



Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

“FACTORES DE CRIANZA PARA LA PRESENTACIÓN DE  
DERMATITIS DIGITAL BOVINA”

Tesis para optar el título profesional de:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Presentado por:  
LUCÍA ORREGO-VILLACORTA TEJADA  
BACHILLER EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

LIMA – PERU

2018

## Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las 10:00 horas del 14 de Diciembre de 2018, en el Aula M 201 del Campus Villa I, bajo la presencia del jurado examinador nombrado por **Resolución Directoral Académica de Carrera N° 094-DACMVZ-DAFCVB-U. CIENTÍFICA-2018**, presidido por el M.V. Juan Raúl Zegarra Valencia, Mg. Jorge Luis Vilela Velarde, M.V.Z. Gino Montoya Arauco y la M.V. Milena Paola Montenegro Vega como Director – Observador. Se procedió en acto público a la sustentación de la tesis **"FACTORES DE CRIANZA PARA LA PRESENTACIÓN DE DERMATITIS DIGITAL BOVINA"**.

El presidente concedió el uso de la palabra a la Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia **Orrego - Villacorta Tejada Lucía**, para la sustentación de su tesis. Luego de la exposición, la bachiller absolvió las preguntas del Jurado y del público asistente.

El Jurado acordó otorgarle la nota de:

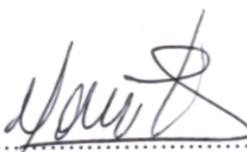
..... *DIECOCHO* ..... (18)

El presidente del Jurado dio por culminado el acto de sustentación y levantó la sesión a las 18:00hrs.

  
.....  
**M.V. Juan Raúl Zegarra Valencia**  
Presidente

  
.....  
**Mg. Jorge Luis Vilela Velarde**  
Miembro

  
.....  
**M.V.Z. Gino Montoya Arauco**  
Miembro

  
.....  
**M.V. Milena Paola Montenegro Vega**  
Director - Observador

023-2018

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>VI</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA - MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. ANATOMÍA DEL PIE BOVINO.....</b>	<b>2</b>
ESPECÍFICAMENTE EL DEDO BOVINO, ESTÁ CONFORMADO POR TRES TIPOS DE ESTRUCTURAS: CÓRNEO, CORIÓN Y HUESO (ALCIDES, 2009). .....	2
2.1.1. EPIDERMIS MODIFICADA .....	2
2.1.2. CORION.....	3
2.1.3. HUESOS .....	4
<b>2.2. CONFORMACIÓN NORMAL.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3. BIOMECÁNICA DEL DESPLAZAMIENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.4. PATOLOGÍAS PODEALES.....</b>	<b>5</b>
<b>2.5. DERMATITIS DIGITAL .....</b>	<b>5</b>
2.5.1. ETIOLOGÍA .....	6
2.5.2. EPIDEMIOLOGÍA.....	7
2.5.2.1. FACTORES CAUSALES.....	8
2.5.3. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DE LA LESIÓN .....	14
2.5.4. PATOGÉNESIS .....	15
2.5.5. PRESENTACIÓN DE LA ENFERMEDAD.....	15
2.5.6. PÉRDIDAS E IMPLICANCIAS.....	17
2.5.7. TRATAMIENTO Y CONTROL .....	18
2.5.7.1. TRATAMIENTO ANTIBIÓTICO TOPICAL.....	18
2.5.7.2. TRATAMIENTO SISTÉMICO .....	19
2.5.7.3. TRATAMIENTO NO-ANTIBIÓTICO AGENTES ANTIBACTERIANOS.....	20
2.5.8. CONTROL Y PREVENCIÓN.....	22
2.5.8.1. BIOSEGURIDAD EXTERNA PARA MANTENER LA ENFERMEDAD FUERA DE LA GRANJA .....	22
2.5.8.2. BIOSEGURIDAD INTERNA PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE INFECCIÓN .....	22
2.5.8.3. IDENTIFICACIÓN TEMPRANA, REGISTRO Y TRATAMIENTO DE CASOS CLÍNICOS, EN ASOCIACIÓN CON EL CUIDADO DEL CASCO .....	23
2.5.8.4. DESINFECCIÓN FRECUENTE PARA REDUCIR CASOS NUEVOS .....	24
2.5.8.5. DEFINIR Y MONITOREAR OBJETIVOS .....	25
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1. LOCALIZACIÓN Y AMBIENTE.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>26</b>
3.4.1. ANÁLISIS DE DATOS.....	26

3.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	29
VI. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	38
II. RECOMENDACIONES.....	39
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

Tabla 1 Etapas de dermatitis Digital Bovina.....	16
Tabla 2 Total de animales estudiados por establo .....	26
Tabla 3 Factores de crianza y breve descripción .....	28
Tabla 4 Factores de riesgo comparados entre establos, uso y desuso.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 5 Frecuencia de Dermatitis Digital Bovina.....	31
Tabla 6 Factor de crianza estimado para la dermatitis digital.....	33

## RESUMEN

A través de un estudio retrospectivo se realizó la revisión de registros de evaluación podológica de 469 animales durante el 2014 en tres establos de la cuenca lechera de Lima. El objetivo principal fue de establecer asociación estadística significativa ( $p < 0.05$ ) entre la presencia de dermatitis digital bovina y los factores de crianza, como: uso de colina protegida, uso de secuestrante de micotoxinas, práctica de recorte funcional, uso de pediluvios, número de partos, condición productiva y estado reproductivo. Asimismo, se evaluó la frecuencia de la enfermedad en estos tres establos.

Se encontraron 19 bovinos con dermatitis digital (frecuencia global promedio de 4.05%, IC al 95% (2.27% - 5.84%). La frecuencia más elevada fue encontrada en los grupos de vacas primíparas (7.48%) y vacas vacías (6.54%). Por otro lado, las lactantes presentaron un valor de (4.85%) comparándose con las vacas en seca, las cuales tuvieron un resultado de (1.02%).

Al evaluar factores de crianza de manera individual se encontró que vacas primíparas poseen el mayor riesgo asociado a la presentación de la enfermedad. Además, las vacas preñadas tuvieron menos chance de presentar la enfermedad comparadas con vacas vacías. Por otro lado, si bien los demás factores no tuvieron una asociación significativa con la presentación de dermatitis digital, se puede mencionar que al parecer el uso de colina protegida y de secuestrante de micotoxinas son factores que podrían prevenir la presentación de esta enfermedad (OR=0.656 para ambos).

**Palabras clave:** Factores de riesgo, Dermatitis digital, frecuencia, registros

## ABSTRACT

Through a retrospective study, the revision of podiatric registers for the evaluation of 469 animals was carried out during 2014 in three stables of the Lima dairy basin. The main objective was to establish a significant statistical association ( $p < 0.05$ ) between bovine digital dermatitis and the breeding factors, such as: use of protected choline, use of mycotoxin sequestrant, practice of functional trimming, use of footbaths, number of births, productive condition, reproductive status. Likewise, the frequency of the disease in these three stables was evaluated.

All evaluations were made in the early fall. We found 19 bovines with digital dermatitis (average global frequency of 4.05%, 95% CI (2.27% - 5.84%). The highest frequency was found in the groups of primiparous cows (7.48%) and empty cows (6.54%). On the other hand, infants had a value of (4.85%) compared to dry cows, which had a result of (1.02%).

When assessing breeding factors individually, it was found that primiparous cows have the highest risk associated with the presentation of the disease. Also, pregnant cows had less chance of presenting the disease compared to empty cows. On the other hand, although the other factors did not have a significant association with the presentation of digital dermatitis, it can be mentioned that the use of protected choline and mycotoxin sequestrant seems to be factors that could prevent the presentation of this disease (OR = 0.656 for both).

**Key words:** Risk factors, Digital dermatitis, frequency, records

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Ariel y Gabriela, por hacerme la persona que soy en la actualidad, por siempre alentarme a cumplir mis sueños, por su constante apoyo, por su amor y dedicación. Este logro es para ustedes.

A mis hermanas, por siempre estar conmigo en todo momento y por su inmenso amor y fuerza.

A mis amigas, Almendra, Alejandra y Luciana, por la amistad tan maravillosa que tenemos y por ser ustedes quienes me ayudaron a no darme por vencida. Gracias por motivarme siempre.

A mi directora, Milena, por su gran apoyo, orientación, amabilidad, paciencia y tiempo. Estaré eternamente agradecida con usted.

## I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades podales en bovinos son descritas como un conjunto de patologías de etiología multifactorial, las cuales afectan las pezuñas y miembros, causando o no claudicación, además de expresar otros signos clínicos. Asimismo, las enfermedades podales están consideradas como la tercera causa de pérdida económica en las producciones lecheras (Villaruel-Neri, *et al.*, 2010). Existen muchos factores de crianza importantes en ganadería, que predisponen a la aparición de estas enfermedades.

