dichelobacter necrophorum* invade la piel y facilita el ingreso de bacterias *Fusobacterium*

necrophorum y *Trueperella pyogenes*, causando infecciones purulentas, también se han identificado otras especies bacterianas como *Prevotella spp*, *Porphyromonas spp*, *Streptococcus spp* y *Treponemas* (Mülling et al., 2015). También puede deberse a la penetración de cuerpos extraños como piedras, paja, etc. Para el tratamiento, el diagnóstico temprano y aplicación de antibióticos son la clave para obtener buenos resultados, ya que en un plazo máximo de tres días se rompe la piel interdigital y se forma tejido de proliferación (González & de Prado, 2018).

Por otro lado, Mülling et al. (2015) denomina a esta infección como panadizo, necrobacilosis interdigital y pie descompuesto. Además de causar hinchazón dolorosa y asimétrica, ocasiona caídas bruscas en la producción de leche y reducción del consumo de alimento.

2.2.6 Repercusión económica

La Figura 25 muestra como las cojeras repercuten negativamente en el bienestar animal (Tadich, 2008) ya que causan elevadas pérdidas económicas en los establos lecheros, debido principalmente al descarte anticipado de animales, disminución del consumo, pérdida de condición corporal, disminución de la producción de leche, incremento en fallas reproductivas, aumento de costos por medicamentos, así como el tiempo que los criadores dedican al trato exigente y difícil de los animales (Philipot et al., 1994; Alvergnas et al., 2019; Labrada et al., 2020).

Según lo descrito por Dolecheck et al. (2018), cada caso de lesión podal genera gastos al productor lechero, desde gastos directos por los tratamientos, personal adicional y pérdidas indirectas debido a la disminución de la producción de leche y leche descartada por la presencia de antibióticos, reducción del rendimiento reproductivo, mayor probabilidad de eliminación y muerte de animales, además de la recurrencia de lesiones que pueden incrementar los riesgos para otras enfermedades y reducción del bienestar animal.

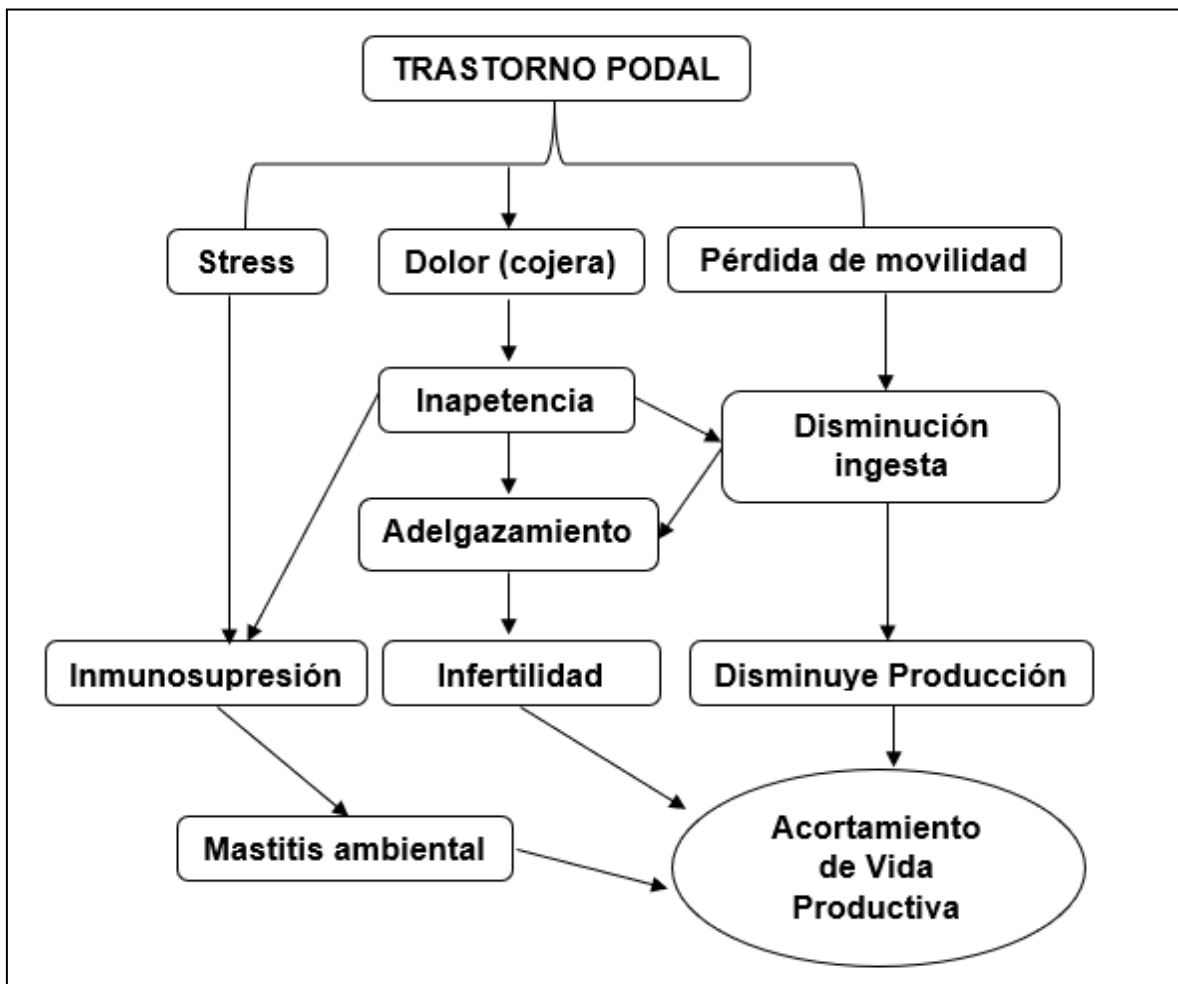


Figura 25. Flujograma de pérdidas ocasionadas por los trastornos podales.

Fuente: Tomado de Sánchez (2019). *¿Qué hacer cuando el negocio de la lechería cojea?* (p. 213).

Sánchez (2019) divide las pérdidas que ocasionan las lesiones podales como pérdidas de la

- Pérdidas de la productividad, que pueden llegar a una pérdida de leche entre el 20 – 25% o 2,8 litros de leche por vaca/día en los primeros 4 meses de lactancia. Las vacas pueden parir 17,6 % terneros menos, con un mayor intervalo entre
- Reemplazo anticipado debido a los problemas reproductivos (infertilidad) que ocasionan las lesiones podales, además de los costos de tratamientos anticipan la eliminación del animal, se estima que el 15% de vacas son eliminadas por cojeras.
- Costo elevado del tratamiento, debido a los medicamentos utilizados, mano de obra adicional y especializada que se necesita para el tratamiento.

2.2.7 Prevención y Control

La prevención debe tener como objetivo reducir el nivel de estrés mecánico para los tejidos sensibles de las pezuñas (Bellet, 2021). Para Sánchez (2019) la prevención y tratamiento de las lesiones podales son una fuente de costos altos que pueden variar entre 22% y 46% de los costos totales producidos por las afecciones podales.

Según Greenough et al. (2014) es importante tener en consideración los siguientes aspectos:

- Registrar de todos los problemas de patas, en un formato que debe incluir el nombre del establo, fecha del recorte, encargado de patas, veterinario, código de la vaca, código de la lesión, zona de la pezuña afectada, pie, pezuña, indicar si se colocó un taco o vendaje, el tratamiento aplicado e indicar la fecha de la nueva revisión (Shearer et al., 2005).
- Calificar la cojera (Score de Locomoción) según grado: 1=normal, 2=ligeramente anormal, 3= claudicación ligera, 4=Claudicación obvia y 5= Claudicación severa (Figura 26). En general, no más del 5-10 % de animales debe tener un Score de locomoción de 4 o 5 y 75-80% de los animales deben obtener una puntuación de 1 o 2 (Hovingh, 2016).
- Detectar al grupo de animales que están afectados para saber si la máxima incidencia se asocia con algún evento como el parto o después de algún cambio de manejo o alimentación. Para detectar animales afectados se puede tener en cuenta algunos clínicos comunes al observar vacas que incluyen cambios en el desplazamiento, disminución de la ingesta de materia seca, pérdida de peso, cambios en la postura y los movimientos del cuerpo, cambios en la distribución del peso (Becker, 2020).
- Determinar el problema en función de las categorías A=Flemón, B= Dermatitis, C= Sobrecrecimiento y D=Otros problemas. Comenzar un programa de control en los casos A, B y C. Para el caso D en más del 10% investigar los factores de riesgo.