La atención científica y ganadera sobre las enfermedades podales se ha incrementado en los últimos años debido a las consecuencias económicas que causa. En un estudio realizado en Sudamérica se demostró que las afecciones podales fueron la tercera causa de pérdida económica en producciones lecheras (Hettich *et al.*, 2007).

En el Perú, no existen protocolos especializados en lo que respecta a manejo y tratamiento de enfermedades podales. No hay programas de capacitación para estas enfermedades, lo cual repercute en su diagnóstico y se comete el error de catalogarlas en no infecciosas (Pederas) e infecciosas en (Verruga Peluda) (Lizarzaburu, 2014).

Entre las enfermedades podales, una de característica infecciosa y bastante significativa es la dermatitis digital. El presente estudio busca generar evidencia a los ganaderos sobre la importancia de esta enfermedad y los factores de crianza que generan predisposición, para así evitar pérdidas económicas y lograr métodos preventivos y de control adecuados en el hato.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA - MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANATOMÍA DEL PIE BOVINO

El pie bovino se conforma por dos dedos y la pezuña, tanto la parte lateral y medial. Los dos dedos presentes asemejan al tercer y cuarto dedo del ser humano. La pezuña, involucra a la cápsula córnea y a los tejidos dentro de ella (tercera falange, parte distal de la segunda falange, el hueso sesamoideo distal, ligamentos articulares, bursa podotroclear y la inserción de diferentes tendones extensores y flexores pertenecientes a los dedos (Greenough, 1997).

La pezuña es un órgano epidérmico muy importante, ya que indica la salud de los animales pues refleja fisiológicamente el aporte correcto de nutrientes, vitaminas y minerales (Mulling *et al.*, 1999). Ésta se divide de la piel mediante la banda coronaria (zona del Perioplo), la cual es en condiciones normales, suave, desprovista de pelo y de color rosado (Berry, 1999).

Específicamente el dedo bovino, está conformado por tres tipos de estructuras: córneo, corión y hueso (Alcides, 2009).

#### 2.1.1. Epidermis modificada

Éste se compone por queratina cumpliendo la función de resguardar los tejidos sensibles internos del pie además de tolerar el peso del animal (Blowey, 1998). Como primera línea de defensa forma una resistencia ante diversos factores mecánicos (Hinterhofer *et al.*, 2005).

Es avascular, por ende, los queratinocitos dependen de suplemento sanguíneo del corion para el aporte suficiente de oxígeno y nutrientes (Alcides, 2009).

El casco de un bovino está formado por cinco partes que serán mencionadas a continuación: La muralla caracterizada por una superficie lisa y brillante, y contextura dura. Corresponde a la pared abaxial o externa y axial o interna del casco dependiendo de su posición relativa al espacio interdigital. Su formación

consiste en tejido córneo tubular reforzado. Presenta anillos de crecimiento, los cuales se ubican paralelos a la banda coronaria (Blowey, 2003).

La suela es producida por el corion papilar de la suela y constituida por el tejido córneo reforzado. Se adhiere a la pared por la línea alba (Greenough, 1997). Por otro lado, el talón con el bulbo se caracteriza por un tejido no completamente queratinizado, teniendo una textura blanda y suave (Gloobe, 1989).

La línea blanca se forma por la unión de la suela con la muralla y está constituida por una sustancia muy débil, por lo que puede ser penetrada por diversos objetos extraños (Blowey 1998).

El rodete coronario, es de coloración rosada y carece de pelo. Es en dónde se unen el casco y la piel y en dónde se desarrolla el tejido córneo de la pared.

Finalmente, el talón, actúa como amortiguador además de funcionar encargándose de evitar la estasis venosa (Blowey, 1998).

### 2.1.2. Corion

El corion o dermis altamente vascular subyace en la pared del casco y consiste en una matriz de característica densa de tejido conjuntivo resistente que contiene una pared de arterias, venas y capilares nerviosos sensoriales y vasomotores (Van amstel y Shearer, 2006).

Según, Galotta, (2008) este se divide en la siguientes cuatro partes:

- i. Corion perióplico: Ocupa un espacio restringido y está formado por papilas vascularizadas orientadas hacia el suelo.
- ii. Corion coronario: Ubicado por encima del corion laminar y debajo del corión perióplico.
- iii. Corion laminar: Une pared externa a corion y produce la mayor porción de la línea blanca.
- iv. Corion Solar: Produce el cuerno de la suela

### 2.1.3. Huesos

Existen diferentes huesos ubicados dentro de la cápsula córnea, la tercera falange, el sesamoideo distal y la articulación interfalángica distal. Además, existen dos tipos de tendones, los extensores, ubicados anteriores al pie y los flexores en la parte posterior (Romao, 2006).

## 2.2. CONFORMACIÓN NORMAL

La muralla es lisa y recta. No deben observarse grietas ni fisuras, las cuales generen discontinuidad con el rodete coronario y talones. Asimismo, el borde de la muralla debe aproximarse y el borde anterior debe ser recto sin presencia de concavidades o convexidades. El ángulo que ésta debe formar con el suelo debe oscilar entre 45° a 55° para miembros anteriores y posteriores respectivamente. Los talones se caracterizan por ser siempre firmes y secos. Finalmente, el espacio interdigital debe ser del mismo grosor del espacio que existe entre los extremos de la pezuña y el rodete coronario debe permanecer seco y sin aumento de volumen ni cambios en su coloración (Münzenmayer, 1997).

## 2.3. BIOMECÁNICA DEL DESPLAZAMIENTO

Las pezuñas bovinas tienen la función de proteger la última parte de las extremidades, del desgaste y del contacto con superficies, sustancias y/u objetos que pueda producir daño. Si hablamos del peso, la distribución de éste entre los cuatro miembros y sus pezuñas se ve influenciada por la conformación corporal de éstas. Generalmente, los miembros anteriores se ocupan del 60% del peso y los posteriores del 40% restante (Berry, 1999).

La articulación sinovial esferioidea es la que ensambla a los miembros posteriores con la pelvis creando una estructura esquelética de soporte muy estable. La distribución de peso en un animal parado sin movimiento se soporta,

en gran porcentaje, sobre las cuatro pezuñas de los miembros posteriores. No obstante, si éste se mueve se genera un cambio en la distribución. Shearer (1999), menciona que hay estudios que demuestran que estas variaciones en el peso se intensifican en la pezuña lateral dejando a la medial con un peso más uniforme.

Referente a los miembros anteriores la disposición anatómica y esquelética de la articulación del hombro es más elástica. La unión que éstos poseen es a través de tendones y músculos lo que genera que el impacto del peso posea mejor amortiguación que el de las patas traseras. Por ende, se concluye la explicación en que al haber menos impacto delante, las fuerzas biomecánicas son menores, por lo tanto, la presentación de problemas podales junto con claudicaciones posee mayor incidencia en las pezuñas traseras (Shearer, 1999).

## 2.4. PATOLOGÍAS PODALES

Las patologías podales bovinas son consecuencias de la interacción de diferentes factores. Entre estos destacan la alimentación, la alta producción, el área por animal, recorte funcional, suelos, número de partos, uso de pediluvios, entre otros. Este tipo de patologías está adquiriendo gran importancia hoy en día, ya que tienen grandes efectos en la producción (Confalonieri *et al.*, 2016).

## 2.5. DERMATITIS DIGITAL

Esta enfermedad es también conocida como dermatitis papilomatosa, verruga podal, dermatitis verrucosa, enfermedad de Mortellaro y correctamente llamada como dermatitis digital bovina (**DDB**). Fue descrita por primera vez en 1974 Italia (Rutter, 2003) y desde 1994 ésta viene creando epidemias en el norte de Europa y expandiéndose en el norte de América (Guard, 1999).

Constituye una de las principales enfermedades infecciosas multifactoriales que afectan la ganadería a nivel mundial, originando diversos cambios en la fisiología normal del animal, disminuyendo la productividad y deteriorando la fertilidad (Villarroel-Neri *et al.*, 2010).

### 2.5.1. Etiología

La DDB es una enfermedad multifactorial, multibacterial y multi-treponemal compleja, evidenciada por los diversos agentes bacterianos y filotipos treponemales que han sido identificados a través de pruebas laboratoriales complejas (Wilson-Welder *et al.*, 2015).

Evans *et al.*, (2008) establecieron los tres filotipos más comunes, *T. vincentii/T. medium-like*, *T. phagedenis-like* and *T. denticola/T. putidum-like*, agrupados según secuenciamientos de ADN ribosomal 16S.

Además, Nordoff *et al.*, (2008) realizaron un estudio para evaluar la prevalencia de estas bacterias en DDB y detectaron que los grupos *T. phagedenis-like*, *T. vincentii-like*, *T. denticola-like* estuvieron presentes en muestras patológicas en 100%, 83%, 80% respectivamente. Pringle, *et al.*, (2008) llevaron a cabo un estudio en donde el objetivo era obtener cultivos puros de espiroquetas de muestras obtenidas. Los resultados indicaron, mediante la técnica de PCR (reacción en cadena polimerasa), que eran de una especie, aún sin nombre, relacionada con el grupo de *T. phagedenis-like*.

Por otro lado, Krull *et al.*, (2014), demostraron que diferentes filotipos de *Treponema spp.* y otras bacterias anaeróbicas dominaban las lesiones en determinados estadios de presentación de la enfermedad. En el estadio temprano se encontró una mayor prevalencia de la familia Spirochaetaceae, Mycoplasmataceae, Moraxellaceae, y Porphyromonadaceae. Además, mediante las lesiones curaban, la diversidad bacteriana disminuyó considerablemente. Cabe recalcar que la familia Mycoplasmataceae resultó ser un componente sustancial ( $\geq 10\%$ ) de las lesiones de la etapa 3. Por tanto, con estos resultados se explica que la progresión de la lesión no está asociada directamente a la

infección y proliferación de un solo tipo de microorganismo, sino que es un trabajo en conjunto.

### 2.5.2. Epidemiología

Blowey *et al.*, (1994) describen esta enfermedad como altamente contagiosa. Rodríguez-Lainz *et al.*, (1999) mencionan que la introducción de nuevos animales en un establo parece ser particularmente una de las principales causas de dermatitis digital, aun así, no haya manifestación de signos clínicos.

La prevalencia de la dermatitis digital es bastante variable y generalmente sobreestimada. Rangos desde el 20% al 50% han sido reportados en diferentes países. Un punto a recalcar es que, a pesar del gran dolor que experimentan estas lesiones, las cojeras asociadas a esta enfermedad son inconsistentes y generalmente son menores a lo esperado (Van Amstel & Shearer, 2006).

El tipo de crianza, el medio ambiente, tamaño de rebaño, humedad, tipos de suelo, uso de pediluvios, reemplazo e introducción de animales y el recorte han sido identificados como causas predisponentes de Dermatitis Digital (Van Amstel & Shearer, 2006).

Van Amstel & Shearer (2006) mencionaron, además, que la prevalencia más alta de esta enfermedad se presenta generalmente en lactación temprana. La transición de seca a lactación representa uno de los cambios más estresantes en la vida del animal, ya que deben adaptarse a cambios fisiológicos, de vivienda y alimenticios. Asimismo, estos autores mencionan al post-parto como una causa predisponente por el grado de inmunosupresión que existe.

Existen posibles reservorios y modos de transmisión de DD que no se conocen con totalidad, pero se sabe que existe cierto grado de infección mediante fómites (Wells *et al.*, 1999). Otro factor importante, es el recorte. Si bien hay estudios en dónde se ha probado que realizar recorte disminuye la probabilidad de incidencia de Dermatitis Digital (Somers *et al.*, 2005), la limpieza de los utensilios entre cada animal debe ser obligatoria para evitar infecciones.

Como se mencionó, lamentablemente en el Perú no hay investigaciones sobre esta importante enfermedad. Sin embargo, en países cercanos como Chile, Venezuela, Brasil, Argentina, ésta ya ha sido descrita e investigada. Villaroel-Neri et al., (2010) describieron un brote de Dermatitis Digital en el estado de Zulia, Venezuela evaluando las lesiones clínicamente y realizando biopsias cutáneas para histopatología y raspado para identificar espiroquetas. Asimismo, en Argentina en un estudio con el objetivo de determinar la prevalencia de enfermedades podales en explotaciones lecheras y centros de engorde se calculó una prevalencia de dermatitis digital de 0.69% en los tambos y en centros de engorde de 0.13% ( $p < 0,05$ ) (Confalonieri et al., 2016).

#### 2.5.2.1. Factores causales

Existen diversos factores que comprometen a la aparición de diversas enfermedades podales. Se sabe que la presencia de dermatitis digital está relacionada directamente con alguno de éstos.

Diversos estudios epidemiológicos han contribuido con información importante a cerca de los factores causales de crianza, los cuales, influyen solos o en conjunto en la presentación de esta enfermedad podal (Somers et al., 2005), (Confalonieri et al., 2016).

Éstos serán discutidos a continuación.

##### A) Factores de crianza

- Colina protegida y secuestrante de micotoxinas

La colina o vitamina B4, es un componente esencial de la dieta de los mamíferos. Aunque la mayoría de los animales la sintetizan, deben de consumirla en la dieta, ya que la síntesis endógena no es suficiente para mantener la salud. Ésta posee tres funciones principales: (1) precursor de betaína, (2) precursor de acetilcolina, neurotransmisor en el sistema nervioso central y periférico y (3) componente de la fosfatidilcolina (lecitina), principal fosfolípido esencial para la absorción y transporte de lípidos (NRC, 2001).

Las vacas lecheras no poseen la capacidad de satisfacer sus requerimientos energéticos en el periodo de transición. La demanda en el cuerpo por energía aumenta al post-parto generando un balance energético negativo (BEN). Al generarse esta condición se lleva a cabo la utilización de cuerpos cetónicos para el requerimiento de glucosa (energía), afectándose el hígado. La acumulación de grasa en éste genera una condición de disfunción hepática, perjudicando la salud del animal. Estudios han demostrado que el mantenimiento de niveles bajos de grasa en el hígado puede impactar positivamente en la producción láctea, reproducción y prevención de otras enfermedades) (Overton y Waldron, 2004).

No obstante, las micotoxinas son metabolitos fúngicos tóxicos generados por hongos durante la fase de crecimiento. Éstos generan un daño severo en el organismo. Existen diferentes tipos de micotoxinas como ocratoxinas, aflatoxinas, fumonisinas, zearalenonas, entre otras (Butkeraitis et al, 2008). Éstas, poseen propiedades que dañan el hígado, generando que haya una reducción en la producción láctea además de reducir el apetito en el animal y afectar su condición corporal. Además, disminuyen la acción del sistema inmune, generando que haya una respuesta pobre al antibiótico y una disminución en la inmunidad celular, producción de citoquinas, interferones, factores como el complemento y algunos bactericidas del suero. Asimismo, existen otros órganos que se ven afectados, como riñones causando una insuficiencia renal, órganos reproductivos asociando el daño a abortos, sistema neurológico, entre otros (Yiannikouris and Jouany, 2002).

- Recorte funcional

El principio de esta actividad es corregir el tamaño de la pezuña, lograr un buen balance y evitar problemas podales (Ifenyieze, *et al.*, 2016). Se ha demostrado que al realizar el recorte funcional el desgaste del casco disminuye y la producción de este incrementa. Asimismo, corrige el crecimiento anormal del casco, previene problemas con los aplomos, evita alta carga de áreas localizadas de la suela, entre otras (Mulling et al., 2006).

Grandes periodos sin realizar este proceso se asocian con DD. Eso hace énfasis a la importancia del recorte regular dos veces al año en intervalos máximos de 7 meses (Somers et al., 2005).

Es importante recalcar que este procedimiento debe ser realizado por profesionales capaces de reconocer las lesiones y de tratarlas, de no ser así puede dañarse la anatomía normal de la pezuña. Asimismo, puede incrementarse el riesgo de contagio por una mala desinfección del instrumental (Sullivan et al., 2014).

- Tipos de suelo

La mayoría de establos intensivos en este país posee superficies de concreto. Cuando el piso es suave, se convierte en una superficie resbalosa generando que el animal tenga poco equilibrio y puedan causarse accidentes. Sin embargo, y de mayor importancia, es cuando éste es de aspecto rugoso, puesto que se ha asociado a altos niveles de problemas podales (Wells et al, 1999).

Asimismo, Wells *et al.*, (1999), mostró que el tipo de suelo de concreto ranurado dónde las vacas en lactación caminaban tuvo un mayor riesgo para desarrollar y predisponer la enfermedad (O.R.  $\pm$  2.7) en comparación con las que estuvieron en contacto con pisos de concreto liso o con listones (O.R.  $\pm$  1.8).

Se cree que los mecanismos a través de los cuales el tipo de suelo conduce a un aumento de la presentación de la enfermedad son debido a que se inducen propiedades abrasivas, deslizamientos y otros factores asociados directamente con la conformación del casco (Wells, *et al.*, 1999).