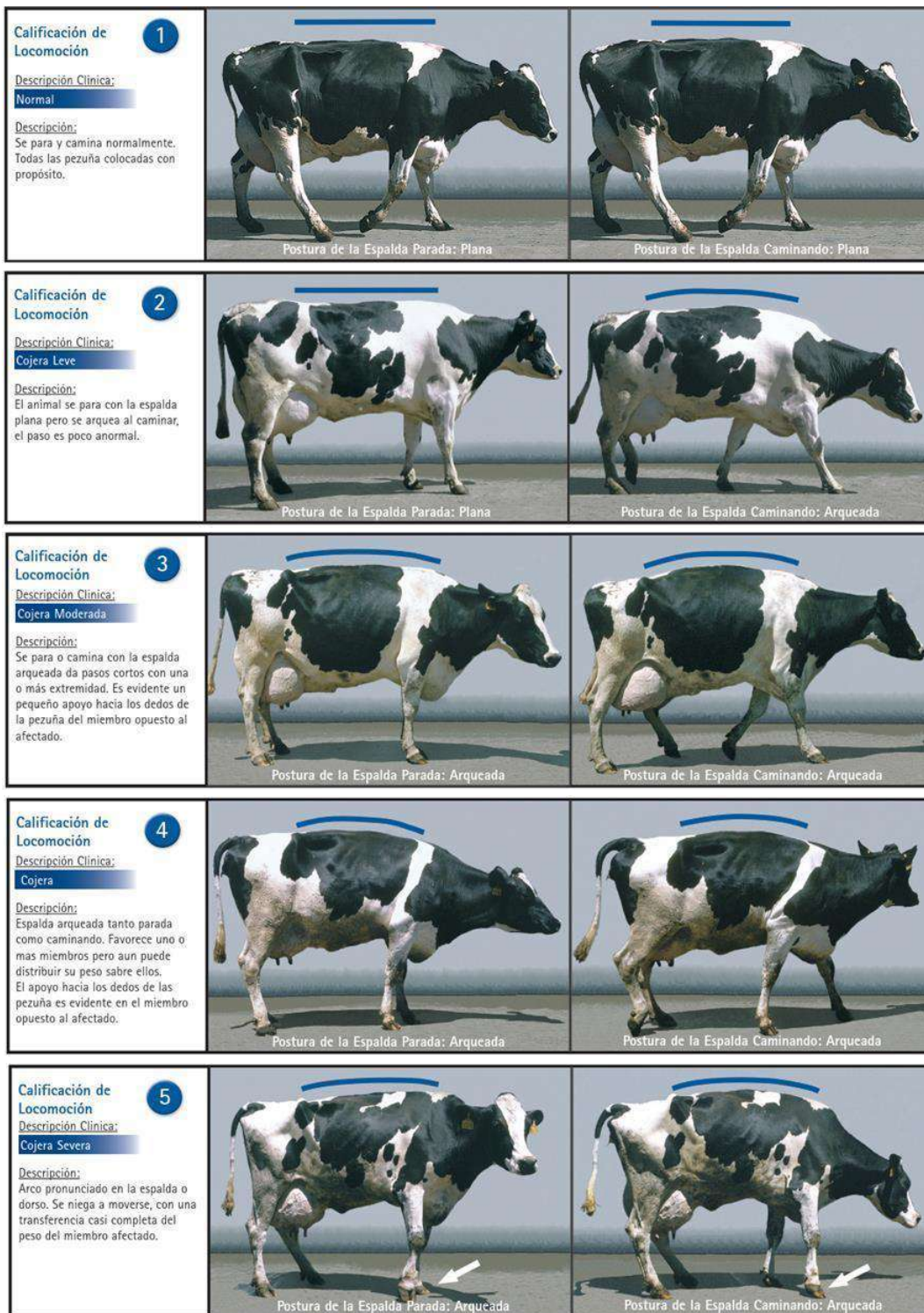


Figura 26. Calificación de Locomoción del Ganado Lechero.

Fuente: Tomado de Zinpro (2021). *Locomotion Scoring of Dairy Cattle* (p. 2).

- Evaluar los problemas con animales de reemplazo, realizar un recorte para rebajar las suelas de las patas traseras del 50% de los animales entre 12 y 20 meses de edad. Si el 20% de los animales muestra lesiones obvias se debe revisar a fondo todo el establo.
- Implementar estrategias para reducir los problemas como el cambio de frecuencia del recorte y del personal que lo realiza, cambio en el manejo de los animales, en la nutrición y reparación o rediseño de las instalaciones.

Por otro lado, Sullivan (2017) propuso un programa para tener establos con cero cojeras, el cual consiste en 3 pasos:

- Recorte de pezuña funcional o recorte de mantenimiento preventivo, que ha logrado mejorar incidencias de cojera de 40 - 50% a menos de 5 - 8% de cojera.
- Programa de lesiones infecciosas bien manejado, teniendo en cuenta el control y la prevención de la dermatitis digital ya que es considerada como causante de la mayoría de cojeras y es un problema de higiene, por lo que es necesario establecer un buen programa de pediluvios que incluya baños prolongados, adecuados y el tratamiento oportuno de lesiones.
- Ganadería libre de estrés, el cual depende de la capacitación de los empleados en el comportamiento y manejo del ganado. Las vacas deben ser manejadas de forma controlada y calmada para evitar caídas o lesiones por mover vacas a un ritmo acelerado y más rápido de lo normal para una vaca.

2.2.8 Recorte Funcional

Según Bellet (2021), el objetivo de realizar un recorte, es repartir el peso y el apoyo de forma equilibrada entre las dos pezuñas, evitando la zona del talón, y repartiendo la presión sobre todo hacia las patas delanteras, donde las estructuras de soporte son más fuertes.

Para González & de Prado (2018), el protocolo más conocido es el método del índice holandés, también conocido como técnica de Oenkerk o método de Toussaint-Raven, basado en la geometría, teniendo en cuenta los parámetros normales de la pezuña. Para la raza Holstein Frisian se ha establecido un tamaño de pezuña de 9 cm, ya que tienen pezuñas más grandes con respecto a las vacas holandesas del año 1980 donde se desarrolló este método holandés. Sin embargo, la persona encargada de realizar el recorte debe tener experiencia y tomar esta medida como referencial, evitando recortar excesivamente y teniendo en cuenta el tamaño de las pezuñas, edad y raza del animal.

El recorte de pezuñas debe realizarse de forma correcta, ya que una técnica deficiente causaría más daño que no realizarla. Según Mülling et al. (2015) los efectos del recorte funcional de la pezuña dura 4 meses, siendo recomendable recortar las pezuñas de las vacas lecheras al momento del secado y nuevamente a los 90 -120 días, en caso de vaquillas, si tienen pezuñas con crecimiento excesivo se deben recortar 6 semanas antes de la fecha de parto.

Para Molinero et al. (2018) existen múltiples protocolos para realizar el recorte preventivo, uno de los más conocidos es realizarlo a en momentos puntuales de la lactación (Figura 27), para evitar alterar lo menos posible la producción de leche:

- La mitad de la lactancia (120-150 días después del parto), porque permite identificar las lesiones que se han desarrollado durante el periodo de transición y permite arreglar la pezuña para continuar la lactación. Debido a que el recorte se realiza antes del pico de lactancia, se evita alteraciones en la producción de leche.
- Al momento del secado porque permite mejorar la conformación de la pezuña y diagnóstico temprano de lesiones antes que produzcan cojeras y afrontar el periodo de transición para que la vaca tenga un parto más cómodo.

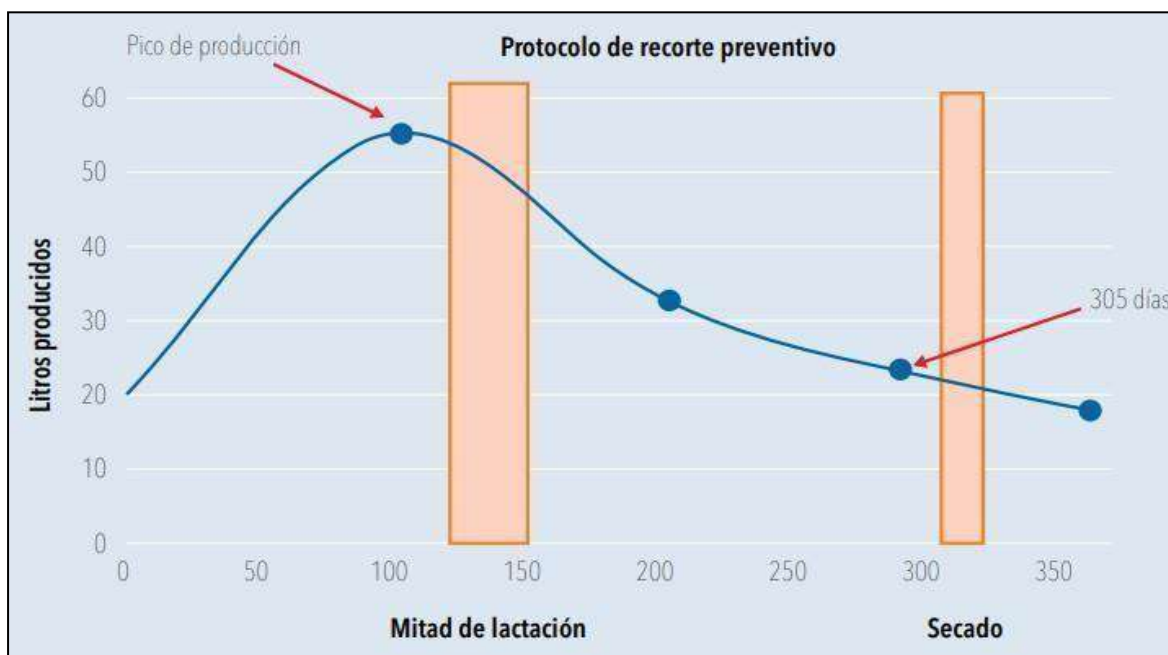


Figura 27. Representación esquemática del protocolo de recorte preventivo.

Fuente: Tomado de Molinero et al. (2018). *La importancia de realizar recorte funcional de pezuñas en vacaslecheras* (p. 136).

2.3. Definiciones de términos básicos

- ✓ Trastorno Podal: todo fenómeno anormal que afecta al pie bovino, y que no siempre cursa con dolor y cojera.
- ✓ Bienestar animal: conjunto de medidas aplicadas para disminuir el estrés y el sufrimiento en los animales durante su crianza.
- ✓ Laminitis: enfermedad de los ungulados, con mayor frecuencia en caballos y vacas. Es una inflamación del tejido laminar de la pezuña, dolorosa para los animales y provoca enormes pérdidas financieras en la industria ecuestre y láctea.
- ✓ Abaxial: indica que está situado lejos o en el lado opuesto de un eje (espacio inter digital).
- ✓ Axial: indica que está situado en alrededor o en la dirección del eje.
- ✓ Bulbo: parte trasera flexible y elástica de la superficie ventral de la pezuña que recibe el primer impacto cuando está pisa y forma parte de las áreas de apoyo de la pezuña.
- ✓ Cápsula de la pezuña: estructura formada por tejido córneo que contiene el tejuelo y el tejido blando vivo, también recibe el nombre de estrato córneo de la pezuña o estuche.
- ✓ Cojera: marcha o loco o locomoción anómala en los animales.

- ✓ Corvejón: articulación tarsiana de la extremidad posterior de los mamíferos ungulados se corresponde con el tobillo humano.
- ✓ Distal: alejado del centro del cuerpo.
- ✓ Interdigital: entre los dígitos.
- ✓ Etiología: estudio de las causas de las enfermedades.
- ✓ Lateral: situado hacia un lado.
- ✓ Locomoción: acto de movimiento y capacidad de trasladarse de un sitio a otro.
- ✓ Medial: hacia la línea media
- ✓ Necrosis: muerte patológica de células o tejido vivo.
- ✓ Patogenia: mecanismo de desarrollo de una enfermedad desde su inicio hasta sus manifestaciones, es imprescindible para determinar cómo evoluciona, sus síntomas y signos clínicos para saber cómo administrar el tratamiento correcto.
- ✓ Pezuña: órgano situado en el extremo de los dedos del ganado bovino, es la cápsula córnea dura protectora y todas las estructuras en su interior.
- ✓ Queratinización: reemplazo continuo y progresivo de la mayoría de los contenidos celulares de las células de la epidermis por proteínas de queratina.

2.4. Formulación de la Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

H0: La prevalencia de las lesiones podales en bovinos fue baja y no tuvieron repercusión negativa en la producción de leche en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.

H1: La prevalencia de las lesiones podales en bovinos fue alta y tuvieron repercusión negativa en la producción de leche en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- La prevalencia global de las lesiones podales en bovinos fue alta en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.
- La prevalencia de las lesiones podales en bovinos fue alta, según su origen, en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.
- La prevalencia de las lesiones podales en bovinos estuvo influenciada por el número de lactancia, en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.
- La prevalencia de las lesiones podales en bovinos estuvo influenciada por la época del año, en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.
- Las lesiones podales tuvieron repercusión negativa sobre la producción de leche en un establo del Valle de Huaura, durante el periodo 2013 a 2021.

2.5. Operacionalización de las variables

La Tabla 3 describe las variables que se evaluaron en esta investigación, así como sus dimensiones e indicadores.

(*) Las Lesiones Podales (LP) en un primer momento fueron tratadas como variable respuesta o dependiente, para analizar la influencia de los factores de número de lactancia y época del año. Posterior a ello, para el análisis de la producción de leche, las LP se consideradas como variable independiente para ver su efecto sobre la producción de leche.

La Lesiones Podales también se diferenciaron según su origen. Lesiones de origen no infeccioso: Fisura Axial (X), Hemorragia de Suela (H), Úlcera de Punta (T), Úlcera de Suela (U), Úlcera de Talón (S), Enfermedad de la Línea Blanca (W) y Suela Débil o fina (Z). Lesiones de origen infeccioso: Dermatitis digital (D), Dermatitis interdigital (I), Erosión del talón (E) y Flemón (F).

En la variable dependiente se consideró la producción de leche en una campaña cerrada a 305 días para todas las vacas ajustada según la edad al parto. Además, se consideró el número de lactancia y la época del parto.

Tabla 4.

Operacionalización de las variables de estudio.

Variable	Tipo	Dimensiones
Número de Lactancia	Categórica - ordinal	1°, 2°, 3° y 4° a más
Época del año	Categórica - nominal	Calor (noviembre-abril), Frio (mayo-octubre)
Lesiones podales	Categórica - nominal	Lesiones de origen infeccioso Lesiones de origen no infeccioso
Producción de leche	Cuantitativa	Kg de leche producido por campaña de 305 días.

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1. Diseño metodológico

Esta investigación se basó bajo los enfoques de tipo cualitativo y cuantitativo (mixto), ya que se recolectaron datos para conocer las principales lesiones podales que se desarrollaron en un establo lechero del Valle de Huaura y determinar su prevalencia en un periodo de 9 años (2013 a 2021) según el número de lactancia y época del año, así como estimar su repercusión en la producción de leche. La información provino del establo Inversiones Pecuarias Granados S.A.C, ubicado en el Centro poblado de Medio Mundo en el distrito de Végueta, provincia Huaura, departamento de Lima.

El diseño de esta investigación fue de tipo no experimental porque el investigador no intervino ni manipuló las variables de estudio. Retrospectivo y observacional porque los datos de eventos que ya sucedieron fueron recolectados y evaluados. La investigación también es longitudinal porque se evaluó los cambios en la prevalencia de las lesiones podales a través del tiempo (Hernández et al., 2014).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población estuvo representada por todos los registros de recorte funcional de pezuñas y de producción de leche generados en el Establo lechero evaluado.

3.2.2. Muestra

La muestra estuvo representada por los registros de recorte funcional rutinario de pezuñas y producción de leche a 305 días generados durante al periodo 2013-2021.

3.3. Técnicas de recolección de datos

En el establo evaluado, el recorte fue realizado dos veces por semana (martes y viernes) siendo una rutina ya establecida. El personal encargado del arreo de las vacas realiza la

observación durante su desplazamiento del corral a la sala de ordeño. Por otro lado, el personal técnico, realiza la observación de las vacas en momentos clave donde se desarrollan otras actividades de manejo como en la detección visual del celo (dificultad para la monta), monitoreo del reparto de alimento (si las vacas se levantan o no), y otras actividades como aplicación de tratamientos, es decir, la observación del comportamiento del animal es constante.

El personal genera registros de aquellas vacas que presentan alguna dificultad, si los animales presentan grado de cojera 2 se programa para los días previstos para realizar el recorte. En caso los animales presenten grado de cojera 4 o 5 son revisadas en ese instante y se aplica el

Cabe mencionar que el establo además de realizar estos recortes de rutina, contratan el servicio de una empresa particular especializada en temas de podología bovina, quienes realizan la Evaluación de Score de Locomoción y Recortes Funcionales Correctivos dos



Figura 28. Brete de recorte de pezuñas del establo lechero evaluado.

Fuente: Autoría propia

Para fines de esta investigación, por la disponibilidad de mayor información, se trabajó únicamente con los registros generados en los recortes rutinarios de pezuñas, los cuales son realizados en el área de podología del establo, el cual cuenta con un brete mecánico conocido como “Stand Up Crush Double Belly Band”, en este tipo de brete la vaca se fija y es

levantada con dos correas ventrales (Figura 28a), las extremidades son levantadas dos a la vez (posterior y anterior), las patas traseras se levantan con una correa por encima de los corvejones. Además, la superficie del área de recorte, cuenta con una fosa en cada lado del brete para que el personal pueda estar a la altura de las pezuñas de la vaca y trabajar con mayor comodidad, tal como se muestra en la Figura 28b.

Respecto al procedimiento de recorte realizado en el establo, se basó en el método holandés, el cual consta de 5 pasos, según lo describen González & de Prado (2018) y Zinpro Corp. (2019) en la Figura 29. Estos pasos son aplicados previa observación del animal, teniendo en cuenta la condición corporal, apariencia e higiene de las patas, así como la observación de las pezuñas, su apariencia, crecimiento y la postura del animal al caminar. Los pasos del 1 al 3 (Cuadro verde) son considerados pasos de Recorte Preventivo, mientras que los dos últimos pasos (cuadro naranja) son considerados pasos de Recorte Terapéutico.

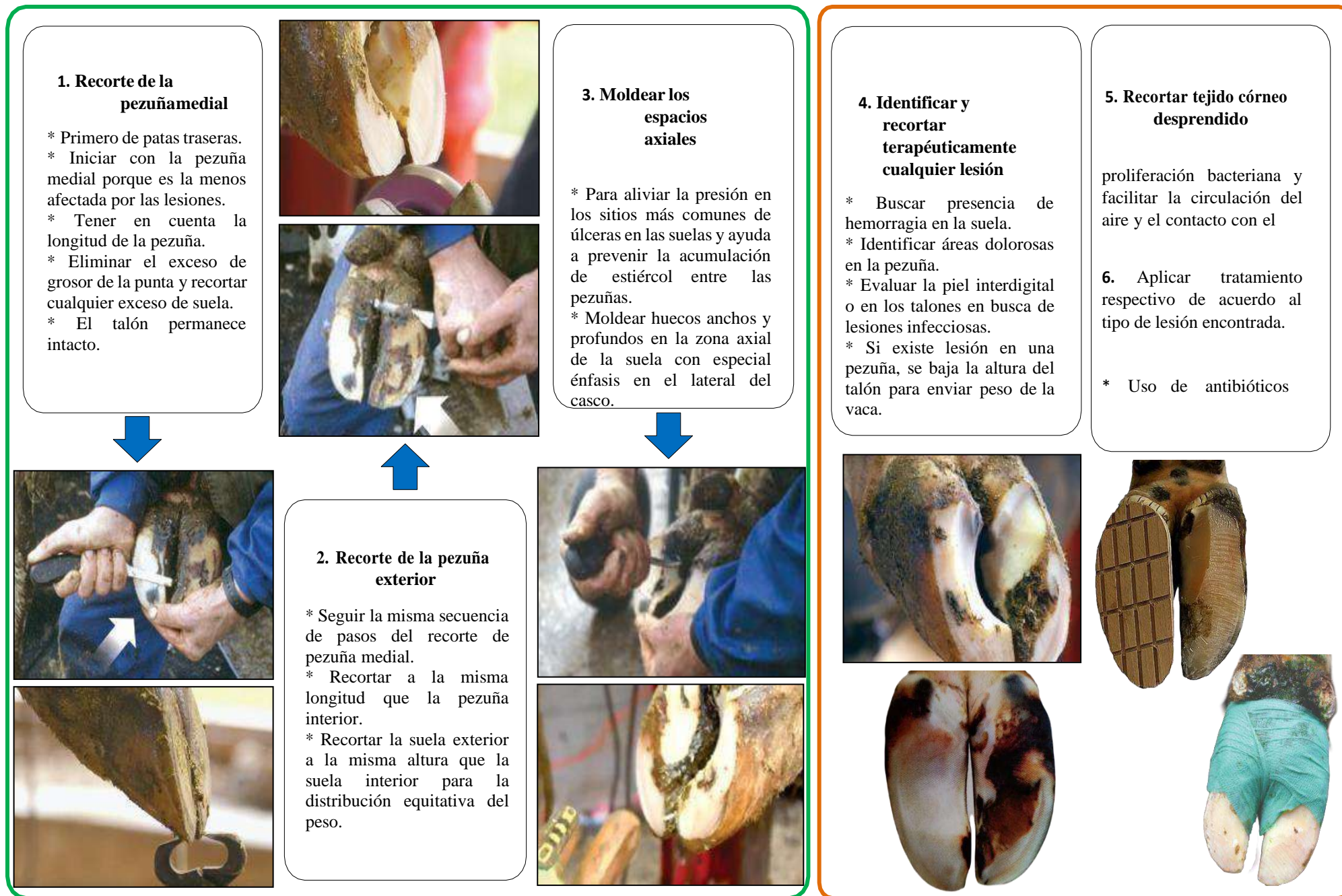


Figura 29. Pasos para realizar el Recorte de pezuñas.