- Pediluvios

El uso de pediluvios es indispensable para el manejo de enfermedades podales. Estos contienen sustancias químicas que facilitan la remoción del material orgánico que se acumula junto con las sustancias irritantes entre el medio de las pezuñas. La eficacia de estas soluciones depende de la frecuencia de cambio,

dimensiones que tenga, ubicación y la higiene constante necesaria (Tomlinson *et al.*, 2014)

Si hablamos específicamente de la dermatitis digital, existen diversos estudios que evalúan el uso de pediluvios para el control, prevención y tratamiento de esta enfermedad (Potterton *et al.*, 2000- 2011).

En un ensayo de Bergsten (2006), un lado de una vaca (un frente y un pie trasero) se sometió a un baño para pies que contenía 7% de sulfato de cobre dos veces al día durante 56-113 días mientras que el otro lado no se trató. Se concluyó que los pies que caminaron a través del baño de pies tuvieron 10 veces menos posibilidades de tener DD al final de periodo de estudio y 2,5 veces más de experimentar una mejoría de las lesiones DD existentes.

Asimismo, Laven & Hunt, (2002) realizaron un estudio en donde se comprobó que el uso de formalina al 2.5% en pediluvios usados durante siete días fue igual de efectivo que la terapia de dos días con eritromicina reduciendo la severidad de la enfermedad. Así también, Holzhauer *et al.*, (2008) compararon pediluvios con 4% de formalina usados dos veces en el mismo día durante toda la semana con la misma sustancia solamente usada una vez cada dos semanas y lograron obtener y comprobar que el riesgo de contraer DD y/o permanecer infectado fue mayor en el protocolo en el cual se obviaba el pediluvio durante una semana.

Por último, si hablamos de otros químicos Silva *et al.*, (2005) evaluaron pediluvios con hipoclorito de sodio al 1% en donde la solución fue usada dos veces al día durante treinta días luego de debridar las lesiones de esta enfermedad. La solución fue cambiada luego de 120 pasadas. Este estudio demostró que el 73% (22/30) de animales se recuperó de las lesiones luego del tratamiento. La proporción de vacas que se recuperó fue significativamente mayor que el grupo de vacas que fue tratado con antibióticos sistémicos (oxitetraciclina).

## B) Factores asociados al animal

- Número de partos

Existen diferentes investigaciones que afirman que vacas primerizas poseen mayor riesgo a contraer DD (Read and Walker, 1998; Blowey *et al.*, 1994). Se piensa que la gran prevalencia de la enfermedad en este grupo se debe a los cambios drásticos en la nutrición, metabolismo y el ambiente luego del parto. Por lo contrario, en vacas con más de dos partos el riesgo disminuye pues se sabe que con el pasar del tiempo la inmunidad aumenta (Frankena *et al.*, 1991).

- Condición productiva

Se especula que las vacas en periodo de seca tienen menos riesgo de desarrollar dermatitis Digital en comparación con las vacas en lactación (Somers *et al.*, 2005).

Murray *et al.*, (2002) mencionan que las vacas en periodos de seca tienen menos posibilidades de contraer la enfermedad que las que están en periodos de lactación. La explicación a esta investigación se centra en que generalmente las vacas en seca poseen un menor gasto energético y metabolismo al de una vaca en lactación además de ser alimentadas con una proporción más alta de fibra en la dieta y por tanto, excretar heces más sólidas. Esto genera que tengan menos exposición a condiciones húmedas, las cuales dañan el pie bovino (Somers *et al.*, 2005).

En contraste, Holzhauer *et al.*, (2006), describieron que el periodo de mayor riesgo está en los animales que están en el pico de lactación, puesto que la dieta cambia y las heces se vuelven más líquidas y hay mayor cantidad de contaminación en las pezuñas.

- Raza

Existen un número de estudios que han encontrado diferencias entre las diferentes razas de bovinos que existen en referencia a la prevalencia de la Dermatitis digital. Éstos mencionan que la raza Holstein-Fresians y sus cruces

son más susceptibles que otras razas. Por ejemplo, Baker *et al.*, (2010) encontraron que granjas con otro tipo de raza tuvieron una prevalencia menor a laminitis. De acuerdo con esto Holzhauser *et al.*, (2006) demostraron también que razas puras y cruzadas de Holstein-Fresian tuvieron un riesgo más alto de contraer Dermatitis Digital en comparación con razas doble propósito. Asimismo, Rodríguez-Lainz *et al.*, (1999) realizaron un estudio en dónde animales cruzados (Holstein-Fresian x German Black-Pied) tuvieron una mayor prevalencia de DD que las razas puras de German Black-Pied en sistemas intensivos chilenos.

- Genética

El tema genético es bastante interesante, ya que los valores de heredabilidad genética encontrados para Dermatitis Digital en vacas productoras de leche (Holstein-Fresian) difieren considerablemente entre estudios. Van der Waaij *et al.*, (2005) calcularon una heredabilidad del 0.10 para Dermatitis digital en vacas lecheras holandesas Holstein-Fresian, valor mayor comparado con el valor calculado por Onyiro *et al.*, (2008), el cual fue de 0.029 para Dermatitis digital en vacas lecheras británicas Holstein-Fresian.

Onyiro *et al.*, (2008) menciona que esta diferencia entre valores se podría deber a los diversos modelos usados para estimar la heredabilidad o al tamaño de datos muestreado. Sin embargo, así haya variaciones en los estudios que se han realizado, el hecho de que se haya encontrado componente hereditario demuestra que hay posibilidades de criar selectivamente logrando una reducción a la susceptibilidad de DD (Palmer & O'connell, 2015).

- Sistema inmune

Scholey *et al.*, (2012) investigaron la variación en la susceptibilidad individual para DD desde una perspectiva genética, enfocándose en polimorfismo de un solo nucleótido (SNP) que difirieron entre los animales infectados o con historial y aquellos no afectados. El estudio encontró ocho SNP asociados al estado de infección causada por Dermatitis Digital, algunos de éstos podrían tener un rol importante en la patología de DD, como la proliferación de células de la piel y

respuestas inflamatorias. Asimismo, Scholey *et al.*, (2013) usando secuenciamiento de RNA para comparar expresiones genéticas de biopsias de tejido pertenecientes tanto a lesiones por DD como a muestras de animales sanos, encontraron la expresión alterada de varios genes pertenecientes a la respuesta inmune, por tanto se llegó la hipótesis de que estos cambios pueden facilitar la infección por DD, ya que afectaría una respuesta inmune normal de un animal.

### 2.5.3. Descripción macroscópica y microscópica de la lesión

Una lesión activa de esta enfermedad se caracteriza por ser húmeda, ulcerativa y erosiva a lo largo de la banda coronaria o el espacio interdigital (Read & Walker, 2015).

Asimismo, Rutter, (2003) describe esta lesión como una pérdida de tejido superficial, circular y alopecico. Menciona que al comienzo existe hiperemia y edematización de la piel, para luego perder el epitelio generándose una úlcera con superficie granulomatosa, la cual elimina un exudado maloliente.

Histológicamente, hay una pérdida de estrato córneo y/o granulomatoso, invasión de espiroquetas en el estrato espinoso, hiperplasia epidermal y una inflamación reactiva de la dermis con infiltración de neutrófilos, células plasmáticas, linfocitos y eosinófilos en la dermis (Read & Walker, 2015).

Además, Dopfer, *et al.*, (2011) mencionan que en previos estudios histológicos se revelaban signos de inflamación aguda supurativa de la epidermis con presencia de necrosis e hiperqueratosis. Asimismo, indican que se observó hiperqueratosis, numerosas mitosis dentro del estrato basal y micro abscesos entro de la epidermis acompañados por neutrófilos infiltrados y células mononucleares.

#### 2.5.4. Patogénesis

La colonización bacteriana treponemal al tejido huésped se caracteriza por ser secundaria a un evento primario para el desarrollo de la infección (Krull, *et al.*, 2014).

Dopfer *et al.*, (1997) clasificó las lesiones según cuatro estadíos. El estadio 1 se caracteriza por la presencia de espiroquetas penetrando profundamente el estrato espinoso de la piel en donde se da un infiltrado inflamatorio perivascular dominado por neutrófilos y monocitos. En el estadio 2 la respuesta inflamatoria es más pronunciada y se caracteriza por la presencia de células inflamatorias variadas (neutrófilos, eosinófilos y células plasmáticas). Al menos dos morfotipos de espiroquetas están presentes predominando siempre las espiroquetas delgadas y cortas sobre las largas.

Referente al estadio 3, éste se describe como un proceso de recuperación en donde puede haber todavía una lesión ulcerativa, pero hay mayor presencia de tejido de granulación. Finalmente, el estadio 4 es una respuesta crónica a la inflamación con el propósito de eliminar a las bacterias que están invadiendo el tejido mediante la descamación (Stamm & Trott, 2006).