Fuente: Adaptado de González & de Prado (2018) y Zinpro Corp. (2019).

3.4. Técnicas para el procedimiento de la información

- Los datos obtenidos sobre lesiones podales (LP) y producción de leche por campaña a 305 días (PL305d), fueron registrados en formatos de hojas de cálculo de Microsoft Excel (Office 2019) para su posterior análisis utilizando el paquete estadístico SAS 9.4.
- La prevalencia de las LP del establo se calculó con la fórmula utilizada por Fajardo-Gutiérrez (2017):

$$LP = \frac{\text{Número de casos registrados en el periodo evaluado}}{\text{Población en el periodo evaluado}}$$

- Se determinó la prevalencia global de LP, así como su prevalencia según su origen (no infeccioso, infeccioso), número de lactancia (1°, 2°, 3° y 4° a más) y época del año (calor, frío).
- La producción de leche por campaña cerrada a 305 días (PL305d) se analizó utilizando un modelo lineal general (GLM) que consideró los factores de número de lactancia, año de parto, la presencia o no de LP y la edad al parto como covariable. Para analizar el impacto de las lesiones podales sobre los niveles de producción de leche se comparó la cantidad de leche producida por vacas con LP y vacas sanas.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Prevalencia de lesiones podales

4.1.1. Prevalencia global

Durante el periodo evaluado se obtuvo una prevalencia global del 35.5 % en promedio. La Figura 30, muestra la prevalencia global de lesiones podales por año evaluado (2013-2021). Los valores variaron de 24.7 % en el año 2013, una mayor prevalencia en el año 2017 (56.5 %).

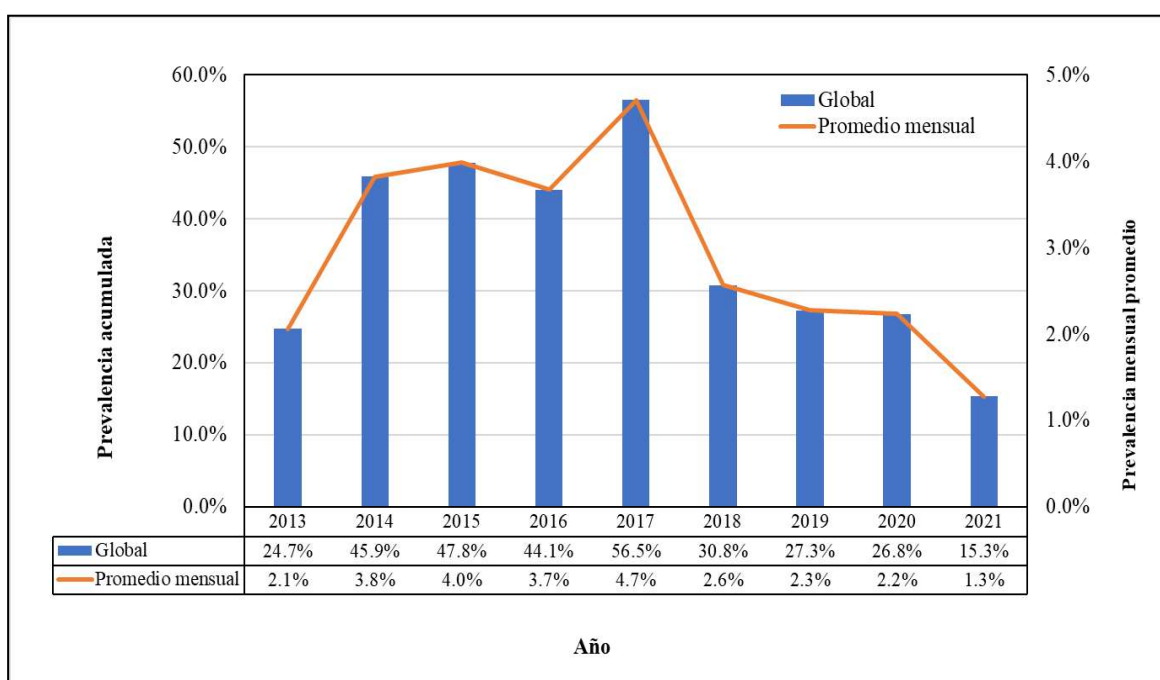


Figura 30. Prevalencia de lesiones podales durante el periodo 2013-

Respecto a la prevalencia mensual promedio, en el 2013 se reportó 2.1 %, con una tendencia

que puede apreciarse con mayor claridad en la Figura 31, ya que presenta la evolución de la prevalencia por mes y año evaluado.

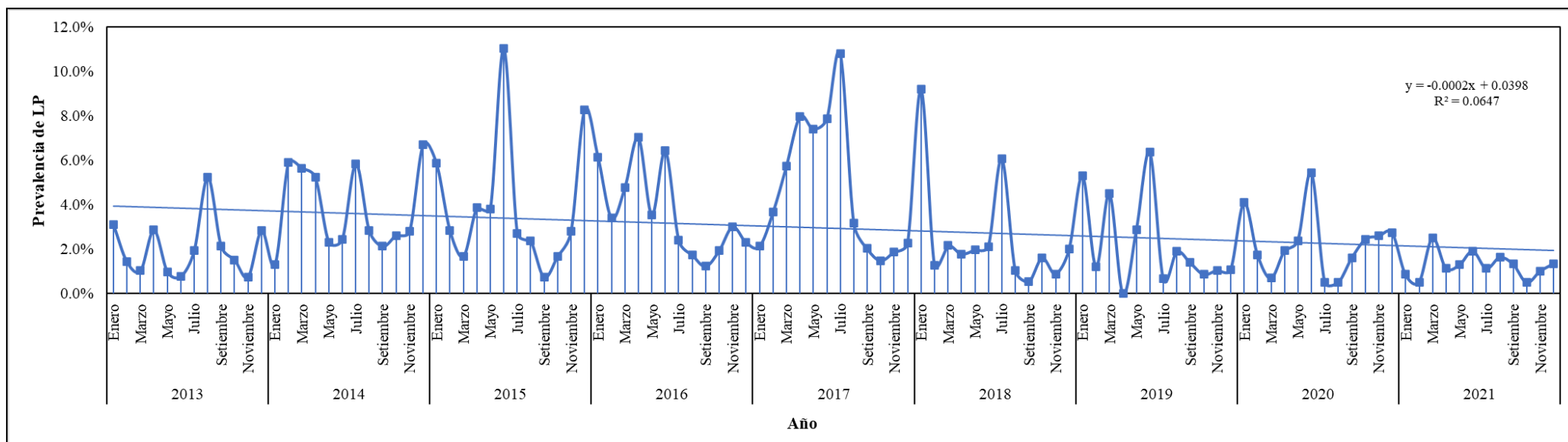


Figura 31. Evolución de la prevalencia de lesiones podales durante el periodo 2013-2021.

4.1.2. Prevalencia de LP, según su origen

La Figura 32 muestra la prevalencia global de LP clasificadas según su origen. Durante el periodo evaluado, se registró en promedio, una prevalencia de 29.2 y 7.6 % de lesiones de origen no infeccioso e infeccioso. Los valores indican mayor prevalencia de lesiones con origen no infeccioso con una tendencia a disminuir, pasando de 19.7 % en el año 2013 a 12.8 % en el 2021. Por otro lado, la prevalencia de lesiones infecciosas pasó de 6 % a 2.7 % del 2013 al 2021,

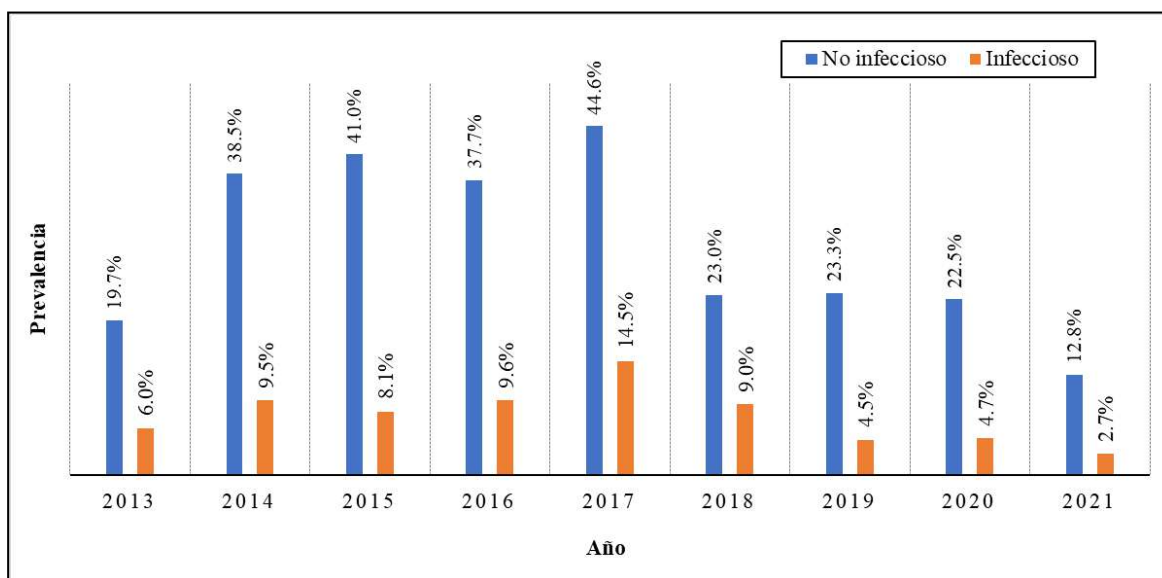


Figura 32. Prevalencia de lesiones podales, según su origen, durante el periodo 2013-

Por otro lado, la Tabla 5 muestra la prevalencia de lesiones podales según el tipo de patología

Tabla 5.

Prevalencia de LP según tipo de patología diagnosticada durante el periodo 2013 a 2021.