#### 2.5.5. Presentación de la enfermedad

La presentación clínica de la DD está documentada en diferentes países del mundo, considerándose una de las más importantes causas de laminitis en bovinos.

Las lesiones generalmente ocurren en los miembros posteriores del animal por encima de la cresta interdigital plantar adyacente a los bulbos del talón. Ocasionalmente se pueden encontrar localizadas dentro de la hendidura interdigital. Las lesiones tempranas son inicialmente de un tamaño aproximado de 1 a 4 centímetros de diámetro, poseen una apariencia granular rojiza y son propensas a sangrar constantemente. Por otro lado, las maduras son más proliferativas teniendo un tamaño de 2 a 6 centímetros aproximadamente. Éstas se caracterizan por ser de un color grisáceo amarillento, estar rodeada por pelos

largos erectos y presentar proyecciones que varían entre 1 a 3 milímetros de largo y protruyen de la superficie afectada. Ambas superficies, tanto de lesiones tempranas como maduras eliminan un exudado seroso maloliente (Stamm & Trott, 2006).

Asimismo, En un estudio acerca del curso clínico de la enfermedad, Holzhauser, *et al.*, (2008) mencionaron que la DD generalmente ocurre en el lado plantar de los miembros posteriores, afectando la piel adyacente al espacio interdigital o a la unión cuerno-piel de los bulbos del talón. Cabe recalcar que ocasionalmente las lesiones se localizan junto a los espolones o bordeando la parte dorsal correspondiente a la hendidura interdigital.

Referente a los signos clínicos la cojera es el último signo que el animal expresa además de ser signo de diversas enfermedades. Comúnmente, se observa al animal elevando el miembro afectado del suelo, observándose una postura anormal (Tomlinson D, *et al.*, 2004)

Según Döpfer, (2012) existen 4 etapas de la enfermedad (**Tabla N°1**), las cuales ayudan a diferenciar el proceso agudo del crónico, son las siguientes:

**Tabla 1: Etapas de dermatitis Digital Bovina**

<u>M</u>	<u>Descripción de lesión</u>
<b>M0</b>	Se observa la piel digital de característica normal sin signos de Dermatitis Digital.
<b>M1</b>	Existe un defecto epitelial pequeño y circunscrito, de color rojo o gris. Su tamaño es menor a 2 cm de diámetro que precede a estadios agudos de DD.
<b>M2</b>	Presencia de alteración aguda de la piel digital, de tipo ulceroso o granulomatoso de diámetro mayor de 2 cm, comúnmente hallada a lo largo de la banda coronaria, además de localizarse muchas veces alrededor de los espolones y con posibles daños en la suela de la pezuña.
<b>M3</b>	Estadio en proceso de regeneración luego de 1 o 2 días de tratamiento topical, donde la lesión aguda está cubierta con un firme tejido regenerativo.

Continuación Tabla 1

<b>M4</b>	Presencia de lesiones crónicas tardías que pueden ser desqueratinizadas, proliferativas o ambas. Las proliferaciones pueden ser filamentosas, de tejido regenerativo o masas proliferativas.
<b>M4.1</b>	Miembro crónicamente afectado con el estadio M4 que a su vez presenta el estadio M1.
<b>M4.2</b>	Estadio en el que la lesión presenta tejido de granulación, fibrosis y deposición de colágeno en la zona primaria, además de presentar inflamación y exudado en la periferia de la lesión.

En conjunto, esta enfermedad se caracteriza por la erosión de las capas superficiales de la epidermis debido a la pérdida de queratina, hiperplasia epitelial e hipertrofia (Read & Walker, 1998).

#### 2.5.6. Pérdidas e implicancias

Esta enfermedad infecciosa ha sido asociada con una disminución del rendimiento de la leche, rendimiento reproductivo reducido, mayor tasa de sacrificio involuntario y un menor bienestar general para el animal (Argaez-Rodriguez *et al.*, 1997).

Chae, *et al.*, (2010), indicaron que existe una pérdida productiva cuantificada en leche de aproximadamente \$35.41, por disminución en la fertilidad \$41.37 y el costo de tratamiento es de \$56.18, perdiéndose en total \$132.96 por caso de dermatitis digital. Asimismo, Pavlenko, *et al.*, (2010) indicaron en un estudio que relaciona directamente la influencia de la dermatitis digital y úlcera de talón con el comportamiento y producción láctea que, las vacas afectadas por la primera enfermedad mencionada, producen aproximadamente 5.5 kg menos de energía en leche por día tanto en la semana 2 a 3 después del recorte de pezuñas ( $p=0.022$ ) como en las semanas 5 a 6 ( $p=0.017$ ).

Además, Lossinger *et al.*, (2006) en un estudio estadounidense referido al impacto económico de la reducción de la producción láctea asociada con la dermatitis digital en vacas lecheras, indicaron que la dermatitis digital causa que la producción láctea descienda  $570 \pm 370$  millones de kg. Asimismo, afirma que,

si esta enfermedad no estuviese presente en el ganado bovino, la producción láctea hubiese subido a  $70.6 \pm 1.3$  billones de kilogramos de leche y el precio de ésta en el mercado hubiese declinado a  $31.7 \pm 0.9$  centavos/kg, correspondiente a la producción total de dicho país.

Por otro lado, Hernández *et al.*, (2001) reportaron que el intervalo entre parto y concepción fue significativamente más extenso en vacas afectadas por DD comparada con vacas sanas. Asimismo, Argaez-Rodriguez *et al.*, (1997) demostraron que vacas afectadas por DD en un hato mexicano tuvieron un promedio de 20 días más en el intervalo parto-concepción, lo que resulta en una fertilidad reducida generándose una vida útil más corta.

Referente al tema de sacrificio involuntario, Corrie *et al.*, (2000) notaron que la DD era común en ganado adulto sacrificado habiendo una incidencia mayor en ganado lechero.

#### 2.5.7. Tratamiento y control

En vista de que esta enfermedad es infecciosa y que generalmente tiene consecuencias que afectan la epidermis y dermis, el uso de antibióticos y/o sustancias químicas es una alternativa indispensable para lograr la mejoría y/o control (Guard, 1999; Laven y Logue, 2006).

Existen diversos tipos de tratamientos, como por ejemplo antibióticos topicales, sistémicos, uso de pediluvios, y tratamientos no antibióticos, los cuales serán descritos a continuación.

##### 2.5.7.1. Tratamiento antibiótico topical

Evans *et al.*, (2009) realizaron un estudio de susceptibilidad *in vitro* de 19 espiroquetas en dónde investigaron ocho antimicrobianos comunes. Diecinueve aislamientos de tres filo grupos fueron probados. El estudio se dividió en tres grupos. Se concluyó en que todos los grupos mostraron la misma susceptibilidad para penicilina y eritromicina.

Asimismo, en Japón, Yano et al., (2010) midieron concentraciones inhibitorias mínimas (CIM) para 15 agentes antimicrobianos en 23 aislamientos tipo *treponema phagadenis*. Para cada una de las 23 cepas existentes en este estudio, la susceptibilidad tendió a ser similar en todos los agentes microbianos individuales. Cabe recalcar que estos agentes antimicrobianos (n=15) difieren en sus CIMs contra los 23 aislados. Además, la penicilina G, la ampicilina y la eritromicina mostraron las CIM más bajas en el estudio pudiendo concluir, en este estudio, que éstos antibióticos serían los más apropiados para el tratamiento topical de dermatitis digital.

Por otro lado, en Sudamérica, precisamente en Brasil, se llevó a cabo un estudio en dónde vacas Holstein afectadas con DD fueron sometidas a oxitetraciclina en combinación con spray de formaldehído y se vendaron los miembros afectados entre 3 a 5 días. Se reportó como bastante efectivo en el tratamiento de lesiones (Cruz et al., 2001).

#### 2.5.7.2. Tratamiento sistémico

Existen pocos estudios que reportan el uso de antibióticos inyectables parenterales. En Brasil, Silva *et al.*, (2005) llevaron a cabo un estudio en donde se examinaron varios tipos de tratamientos, incluyendo desbridamiento, antibiótico parenterales y baños de pies. Se dividieron al azar animales infectados con DD en cuatro grupos: (1) baños de pies con 1% hipoclorito dos veces al día durante 30 días más 4 dosis de oxitetraciclina IV (10mg/kg) cada 48 horas; (2) baños de pies con 1% de hipoclorito de sodio dos veces al día durante 30 días; (3) 4 dosis de oxitetraciclina endovenosa (10mg/kg) cada 48 horas; y (4) tratados con “Miosthal” (dicloro divynil pirrolidona, ortoiododimetil, paranitofenilfosforotioato en una pomada a base de alquitrán). Resultados significativos se obtuvieron en todos los tratamientos al día 45, siendo el orden de recuperación 1, 2,3 y 4.