Origen de lesión	Patología	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Promedio Anual
No infeccioso	Enfermedad de línea blanca	4.7%	12.9 %	13.9%	14.5%	15.7%	7.4%	8.5%	5.9%	3.7%	9.7%
	Úlcera de talón	5.3%	9.5%	6.7%	9.0%	10.7%	3.2%	1.2%	1.7%	1.3%	5.4%
	Hemorragia de suela	3.8%	4.4%	6.5%	1.9%	2.9%	2.5%	3.8%	7.3%	1.8%	3.9%
	Úlcera de suela	1.0%	3.3%	3.0%	4.2%	4.1%	2.0%	3.5%	1.0%	1.5%	2.6%
	Fisura Axial	1.8%	2.4%	3.3%	2.1%	2.5%	1.6%	2.4%	2.6%	1.8%	2.3%
	Úlcera de punta	1.2%	1.5%	0.9%	0.9%	3.0%	2.3%	2.1%	0.9%	1.5%	1.6%
	Suela débil	0.4%	0.2%	1.1%	0.7%	2.0%	0.7%	0.2%	0.2%	0.2%	0.6%
Infeccioso	Dermatitis digital	1.2%	1.8%	1.9%	3.2%	7.3%	5.4%	3.1%	2.3%	0.5%	3.0%
	Erosión de talón	4.2%	5.1%	5.0%	2.8%	1.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	2.1%
	Flemón	0.4%	1.8%	0.7%	2.5%	5.0%	2.2%	0.7%	1.6%	0.8%	1.7%
	Dermatitis interdigital	0.2%	0.7%	0.6%	1.1%	1.2%	1.1%	0.7%	0.9%	1.3%	0.9%

4.1.3. Prevalencia de LP, según número de lactancia

La Figura 33 muestra la prevalencia promedio de lesiones podales por año evaluado según el número de lactancia (1, 2, 3 y 4 a más). Se puede observar que, a mayor número de lactancia, la prevalencia de LP incrementa.

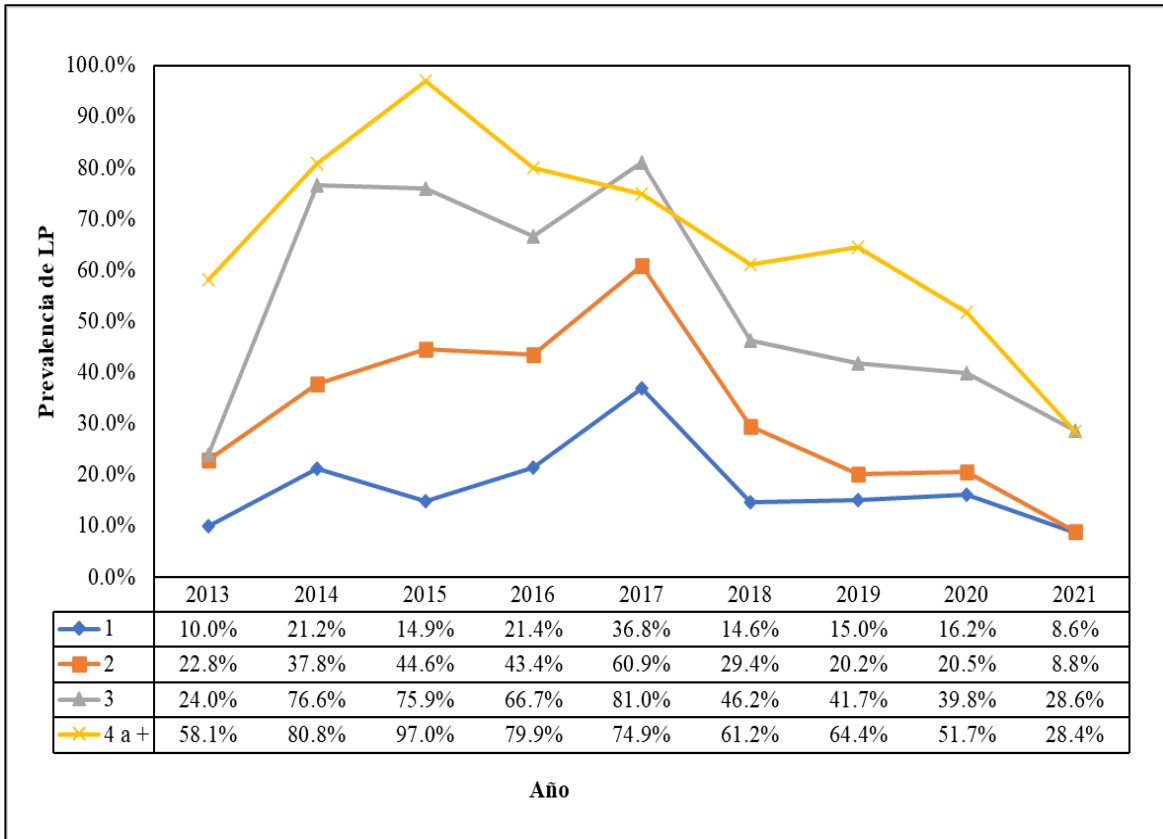


Figura 33. Prevalencia de lesiones podales durante el periodo 2013-2021, según número de

4.1.4. Prevalencia de LP, según época del año

La Figura 34 muestra la prevalencia promedio de lesiones podales por año evaluado según la época del año (calor y frío). Se puede observar que, en la época de calor (meses de noviembre a abril) se presenta mayor prevalencia de LP comparado a la época de frío (meses de mayo a octubre).

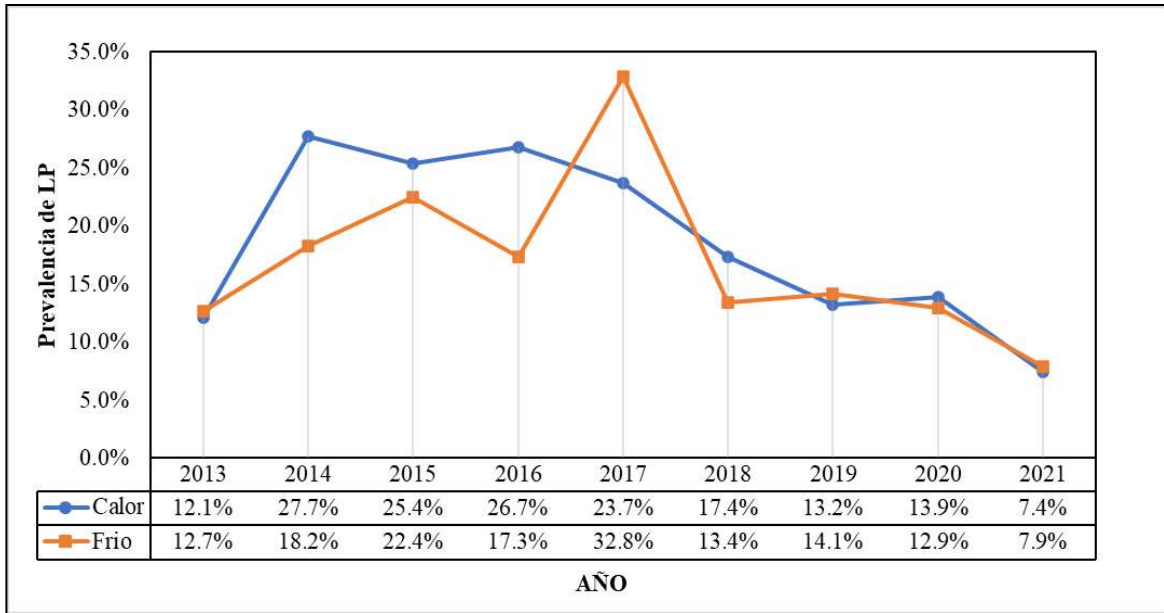


Figura 34. Prevalencia de lesiones podales durante el periodo 2013-2021, según época del

4.2. Lesiones podales y producción de leche

La Tabla 6 muestra la producción de leche ajustada a 305 días obtenida para vacas con o sin lesión podal. La diferencia fue de sólo 44 kg de leche, siendo un valor sin significancia estadística. Por otro lado, la Tabla 7 muestra la producción de leche ajustada a 305 días, según la época del parto, número de lactancia y año evaluado para vacas que presentaron

Tabla 6.

Producción de leche para vacas con y sin lesión durante el periodo

kg de leche a 305 días		Diferencia	
Vacas sin LP	Vacas con LP	kg de leche	%
11888.4174	11844.6	43.8	0.37

Tabla 7.

Producción de leche para vacas con y sin lesión según época del año, número de lactancia y año de parto.

Factores		kg de leche a 305 días		Diferencia		Significancia
		Sin lesión	Con lesión	kg de leche	%	
Época del año	Calor	11835.0	11767.0	68.0	0.6%	N.S
	Frío	11941.0	11921.0	20.0	0.2%	
	1	10771.0	10788.0	-17.0	-0.2%	
Número de	2	12139.0	12078.0	61.0	0.5%	N.
	3	12402.0	12511.0	-109.0	-0.9%	
	4 a más	12240.0	12000.0	240.0	2.0%	
Año de parto	2012					
	2013	11145.0	11487.0	-342.0	-3.1%	
	2014	11877.0	12078.0	-201.0	-1.7%	
	2015	12036.0	11694.0	342.0	2.8%	
	2016	12368.0	12246.0	122.0	1.0%	
	2017	12856.0	12757.0	99.0	0.8%	
	2018	12770.0	12786.0	-16.0	-0.1%	
2019	12857.0	12568.0	289.0	2.2%		
lactancia		10342.0	10290.0	52.0	0.5%	

N.S: diferencias no significativas.

El año del parto, el número de lactancia y la época del parto tuvieron efecto significativo sobre la producción de leche a 305 días. Sin embargo, al evaluar la producción de leche para vacas que presentaron o no lesiones podales, considerando cada factor, no se encontró diferencias significativas.

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1. Prevalencia global de lesiones podales

Para el establo evaluado, la prevalencia global acumulada por año estuvo dentro del rango de 5 y 30 % reportado a nivel mundial, con una tendencia a incrementar del 2013 a 2017 (de 24.7 a 56.5 %) y disminuyendo a 15.3 % en el 2021. Estos valores fueron superiores a lo obtenido en otros países como Canadá, Argentina, Cuba y Colombia, con prevalencias de lesiones podales del 17.6, 13, 14.6 y 10.5 %, respectivamente (Solano et al. 2015; Labrada et al. 2020; Arrieta et al. 2021). Por otro lado, se han reportado prevalencias mayores a lo obtenido en este estudio en Brasil, Chile y Uruguay con 30, 32 y 50 %, respectivamente (Labrada et al. 2020).