Laven (2006) comparó la cefquinoma con la eritromicina. Los animales del estudio fueron positivos a dermatitis digital sin recibir tratamiento 14 días antes de llevar a cabo el estudio. Fueron seleccionados al azar para ser colocados en

4 grupos, (1) 35g/100 litros de eritromicina cada 24 horas; (2) 1 mg/kg de cefquinoma IM por 3 días; (3) 1 mg/kg de cefquinoma IM por 5 días; (4) 10 mg/kg de eritromicina IM en dosis única. Los animales sometidos a tratamiento con cefquinoma durante 5 días mostraron diferencia significativa en la reducción del score de lesiones en comparación con los otros tres grupos.

Por otro lado, Read and Walker (1998) reportaron que la curación (definida como un cambio de lesiones dolorosas a lesiones secas no dolorosas) ocurrió en ganado tratado con penicilina procaína (9/9) o ceftiofur intramuscular (41/44). Sin embargo, el porcentaje de reinfección o aparición de nueva lesión fue de 48% de 7-12 semanas después de la respuesta al tratamiento.

#### 2.5.7.3. Tratamiento no-antibiótico agentes antibacterianos

La efectividad de tratamientos no antibióticos con propiedades antibacterianas ha sido bastante investigada. Dentro de estas sustancias se incluye, sulfato de cobre al 8%, sulfato de zinc 8%, formalina 8% ácido paracético 3%, glutaraldehído, cobre con peróxido y agente catiónico, gel que contiene cobre, zinc, ácidos orgánicos y aceites esenciales (Holzhauer et al., 2006) (Potterton et al., 2011).

Kofler et al., (2004) compararon el uso de un tratamiento que contenía ácidos orgánicos, sales de cobre y zinc y aceites esenciales (Protexin Hoof-Care) con el uso de oxitetraciclina como control positivo. Cada vaca fue sometida a recorte funcional, seguido de lavado y secado de las lesiones. Además, una doble dosis de tratamiento fue aplicada en 30 segundos. Luego del tratamiento las vacas se mantuvieron secas y paradas por 30 minutos. No hubo diferencia significativa entre la oxitetraciclina y el Protexin Hoof-Care. Ambos tratamientos mostraron mejoría al dolor al día 10 y al día 28,92% de las lesiones estaban completamente curadas. Por ende, se concluye que ambos tratamientos son eficaces para el tratamiento de esta enfermedad tomando en cuenta las medidas necesarias en cada uno.

Por otro lado, Stevancevic et al., (2009) comparó diversos desinfectantes comúnmente usados con clortetraciclina en control negativo y positivo. En el

control positivo se utilizó spray de clortetraciclina más un desinfectante y el negativo constó de limpiar la lesión con solución salina y aplicar vaselina. Cabe recalcar que antes de instaurar tratamiento se realizó la remoción de residuos celulares de la lesión usando un algodón y solución salina.

Los animales fueron divididos en grupos (1) Sulfato de cobre 8%, (2) sulfato de zinc 8%, (3) formalina 8%, (4) ácido paracético 3%. Estos fueron sometidos a tratamiento durante 7 días y luego una vez cada 2 días hasta el día 30. Finalmente, se pudo observar que al día 15 hubo una diferencia significativa entre las lesiones de los grupos. Las vacas sometidas al control positivo y las tratadas con sulfato de zinc tuvieron una disminución significativa del score de las lesiones en todos los grupos en comparación a las del control negativo, sin embargo se concluyó que los desinfectantes comunes usados pueden ayudar a la cura de las lesiones pero son menos efectivos que la clortetraciclina.

Referente al baño de pies, anteriormente se mencionan los resultados de diferentes estudios. Además, Laven y Proven (2000) reportaron el uso de eritromicina en baños de pies. El grupo tratado mostró resultados significativos desde el día 4 de tratamiento. Una evaluación más profunda fue llevada a cabo el día 11 en donde el tratamiento dio lugar a una mejoría de la apariencia clínica de la lesión y mejoró el score de dolor.

Por otro lado, Speijers *et al.*, (2010) realizaron controles durante 5 semanas en el experimento 1 de 3 en su estudio. En éste, las vacas fueron alojadas en 1 de los 3 tratamientos durante 5 semanas: (1) baños de pies con sulfato de cobre al 5%; (2) baños de pies con hipoclorito de sodio al 2%; (3) sin baños de pies (grupo control). Al final del estudio, hubo una proporción significativamente mayor de animales carentes de lesión y de algunos otros con lesiones curativas y crónicas, y proporciones significativamente más pequeñas de animales con lesiones ulcerativas y en estadio temprano en el grupo 1 en comparación con los grupos 2, y 3. Cabe recalcar que en el grupo 2 hubo una proporción significativamente menor de animales con lesiones en etapa temprana en comparación con el grupo 3.

### 2.5.8 Control y prevención

La prevención de Dermatitis digital consiste en diferentes maneras de actuar y no solamente es importante en hatos que no tienen la enfermedad, sino también en aquellos que se ven afectados para minimizar la propagación y la gravedad de los brotes de DD. A continuación se detallan cinco puntos que se necesitan instaurar para un correcto control de la enfermedad según Bergsten et al., (2016).

#### 2.5.8.1. Bioseguridad externa para mantener la enfermedad fuera de la granja

##### a) Evitar introducción de animales

- Evitar la compra de ganado, si se compran animales se requiere el historial del animal para comprobar que esté fuera de infección.
- En caso de compra, controlar y tratar al ganado antes de introducirlo en la granja

##### b) Evitar la introducción de equipo y visitantes infecciosos

- Evitar compartir material entre animales
- Sanidad de equipo introducido a la granja
- Sanidad de materiales de recorte funcional
- Restringir visitantes profesionales y limitar el acceso a áreas de animales
- Utilizar equipo necesario para el manejo en el establo
- Limpiar y desinfectar botas y equipos

#### 2.5.8.2. Bioseguridad interna para minimizar el riesgo de infección

##### a) Maximizar el confort para el animal

- Reducir la fuerte exposición a estiércol

- Mantener el ambiente limpio (agua limpia, sala de ordeño limpia, corrales, etc.)
- Manejo de estiércol (utilización de raspadores, equipos, etc.)
- Reducir tiempo de espera entre procedimientos
- Diseñar y mantener pasillos sin grietas, no resbaladizo, sin agujeros
- Evitar sobrepoblación de animales
- Optimizar la ventilación de áreas
- Tener registros de higiene podal de todos los animales (recortes, tratamientos, etc.)
- Realizar recortes funcionales regulares del casco

b) Evitar la transmisión entre vacas

- Separar las vacas infectadas de las no infectadas
- Evitar la manipulación y movimiento de equipos, estiércol, animales entre grupos
- Limpiar y desinfectar el equipo podal entre las vacas a la hora del recorte  
Limpiar o cambiar guantes después del tratamiento de los animales infectados

2.5.8.3. Identificación temprana, registro y tratamiento de casos clínicos, en asociación con el cuidado del casco

a) Observar vacas cojas y lesiones podales visibles diariamente

b) Tratar inmediatamente a todos los animales enfermos detectados. Establecer un protocolo terapéutico con un especialista

- Limpiar el miembro antes de ser tratado
- Usar productos aprobados científicamente
- Se recomienda el vendaje, sin ajustar y removerlo según se acuerde en el tratamiento

c) Registrar cojeras, lesiones y tratamientos de todos los animales

d) Realizar seguimiento de todos los tratamientos pendientes en el hato

e) Realizar recorte funcional y registrar datos

- Establecer el protocolo de recorte junto con el especialista para cada vaca
- Confiar en un profesional podólogo
- Mantener un registro de los grupos enfermos y de la prevalencia de la enfermedad.

f) Considerar eliminación de animales crónicamente infectados

#### 2.5.8.4. Desinfección frecuente para reducir casos nuevos

a) Considerar spray topical colectivo como opción preferida en áreas donde el baño de pezuñas no es posible y así mejorar la eficacia.

b) Tener cuidado con el diseño de pediluvios

- Longitud del pediluvio suficiente para permitir al menos 2 volcadas de patas traseras (alrededor de 3 metros de largo)
- Buena posición para optimizar el flujo de la vaca
- Profundidad adecuada para cubrir correctamente pezuñas
- Diseñado y colocado para que los animales no puedan caminar con un pie fuera del pediluvio
- Fácil llenado, drenaje y limpieza

c) Considerar limpieza de pezuñas antes de desinfección

d) Proveer de un área de salida limpia luego de desinfección

e) Usar desinfectantes probados científicamente

f) Usar pediluvios limpios para la desinfección

g) Evaluar con precisión el volumen del pediluvio para lograr la concentración correcta

h) Monitoree la suciedad del pediluvio con estiércol y ajusta la frecuencia de reemplazo (reemplazar luego de 200-250 pasos)

i) Ajuste el nivel de desinfectante en el pediluvio dependiendo de la frecuencia y el nivel de infección

#### 2.5.8.5. Definir y monitorear objetivos

- a) Revisar incidencia y prevalencia de lesiones de DD de manera regular
- b) Establecer objetivos
- Número de lesiones dolorosas de DD por 100 vacas
  - Prevalencia de M2 por 100 vacas
  - Vacas sin lesiones de DD por 100 vacas
  - Diferencias entre lesiones nuevas y no curadas
  - Número de vacas tratadas por DD por 100 vacas, % de vacas cojas de DD
- c) Realizar seguimiento y ajuste de objetivos y medidas de control.
- d) Educar al personal sobre el cuidado de las pezuñas, identificación de lesiones, manejo de tratamiento, manejo de higiene.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN Y AMBIENTE

El presente estudio se realizó usando registros de recorte funcional de pezuñas de bovinos, los cuales pertenecen a 3 establos lecheros de crianza intensiva lechera (A, B, C) en el departamento y provincia de Lima Metropolitana.

El establo A se encuentra en el valle del río Lurín y los establos B y C se encuentran en el valle del río Chillón. Ambas zonas evidencian un clima cálido con una temperatura que fluctúa entre los 17-24°C.

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

El trabajo se realizó evaluando registros de evaluación podológica de bovinos de raza Holstein-Fresian pertenecientes a tres establos intensivos lecheros en el 2014. A continuación, la **Tabla N°2** presenta el total de animales utilizados por establo.

**Tabla 2: Total de animales estudiados por establo**

	Establo A	Establo B	Establo C
<b>Registros</b>	288	134	47
<b>Total</b>			469

### 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio presente se caracteriza por ser descriptivo, observacional, retrospectivo.

### 3.4 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

#### 3.4.1 Análisis de datos

Los registros se obtuvieron del servicio de podología bovina que brinda una empresa particular a los 3 establos a inicios de otoño durante el año como un servicio regular preventivo. El proceso se llevó a cabo en 469 animales de la siguiente manera:

- **Toma de registros**

1. El animal era ingresado al brete, sujetado por bandas ajustables en cada miembro y por dos bandas a la altura de la cinchera y el barril. Una vez sujeta de extremidades, pecho y vientre, se elevaba al animal para que éste quede fijo, estando suspendido sin capacidad de poder moverse.

2. El médico veterinario especialista en podología bovina, realizaba una inspección rápida con legras para cada miembro para así poder identificar diferentes lesiones, crecimientos anormales o presencia de cuerpos extraños en las pezuñas.

3. Acabada la etapa anterior, se procedía a realizar el recorte funcional en los ocho dedos. Si existía presencia de algún tipo de enfermedad en cualquier miembro, ésta era diagnosticada y anotada en las hojas de registro. Las cuales estaban divididas por enfermedades infecciosas y no infecciosas, especificando el tipo de lesión, grado y la ubicación.

4. Finalmente, se pasaba a realizar el tratamiento elegido por el médico veterinario encargado, habiendo terminado dichos procedimientos. Luego, se bajaba al animal al ras del piso y se retiraban las bandas ajustables mencionadas, para liberarla del brete y enviarla al corral correspondiente.

- **Factores de crianza**

A continuación se presenta la **Tabla N°3** explicando lo que se buscó hallar en cada factor.

**Tabla 3: Factores de crianza y breve descripción.**

Factor de crianza	Descripción
<b>Colina protegida</b>	Esta vitamina podría prevenir la frecuencia de la enfermedad (NRC, 2001). Se comparó el uso de colina protegida entre establos A, B y C (usa o no usa), la asociación con la enfermedad y su frecuencia.
<b>Secuestrante de micotoxinas</b>	Podrían evitar el efecto inmunosupresor de las micotoxinas y la predisposición a la enfermedad (Butkeraitis <i>et al.</i> , 2018). Se comparó su uso o desuso, su asociación a la enfermedad y qué tan frecuente es el desarrollo de ésta usándolo o no.
<b>Recorte funcional</b>	Asociado a prevenir la enfermedad (Ifenyieze, <i>et al.</i> , 2016). Se comparó el establo A (usa) con el B y C (no usa) y se evaluó la asociación de la enfermedad y su frecuencia.
	Continuación Tabla 3:
<b>Pediluvios</b>	Se conoce como método de prevención necesario para el control de la enfermedad (Potterton <i>et al.</i> , 2000-2011). Se evaluó el uso o desuso y la asociación de la enfermedad y qué tan frecuente es la enfermedad en ambos aspectos.

<p><b>Número de partos</b></p>	<p>Se dividió el total de animales en vacas nulíparas, primíparas y multíparas y se evaluó el número de partos, la asociación de éstos a la enfermedad y qué tan frecuente es la DDB en estos grupos de animales.</p>
<p><b>Condición productiva</b></p>	<p>Las vacas en lactación podrían estar más predispuestas a la enfermedad que las que están en seca (Murray et al., 2002). Se evaluó entonces la asociación de cada condición productiva con la enfermedad y la frecuencia de ésta en cada una de ellas.</p>
<p><b>Estado reproductivo</b></p>	<p>Se evaluó la asociación de la enfermedad a vacas vacías y preñadas. Asimismo qué tan frecuente es la enfermedad en cada uno de los estados.</p>

### 3.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

La frecuencia de la dermatitis digital se reportó como porcentaje, y se calculó el intervalo de confianza al 95%. La variable de respuesta fue binomial, las vacas fueron clasificadas como que tienen dermatitis digital o no presentan dermatitis digital.

Los factores de crianza que fueron comparados fueron el uso de colina protegida en la ración de producción (usa o no usa), el uso de secuestrante de micotoxinas (usa o no usa), el recorte funcional de las pezuñas periódico (realiza o no realiza) y el uso de pediluvios (usa o no usa) (**Tabla N°4**).

**Tabla 4: Factores de crianza comparados entre establos, uso y desuso.**

<b>Establos</b>	<b>Colina protegida</b>	<b>Secuestrante micotoxinas</b>	<b>Recorte funcional</b>	<b>Pediluvio</b>
<b>Establo A</b>	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Establo B</b>	Sí	Sí	No	Sí
<b>Establo C</b>	No	No	No	No

Por otro lado, se evaluó también, el número de partos (nulíparas, primíparas o multíparas), la condición productiva (seca o lactante) y el estado reproductivo (vaca vacía o vaca preñada).

Se calcularon los odds ratios individuales y los odds ratios ajustados. Asimismo, se utilizó la prueba de chi cuadrado ( $\chi^2$ ) para analizar la asociación entre la enfermedad y los factores de riesgo individuales, y un modelo de regresión logística para evaluar el efecto de los factores de riesgo sobre la presentación de la enfermedad. Para el análisis de regresión logística se utilizaron como variables de referencia, el no uso de recorte funcional, el no uso de colina protegida, el no uso de pediluvio, el no uso de micotoxinas, las vacas nulíparas, las vacas secas y las vacas vacías. El modelo fue construido utilizando el proceso de selección de variables hacia atrás, para esto se empleó el método de pasos hacia atrás (Backward), empleando el estadístico de Wald. Los factores de riesgo con un valor de significancia menor a 0.20 fueron incluidos en el modelo final. Para el análisis estadístico se empleó el software IBM SPSS Statistics 22. Para todos los análisis se consideró como significativo una probabilidad menor al 5%.

## VI. RESULTADOS

En total 469 registros de 3 establos fueron examinados. Sin embargo, para el factor de paridad se examinaron 81 nulíparas, 147 primíparas y 198 multíparas (426 animales), dejando 43 animales que no se pudieron incluir por falta de data reproductiva.

Todas las evaluaciones fueron realizadas a principios del otoño. Se encontraron 19 bovinos con dermatitis digital (4.05%, IC al 95% 2.27% - 5.84%). La frecuencia más elevada fue encontrada en los grupos de vacas primíparas (7.48%) y vacas vacías (6.54%). Las lactantes presentaron un (4.85%) de frecuencia mientras que las secas tienen un 1.02%. A continuación, se presenta el Tabla N°5 con las frecuencias asociadas a los diferentes factores de crianza.