La prevalencia de lesiones podales tiene causas multifactoriales, las prácticas alimenticias, el clima, la genética, longevidad, comportamiento del animal y del ser humano son factores que toman mayor importancia a mayor intensificación del sistema de producción (Tadich, 2008). Por ello las tendencias anuales están ligadas a factores como clima y ambiente. Por otro lado, diferentes formas de recolección de información, cálculo y expresión de las prevalencias pueden contribuir a la variabilidad (Solano et al. 2015).

En la Figura 31 se puede observar picos en la prevalencia de lesiones podales durante el periodo evaluado, es decir, hubo meses en los cuáles se reportó mayor número de casos de lesiones, debido a cambios en las prácticas de manejo del establo evaluado. En el año 2013 el establo comienza a realizar los recortes funcionales con una empresa especializada dos veces al año (junio y diciembre), se estableció el uso de raciones totalmente mezcladas, se incrementó el número de raciones al día usando ensilado de maíz chala y se comenzó a usar un sistema de enfriamiento para las vacas, con el objetivo de incrementar el rendimiento productivo, logrando pasar de 11 256 a 11 991 kg de leche por campaña a 305 días, del 2013 al 2015, respectivamente (Hidalgo et al. 2021). Sin embargo, estas mejoras trajeron como consecuencia un incremento en los casos de lesiones podales reportando una prevalencia del 11 % a mitad del año 2015 y un acumulado para ese año del 47.8 %.

Confalonieri et al. (2008) explica que las vacas con mayor producción son más propensas a padecer estas afecciones debido a que se reduce la rusticidad. Para lograr altos volúmenes de producción de leche, es necesario incrementar el consumo de carbohidratos de fácil fermentación, disminuyendo el pH ruminal ocasionando acidosis. Un factor importante para prevenir la acidosis es la producción de saliva, el ensilado es húmedo por lo que requiere de menos saliva para su ingestión, los cambios en la humedad del ensilado también pueden contribuir al riesgo de acidosis ruminal y posteriormente a lesiones podales (Olson, 1996). En el establo Granados, la medición de la materia seca de los forrajes se comenzó a realizar en el año 2015, por lo que antes pudo haber problemas con el contenido de humedad del ensilado, al no realizar el ajuste necesario. Por otro lado, el sistema de enfriamiento es un factor de importancia para la presentación de lesiones podales debido a la humedad. Según lo explican autores como Cardona & Cano (2003) y Solano-López et al. (2018), la humedad es uno de los principales factores causantes de lesiones podales, ablanda los tejidos causando mayor desgaste de la pezuña y debilitación de la suela. Asimismo, junto a temperaturas elevadas, disminuyen la resistencia mecánica de la pezuña, ocasionando mayor desgaste, favoreciendo el ingreso de patógenos.

En Julio del 2017, se registró una prevalencia del 10.8 % y 56.5 % como acumulado total del año. Estos valores están relacionados a una mayor producción de leche durante ese año (12 826 kg de leche por campaña a 305 días). Otra causa del incremento de casos de lesiones podales puede ser la ocurrencia del Fenómeno del Niño Costero, que ocasionó el incremento de la temperatura y humedad del aire en toda la costa peruana, como consecuencia las vacas presentaron estrés calórico, pasaron más tiempo en las duchas (sistema de enfriamiento) y bajó el consumo de materia seca, elevando la prevalencia de lesiones podales en este año.

En los últimos años, se observa una disminución en los casos de lesiones podales debido al establecimiento de una rutina constante de recorte funcional, se realiza ajuste de raciones en función de la materia seca del forraje, raciones formuladas considerando suplementos minerales, aplicación de tratamientos preventivos como el uso de pediluvios. En los años 2020 y 2021, las producciones de leche disminuyen, debido a la pandemia por Covid 19. Esta pandemia ocasionó grandes pérdidas en el sector pecuario, ya que hubo escasez de forraje, alza en los precios de insumos alimenticios, incremento en los costos de producción, impactando de forma negativa en la producción de leche.

Es importante mencionar que prevalencias mayores al 15 % deben indicar a los responsables que se deben identificar las causas principales para plantear acciones correctivas (Booth et al. 2004).

5.1.1. Lesiones podales según su origen

Según el origen de las LP, durante el periodo evaluado predominaron las de origen no infeccioso. En el 2013 se registró una prevalencia del 19.7 %, luego incrementó hasta 44.6 % en el 2017 y disminuyó a 12.8 % en el 2021. Dentro de las patologías diagnosticadas en este grupo, se estimaron prevalencias promedio anual de 9.7 % de la Enfermedad de la Línea Blanca (W), seguida de 5.4 % Úlcera de talón (S), 3.9 % Hemorragia de suela (H), 2.6 % Úlcera de suela (U), 2.3 % Fisura Axial (X), 1.6 % Úlcera de punta (T) y 0.6 % Suela débil (Z).

En Estados Unidos, las prevalencias para U, Z, W y S fueron mayores a lo obtenido en este estudio, con valores del 16, 13, 10 y 8 % (Sanders et al. 2009) afirmando que la mayor prevalencia fue en verano y para vacas de más lactancias. Cáceres (2017), en establos de la Cuenca Lechera de Lima obtuvo una frecuencia de 8,62% de animales con úlcera de suela.

A diferencia de lo obtenido en esta investigación, Costa (2018) reportó 47.1% de lesiones origen infeccioso y 52.9 % de origen no infeccioso. Estas diferencias en las prevalencias de estas patologías se deben a factores relacionados con la gestión del establo que incluyen el bienestar animal, el suelo, la higiene, el flujo de animales y la nutrición. Posiblemente el mayor consumo de granos y estrés por calor fueron factores determinantes para el mayor número de casos de este tipo de lesiones. De las lesiones de origen no infeccioso observadas en esta investigación, a excepción de la suela débil, están asociados a la laminitis y a enfermedades metabólicas como la acidosis ruminal (Alvergnas et al., 2019). La laminitis afecta las estructuras del aparato suspensor y almohadillas digitales que predisponen al desarrollo de la enfermedad de la línea blanca, úlceras, erosión de talón y doble suela (Greenough et al., 2014; González & de Prado, 2018).

Para Mülling et al. (2015), entre los factores de riesgo que ocasionan este tipo de lesiones se mencionan la época del año, la etapa y número de lactancia, la genética y la edad. Para vacas de primer parto se han reportado prevalencias del 8.8 % de W, incrementado a 16.1 % para

vacas de segundo parto. (Charfeddine & Pérez-Cabal., 2017). Se ha reportado que los problemas de U, S y W son de mayor prevalencia entre el segundo y tercer mes de lactancia (Sanders et al., 2009).

Respecto a las lesiones de origen infeccioso, se reportó menores prevalencias, pasando de 6 a 2 % entre el 2013 y 2021. Las patologías diagnosticadas fueron Dermatitis digital (D), Erosión del talón (E), Flemón (F) y Dermatitis interdigital (I), con prevalencias promedios al año de 3.0, 2.1, 1.7 y 0.9 %. Este tipo de patologías se ven afectadas principalmente por el suelo, la cama, el tipo de superficie de cama y la limpieza, ya que son causadas por bacterias, virus y hongos (Alvergnas et al., 2019).

Los valores obtenidos en este estudio son mayores a lo obtenido por Confalonieri et al. 2008 con 0.81 y 0.69 % de prevalencia de I y D, respectivamente. En Brasil, Costa (2018) indicó como principales lesiones la úlcera de suela, dermatitis digital, suela fina y dermatitis interdigital con 31.6, 30.3, 12 y 11.2 %, respectivamente. Jourdan & Rivera (2019) diagnosticaron como lesiones más frecuentes a la Erosión de talones (22 %), Separación de línea blanca con 13% y Dermatitis interdigital con 10%. En la Cuenca Lechera de Lima, Orrego (2018) reportó 4.05 % de vacas con Dermatitis digital. Siendo uno de los problemas infecciosos más comunes en el ganado lechero.

Cabe indicar que la mayor prevalencia de lesiones se registró en verano, por ello las vacas tuvieron más tiempo en desplazamiento hacia la sala de enfriamiento, además de permanecer más tiempo de pie, ocasionado debilidad de la suela, factor que contribuye al desarrollo de otras lesiones (Sanders et al., 2009). Según González & de Prado (2018), ya sea al pastoreo o en grandes instalaciones intensivas, las vacas que caminan largas distancias tienen mayor desgaste del tejido córneo, ocasionando suelas delgadas. Para Rutter (2009) la laminitis aguda es causa sólo del 2% de lesiones, ya que el tejido córneo de mala calidad permite el ingreso de cuerpos extraños y esta calidad de tejido depende directamente de la alimentación. Por otro lado, este autor también indica que la alimentación influye en la producción de heces líquidas que favorecen el desarrollo de bacterias influyendo en el medio que puede originar problemas de dermatitis digital e interdigital, así como flemones coronarios.

Según la evolución de las prevalencias de lesiones podales, se puede evidenciar la disminución de casos en los últimos años. Esto se debe a prácticas de manejo que cambiaron

en el establo y favorecieron la salud podal. Se puede mencionar entre estas la mejora en el uso de pediluvios, primero se utilizaron pediluvios a base de sulfato de cobre, luego se adicionó formol (3 % de sulfato de cobre y 2 % de formol). En el año 2018 se realizó por primera vez una limpieza general de los corrales, la cual consistió en el retiro completo de estiércol y se comenzó a alternar el uso de pediluvio con peróxido de hidrógeno y ácido peracético. Todo esto contribuyó a la disminución de las prevalencias de las lesiones podales.

5.1.2. Lesiones podales según número de lactancia

Los resultados obtenidos indican que la prevalencia de lesiones podales aumentó con el número de lactancia. Durante todo el periodo evaluado, las vacas de primera lactancia en promedio tuvieron una prevalencia del 17.6% de LP, mientras que las vacas de segunda, tercera y cuarta a más lactancias registraron prevalencias del 32, 53.4 y 65.5 %, respectivamente. La misma tendencia, pero con valores inferiores, fue reportada por autores como Sanders et al. (2009) donde a mayor paridad se asoció con mayores tasas de incidencia para lesiones podales, siendo las tasas de incidencia por cada 1000 vacas/día de 1.09, 1.17 y 1.90 % para vacas de primera, segunda y tercera lactancia.

Por otro lado, resultados similares a este estudio fue reportado Espejo et al. (2006), la prevalencia de cojera en vacas de primera lactancia fue de 12.8 % e incrementó en 8 % por lactancia. Solano et al. (2015) en Canadá, quienes obtuvieron prevalencias de <14 y <18 % en vacas de primer y segundo parto, respectivamente, un aumento del 10% para vacas de segundo a tercer parto, mientras que las vacas de cuatro o más partos tuvieron una prevalencia de cojera $\geq 32\%$. Charfeddine & Pérez-Cabal (2017), en España, quienes reportaron incidencias anuales de 34.9 % en total para vacas de primera lactancia y 54 % para vacas de segunda a más lactancias. En Brasil, Costa (2018) también reportó mayor concentración de lesiones en vacas de 4 a 6 años comparado a vacas de menor edad. Por su parte, Arrieta et al. (2021), también obtuvieron una asociación entre el número de lactancia y una mayor prevalencia de enfermedades podales, para vacas de 1°, 2°, 3°, 4°, 5° y 6° parto, las prevalencias fueron 0.88, 1.47, 5.76, 7.11, 7.80 y 25.4 %; respectivamente.

Se puede inferir que, vacas con más números de parto son más susceptibles a presentar enfermedades podales, esto puede deberse al crecimiento excesivo de pezuñas en vacas de mayor edad si no hay un programa de recorte funcional (Glicker & Kendrick, 1977). De

acuerdo con a mayor edad, existe una disminución en el grosor de la almohadilla incrementando el riesgo de sufrir lesiones podales (Bicalho et al., 2009), además, las vacas de mayor edad tienen mayor predisposición a recaer en lesiones porque han estado expuestas durante más tiempo al ambiente intensivo que las vacas más jóvenes (Sarjokari et al., 2013).

Otra explicación, según Jourdan & Rivera (2019), es que las lesiones podales se incrementaban hasta la tercera lactancia cuando la vaca obtenía los mayores niveles de producción y hay mayor exigencia a nivel metabólico ocasionando un efecto negativo en la salud de las vacas. Asimismo, se dice que vacas de diez años tienen cuatro veces más probabilidades de desarrollar lesiones que las vacas de tres años (Costa, 2018).

5.1.3. Lesiones podales según época del año

Durante el periodo evaluado, en la época calurosa se reportó un 18.6% de LP, mientras que en la época de frío se registró una prevalencia del 16.9% en promedio. Resultados similares fueron reportados por Sanders et al. (2009), quienes obtuvieron mayor tasa de incidencia de lesiones podales en verano que en invierno (2.37 comparado a 0.75 x cada 1000 vacas/día). En sistemas intensivos esto puede deberse a la humedad originada en los sistemas de enfriamiento utilizada, así como el estrés calórico por alta temperatura y humedad. En el establo evaluado, durante la época de verano se incrementa el recorrido de las vacas desde el corral a la sala de enfriamiento a 3 veces/día y se mantienen por 45 minutos. Esto ocasiona mayor desplazamiento, ya que son adicionales a los realizados para el ordeño y mayor tiempo de pie a altas temperaturas debilitan la pezuña incrementando el riesgo de lesiones podales. Por otro lado, en épocas de calor, disminuye el consumo de materia seca, principalmente el procedente de la fibra, causando acidosis ruminal que conlleva posteriormente a casos de laminitis y mayor predisposición a lesiones podales (Tadich, 2008).

En Brasil, Silva et al. (2018) durante la época seca obtuvo mayor frecuencia de dermatitis digital con valores del 24.6 a 28.3 % del 2011 al 2016, respectivamente. Mientras que, en la época lluviosa varió de 3.9 a 11 % en el mismo periodo. De acuerdo con los autores, esto pudo deberse al tipo de dieta que reciben los animales en la época seca, con mayor contenido de carbohidratos, favoreciendo la acidosis ruminal, vasoconstricción de la región digital y mayor proliferación bacteriana.

5.2. Lesiones podales y producción de leche

Según lo evaluado en este trabajo, no se encontraron diferencias significativas para la producción de leche de vacas que presentaron o no lesiones podales. La diferencia fue sólo de 43.8 kg de leche por campaña a 305 días que sólo equivale al 0.37 % de lo que produjeron las vacas sin lesión podal. Este valor es inferior a lo reportado por Becerra y Soria (2011) en Uruguay con 410 litros (7.7 %) obtenido al comparar vacas con afecciones podales y vacas sanas.

La mínima diferencia obtenida en este trabajo puede deberse a que sólo se consideró la prevalencia, es decir, si la vaca presentó o no la lesión, siendo necesario considerar el grado de la lesión (grave o leve). Según lo indicado por Castillo en un sistema intensivo, vacas con cojeras en grado 2, 3, 4 y 5 pueden dejar de producir hasta 2, 4, 9 y 15 % de la producción de leche (Contexto Ganadero, 2023).

Para este trabajo no se contó con información sobre el grado de cojera presentado por los animales, por lo que no es concluyente la diferencia en la producción de leche obtenida. Posiblemente las vacas padecieron de lesiones podales de grado muy leve o existió baja frecuencia de lesiones graves, lo que no afectó la producción de leche en mayor magnitud.

En España por Charfeddine & Pérez-Cabal (2017), quienes obtuvieron una reducción de 0.65 kg de leche por día para vacas de dos a más lactancias con casos leves, para los casos graves no encontraron diferencias significativas debido a la baja frecuencia de casos graves.

En Argentina, Confalonieri et al. (2008) indicó que al evaluar vacas que se encontraban en la segunda parte de su lactancia (4 meses o más), encontró diferencias estadísticas en la producción de leche entre animales con patologías podales y sanas. Un resultado similar es mencionado por Sánchez (2019), quien indica que las vacas pueden dejar de producir entre el 20 – 25% o 2,8 litros de leche al día en los primeros 4 meses de lactancia. Para este trabajo se comparó las lactancias promedio y no las producciones mensuales o por etapa de lactación. Tadich et al. (2008) indica que muchas veces se compara el promedio de la lactancia y no la curva de producción en el tiempo, por lo que la diferencia en producción de leche también puede estar influenciada por la metodología aplicada.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Después de realizar esta investigación, bajo las condiciones del establo evaluado, se puede concluir lo siguiente.

- La prevalencia global de las lesiones podales fue de 35.5 % en promedio durante el periodo 2013 a 2021, pasando de 24.7 % en el año 2013, una mayor prevalencia en el año 2017 (56.5 %) y el valor más bajo registrado en el año 2021 con 15.3%.
- Según el origen de las LP, se registró en promedio, una prevalencia de 29.2 y 7.6 % de lesiones de origen no infeccioso e infeccioso. Dentro de las lesiones de origen no infeccioso, predominó la enfermedad de la línea blanca, seguida de la Úlcera de talón, Hemorragia de suela, Úlcera de suela, Fisura Axial, Úlcera de punta y Suela débil con prevalencias promedio anuales del 9.7, 5.4, 3.9, 2.6, 2.3, 1.6 y 0.6 %, respectivamente. Dentro de las lesiones de origen infeccioso predominó la Dermatitis digital seguida de la Erosión de talón, Flemón y Dermatitis interdigital con prevalencias promedio anuales de 3.0, 2.1, 1.7 y 0.9 %, respectivamente.
- La prevalencia de LP estuvo influenciada por el número de lactancia. Las vacas de primera lactancia en promedio tuvieron una prevalencia del 17.6% de LP, mientras que las vacas de segunda, tercera y cuarta a más lactancias registraron prevalencias del 32, 53.4 y 65.5 %.
- La prevalencia de lesiones podales estuvo influenciada por la época del año. La mayor prevalencia se registró en la época de calor. Durante el periodo evaluado, se registró prevalencias del 18.6 y 16.9 % para la época de calor y frío, respectivamente.
- Las LP no tuvieron efecto significativo sobre la producción de leche. Las vacas que presentaron lesión produjeron en promedio 43.8 kg menos de leche por campaña a 305 días que sólo equivale al 0.37 % de lo que produjeron las vacas sin lesión podal.

6.2. Recomendaciones

- Los productores de leche deben tomar conciencia de la importancia de realizar recortes funcionales para identificar las lesiones a tiempo y tomar las medidas correctivas.
- Aplicar prácticas de manejo adecuado para evitar el exceso de humedad y suelas débiles que incrementan el riesgo de lesiones podales. Entre estas prácticas están el uso de pediluvios evaluando los productos a utilizar según las patologías predominantes, realizar la limpieza constante de los corrales para evitar la acumulación de estiércol, evaluar y ajustar las raciones para evitar acidosis ruminal, disminuir el impacto del estrés por calor y mejorar las instalaciones para evitar pisos
- Continuar con las investigaciones sobre los problemas podales y su impacto económico. También se sugiere comparar la producción de leche por etapas de lactancia y evaluar las lesiones podales considerando el grado de score de locomoción.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. *Livestock Science*, 222, 54-64. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.011>
- Arrieta, L. M., Cruz, J. M., & González-Herrera, L. G. (2021). Enfermedad podal en bovinos: Prevalencia y asociación con algunas variables. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 68(1), Article 1. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v68n1.97257>
- Becerra, M., & Soria, V. (2011). *Repercusión de las patologías podales en la producción lechera y la reproducción en un tambo comercial* (tesis de grado). Universidad de la República, Uruguay.
- Becker, C. (2020). *Impacts of Lameness – Part 2: Strategies for Identifying Lamé Cows*. Recuperado de <https://extension.psu.edu/impacts-of-lameness-part-2-strategies-for-identifying-lame-cows>
- Bellet, R. (2021). Anatomía, Fisiología y Biomecánica de la pezuña bovina. *RumiNews*, 68-75. Recuperado de <https://rumiantes.com/anatomia-fisiologia-y-biomecanica-de-la-pezuña-bovina/>
- Bergsten, C. (2003). Causes, Risk Factors, and Prevention of Laminitis and Related Claw Lesions. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 44(1), S157. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-44-S1-S157>
- Bicalho, R. C., Machado, V. S., Caixeta, L.S. (2009). Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion, *Journal of Dairy Science*, 92(7),3175-3184. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1827>.

- Borrero, D. F. (2007). *Cuando su negocio cojea*. Engormix. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/cuando-negocio-cojea-t27233.htm>
- Booth C., Warnick L., Gröhn T., Aizon D, Guard C., Janssen D. (2004). Effect of lameness on culling in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 12:4115-4122
- Cáceres, O. H. S. (2017). *Frecuencia de úlcera de suela en ganado bovino sometido a recorte funcional en establos de la Cuenca lechera de Lima* (tesis de pregrado). Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.
- Cadavid, J. D. (2020). Las cojeras: enemigo “invisible” de la productividad y competitividad ganadera. *Revista Genética Bovina Colombiana*. Recuperado de <https://revistageneticabovina.com/sanidad-animal/cojeras/>
- Cardona, J., & Cano, N. (2003). Alteraciones digitales en el ganado bovino del trópico bajo. *Revista MVZ Córdoba*, 8(1),249-253.
- Charfeddine, N., & Pérez-Cabal, M. A. (2017). Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity, and their economic impact in Spanish Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 100(1), 653-665. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11434>
- Chuisaca, R. S. (2011). Principales problemas podales en bovinos que afectan a la producción lechera (trabajo de grado). Universidad de la Cuenca, Ecuador.
- Confalonieri, O., 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. *Analecta Veterinaria*, 28, n.º 2. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/11221>
- Contexto Ganadero. (2023). Esta es la cantidad de leche que usted pierde debido a las cojeras. Recuperado de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/esta-es-la-cantidad-de-leche-que-usted-pierde-debido-las-cojeras>

- Costa, R. (2018). *Prevalência e distribuição de lesões podais em vacas leiteiras criadas em free stall* (tesis de posgrado). Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.
- Dolecheck, K. A., Dwyer, R. M., Overton, M. W., & Bewley, J. M. (2018). A survey of United States dairy hoof care professionals on costs associated with treatment of foot disorders. *Journal of Dairy Science*, *101*(9), 8313-8326.
<https://doi.org/10.3168/jds.2018-14718>
- Espejo, L. A., Endres, M. I., Salfer, J. A. (2006). Prevalence of Lameness in High-Producing Holstein Cows Housed in Freestall Barns in Minnesota, *Journal of Dairy Science*, *89*(8), 3052-3058. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72579-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72579-6).
- Fajardo-Gutiérrez, A. (2017). Medición en epidemiología: prevalencia, incidencia, riesgo, medidas de impacto. *Rev Alerg Mex*, *64*(1), 109-120.
- Ferguson, J. (1995). La reproducción en hatos lecheros. *Revista Hoards*, 1138.
- Glicken, A., & Kendrick, J. W. (1977). Hoof overgrowth in Holstein—Friesian dairy cattle. *The Journal of Heredity*, *68*(6), 386-390.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a108865>
- González, A., & de Prado, A. (2018). *Cattle Lameness*. Recuperado de <https://www.wavegoodbyetopain.co.uk/foot-anatomy-and-biomechanics.html>
- Greenough, P. R., Schugel, L. M., Johnson, A. B. (2014). Problemas de patas en bovinos. USA: Zinpro Corporation.
- Heeg, A. (2013). *Attaining hoof health one step at a time*. Progressive dairy. Recuperado de <https://www.progressivedairy.com/topics/herd-health/attaining-hoof-health-one-step-at-a-time>

- Hepworth, K., Neary, M., & Kenyon, S. (2004). *Hoof Anatomy, Care and Management in Livestock*. Recuperado de <https://mdc.itap.purdue.edu/item.asp?itemID=16534>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Hidalgo Vasquez, Y. N., García Salas, M. E.C., Gutiérrez Reynoso, G. A., & Chagray Ameri, N. H. (2021). Tendencia genética y fenotípica de la producción de leche: casode un establo comercial del valle de Huaura, Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(1), e1892. https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1892
- Hovingh, E. (2016). *Lameness in Dairy Herds - Part 1: Defining and Monitoring the Situation*. Recuperado de <https://extension.psu.edu/lameness-in-dairy-herds-part-1-defining-and-monitoring-the-situation>
- Hulsen, J. (2007). *Señales Vacunas: Una guía práctica para el manejo de las vacas lecheras*. Canadá, EE. UU.
- Jourdan, J. N., & Rivera, G. A. (2019). *Estudio observacional de afecciones podales en untambo comercial del departamento de Colonia*. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/25749>
- Labrada Velázquez, A., Miranda Cabrera, I., Rosete Millar, A., González Díaz, A. (2020). Factores de riesgos asociados a la prevalencia de patologías podales en vacas Siboney de Cuba. *Revista de Salud Animal*, 42(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-570X2020000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Molinero, A., Trillo, Y., & Pineda, M. (2018). La importancia de realizar recorte funcional de pezuñas en vacas lecheras. *Vaca Pinta*, 17, 132-138.

Mülling, C., Döpfer, D., Edwards, T., Larson, C., Tomlinson, D., & Branine, M. (2015).

Cojeras en el Ganado Bovino: Identificación, prevención y control de lesiones de lapezuña. Zinpro Corporation.

- Murguía, A., & Castillo, G. (2012). Vida productiva de vaca lechera. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/vida-productiva-vaca-lechera-t29690.htm>
- Nesbitt, G. H., Amstutz, H., E., & Lewis, R. E. (1975). Lameness in cattle: a survey of 102 cases including history, clinical and radiographic findings, prognosis and treatment. *The Bovine Practitioner*, 1975(10), 39-49. <https://doi.org/10.21423/bovine-vol1975no10p39-49>
- Olson, J. D. (1996). *The Relationship between Nutrition and Management to Lameness in Dairy Cattle*. Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy, <https://hdl.handle.net/11299/118824.>,
- Orrego, J., Delgado, A., & Echevarría, L. (2003). Vida productiva y principales causas de descarte de vacas Holstein en la Cuenca de Lima. *Rev Inv Vet Perú*, 14 (1): 68-73
- Orrego-Villacorta Tejada, L. (2018). Factores de crianza para la presentación de dermatitis digital bovina. *Universidad Científica del Sur*. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/740>
- Philipot, J. M., Pluvinage, P., Cimarosti, I., Sulpice, P., & Bugnard, F. (1994). Risk factors of dairy cow lameness associated with housing conditions. *Veterinary Research*, 25(2-3), 244-248.
- RuralBan.com (2022). Zueco de madera (tacos) para ganado. Recuperado de <https://www.ruralban.com/manejos-diversos/casqueamento-e-ferrageamento/tamancos-de-madeira-pinus-para-bovinos-embalagem-com-10>
- Rutter, B. (2009). *Importancia del pie del bovino en el tambo*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27634>
- Rutter, B. (2015). Patologías podales infecciosas y no infecciosas en vacas lecheras. *Maskana*, 6, 119-129.

- Sánchez, R. (2019). ¿Qué hacer cuando el negocio de la lechería cojea? *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 3(2),205-225.
- Sanders, A. H., Shearer, J. K., & De Vries, A. (2009). Seasonal incidence of lameness and risk factors associated with thin soles, white line disease, ulcers, and sole punctures in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3165-3174. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1799>
- Sarjokari, K., Kaustell K.O., Hurme T., Kivinen T., Peltoniemi O.A.T, Saloniemi H., Rajala-Schultz P.J. (2013). Prevalence and risk factors for lameness in insulated free stall barns in Finland, *Livestock Science*, 156(1–3), 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.010>.
- Shearer, J., Van Amstel, S., & Gonzalez, A. (2005). *Manual de cuidado de las pezuñas en bovinos*. USA: Hoard's Dairyman.
- Silva, D. C., Queiroz, P. J. B., Caetano, D. B. S., Assis, B. M., Rabelo, R. E., Silva, L. A. F. (2018). Association between bovine digital dermatitis and annual periods of lower pluviometric precipitation in Central Brazil. *Trop Anim Health Prod* 50, 1631–1636. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1605-8>
- Solano, L., Barkema, H.W., Pajor, E. A., Mason, S., LeBlanc, S. J., Zaffino Heyerhoff, J. C., Nash, C. G. R., Haley, D. B., Vasseur, E., Pellerin, D., Rushen J., de Passillé A. M., Orsel, K. (2015). Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 6978-6991. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9652>
- Solano-López, M., Vargas-Leitón, B., Saborío-Montero, A., & Pichardo-Matamoros, D. (2018). Factores genéticos y ambientales que inciden en lesiones podales del ganado lechero en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 123. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i1>.

Sullivan, J. (2017). Three Steps to Zerolameness. Recuperado de <https://www.linkedin.com/pulse/three-steps-zero-lameness-jamie-sullivan/>

Tadich, N. (2008). Claudicaciones en la vaca lechera y su relación con el bienestar animal.

Revista electrónica de Veterinaria, 9(10B).

Van Nuffel, A., Zwertvaegher, I., Pluym, L., Van Weyenberg, S., Thorup, V. M., Pastell, M., Sonck, B., & Saeys, W. (2015). Lameness Detection in Dairy Cows: Part 1. How to Distinguish between Non-Lame and Lame Cows Based on Differences in Locomotion or Behavior. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, 5(3), 838-860. <https://doi.org/10.3390/ani5030387>

Velázquez, C. (2019). Causas de descarte en tres establos lecheros del Valle de Huaura, 2005

- 2010. *Rev. Tayacaja*, 2(1), 52-58

Zinpro Corp. (2019). Dairy Hoof Trimming Guide. Recuperado de <https://www.zinpro.com/dairy-cow-hoof-trimming-guide/?lang=es>

Zinpro Corp. (2020). Claw lesion identification in Dairy Cattle. Recuperado de https://www.zinpro.com/wp-content/uploads/2020/12/Claw-Lesion-Identification-in-Dairy-Cattle_INT-D40-08-30-07.pdf

Zinpro Corp. (2021). Locomotion scoring of Dairy Cattle. Recuperado de <https://www.zinpro.com/wp-content/uploads/2021/09/Zinpro-Lo-motion-Scoring-Poster.pdf>