**Tabla 5: Frecuencia de dermatitis digital**

Factor	Nivel	DD	Total	Frecuencia (IC 95%)
<b>Colina protegida</b>	No usa	15	335	4.48% (2.26%-6.69%)
	Usa	4	134	2.99% (0.10%-5.87%)
<b>Secuestrante micotoxinas</b>	No usa	15	335	4.48% (2.26%-6.69%)
	Usa	4	134	2.99% (0.10%-5.87%)
<b>Recorte funcional</b>	No realiza	6	181	3.31% (0.71%-5.92%)
	Realiza	13	288	4.51% (2.12%-6.91%)
<b>Uso de pediluvio</b>	No usa	2	47	4.26% (0.0%-10.03%)
	Usa	17	422	4.03% (2.15%-6.69%)

Continuación Tabla 5

<b>Paridad (número partos)</b>	Nulípara	1	81	1.23% (0.0%-3.64%)
	Primípara	11	147	7.48% (3.23%-11.74%)
	Múltipara	6	198	3.03% (0.64%-5.42%)
<b>Condición productiva</b>	Seca	1	98	1.02% (0.0%-3.01%)
	Lactante	18	371	4.85% (2.67%-7.04%)
<b>Estado reproductivo</b>	Vacía	14	214	6.54% (3.23%-9.86%)
	Preñada	4	211	1.90% (0.06%-3.74%)
<b>Global</b>		19	469	4.05% (2.27%-5.84%)

Al evaluar los factores de riesgo de manera individual, encontramos que la paridad fue un factor que se encuentra relacionado con la presentación de dermatitis digital ( $p=0.042$ ). Entiéndase que se usó a las vacas nulíparas como valor de referencia (Ref) comparando éstas con vacas primíparas por un lado y con las nulíparas por otro. De igual manera el estado reproductivo también fue un factor que se encuentra relacionado con la presentación de la dermatitis digital ( $p=0.017$ ).

Los factores de riesgo individuales fueron incluidos en un análisis de regresión logística multivariado, en el cual se realizó la selección de variables hacia atrás, y para ser incluidas en el modelo final, las variables incluidas en el modelo final fueron aquellas que presentaron una significancia menor a 0.20.

El modelo de regresión logística final presenta un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de Nagelkerke de 9.6%, indicando que casi el 10% de la variación de la variable dependiente (presentación de dermatitis digital) es explicada por las variables incluidas en el modelo final.

En el modelo final fueron incluidas dos variables, la paridad ( $p=0.047$ ) y el estado reproductivo ( $p=0.025$ ). El odds ratio ajustado del estado reproductivo fue 0.251, lo que indica que las vacas preñadas tienen una menor chance de presentar la dermatitis digital en comparación con las vacas vacías. Los odds ratios ajustados para paridad fueron de 3.473 y 1.007 para el caso de primíparas y multíparas respectivamente empleando a las nulíparas como referencia, sin embargo, estos no fueron significativos ( $p=0.26$  y  $0.99$ , respectivamente). A continuación, se presenta la tabla N°6 detallando resultados de asociación de factores de crianza a la enfermedad.

**Tabla 6: Factor de crianza estimado para la dermatitis digital.**

Factores de crianza						Modelo Final		
	Odds Ratio	IC 95%	Sig.	$\beta$	E.S.	Odds ratio	IC 95%	Sig.
<b>Colina protegida</b>	0.656	0.214-2.015	0.459					
<b>Secuestrante micotoxinas</b>	0.656	0.214-2.015	0.459					
<b>Recorte Funcional</b>	1.379	0.515-3.695	0.521					
<b>Uso de pediluvio</b>	0.944	0.211-4.221	0.94					
<b>Paridad</b>			0.042					0.047
<b>Nulíparas</b>	Ref.					Ref.		
<b>Primíparas</b>	6.471	0.820-51.058		1.245	1.098	3.473	0.404-29.848	0.257
<b>Multíparas</b>	2.500	0.296-21.101		0.007	1.159	1.007	0.075-0.842	0.995

Continuación Tabla 6

<b>Condición productiva</b>	4.946	0.652-37.517	0.087					
<b>Estado reproductivo</b>	0.276	0.089-0.853	0.017	-1.381	0.617	0.251	0.075-0.842	0.025
<b>Constante</b>				-3.215	1.106			0.004

IC 95%=Intervalo de confianza al 95%; Sig.=Significancia; β=Coeficiente de regresión; E.S.=Error estándar; Ref.=Referencia.

Según los resultados encontrados, el modelo de regresión logística es:

$$P(y) = \frac{1}{1 + e^{(3.215 - 1.245x_1 - 0.007x_2 + 1.381x_3)}}$$

Donde P(y) es la probabilidad de que se presente la dermatitis digital, x<sub>1</sub> y x<sub>2</sub> son variables dummies para la paridad (nulípara: x<sub>1</sub>=0, x<sub>2</sub>=0, primípara: x<sub>1</sub>=1, x<sub>2</sub>=0 y múltipara: x<sub>1</sub>=0, x<sub>2</sub>=1) y x<sub>3</sub> es la variable para estado reproductivo (0=vacía y 1=preñada).

## V. DISCUSIÓN

En el presente estudio se trabajó con 469 registros de evaluación podológica con el objetivo de determinar cuáles de los siete factores de crianza probados eran significativos a la presentación de esta enfermedad (p<0.05). Éstos fueron el uso de colina protegida, secuestrante de micotoxinas, recorte funcional, uso de pediluvios, número de partos, condición productiva, estado reproductivo.

Referente al recorte funcional no hubo resultado significativo en animales que optan por este servicio (p 0.521). y se obtuvo una frecuencia de 4.51% para el uso de éstos, en el presente estudio. En contraste con otra investigación que

publicó que mientras mayor era el tiempo sin realizar recorte, mayor era la incidencia de la enfermedad (OR 1.90) (Somers *et al.*, 2005).

Por lo tanto, si bien se indica recorte funcional podológico como parte de tratamiento o proceso preventivo, haciendo mención en que este procedimiento favorece el monitoreo y la recuperación de esa enfermedad (Somers *et al.*, 2005), el resultado del estudio podría explicarse debido a que no existe un buen protocolo de asepsia en los materiales podológicos bovinos, actuando éstos como continua fuente infecciosa favoreciendo a las bacterias el ingreso directo al tejido bovino. En un estudio se evidenció que luego de la desinfección de material con una sustancia a base de yodo disminuyó considerablemente la proporción treponemal pero ésta no fue eliminada (Sullivan *et al.*, 2014). Asimismo, Wells *et al.*, (1999) menciona que hatos que fueron recortados sin realizar limpieza de materiales entre vacas, tuvieron 1.9 veces más chance de tener >5% de incidencia que los que fueron lavados o no recortados.

Otro factor de riesgo evaluado fue el uso de pediluvios. Los resultados no fueron significativos y la frecuencia fue muy parecida tanto para los que no utilizan pediluvios como para lo que sí. Sin embargo, varias investigaciones discuten el tema del uso de éste como manera preventiva a reinfección y/o de tratamiento y mejoría (Laven & Logue, 2006; Texeira *et al.*, 2010; Speijers, 2010; Holzhauer *et al.*, 2008; Stevancevic *et al.*, 2009).

Existen muchos aspectos importantes que tomar en cuenta en un pediluvio, algunos de los cuales podrían haber fallado en los establos estudiados. Por ejemplo, Cook *et al.*, (2012), encontraron que para que haya un efecto positivo en el uso de pediluvios, éstos debían tener por lo menos 10-12 pies de largo con paredes sólidas para que el ganado camine dentro y no haya miembros que no reciban el baño de pies. Asimismo, para que haya una buena cantidad de producto y sea eficiente, el pediluvio debe llenarse mínimo de 4 a 6 pulgadas de la solución, asegurando que el tejido interdigital y digital tenga contacto en el espacio con el medio, además de renovar éste cada 150-200 animales, ya que la materia orgánica tiene efecto con la actividad antimicrobiana del producto utilizado (Raven, 1989). La eficacia de un sistema de prevención para este

problema podal depende de una construcción adecuada del pediluvio además de la capacidad biocida y del tiempo de acción de la solución para un próspero manejo. Como se mencionó anteriormente, los resultados poco significativos podrían deberse a que no se tomaron en cuenta estas buenas prácticas, tampoco fueron tomadas las medidas de los pediluvios ni cómo éstos son usados. Por lo tanto, al no haber información suficiente se necesita mayor investigación.

Además, se encontró que las vacas primíparas son 6.5 veces más propensas a sufrir dermatitis digital que las nulíparas y las vacas multíparas tenían 2.5 veces más probabilidad de presentar la enfermedad que las vacas nulíparas. Existen diversos estudios que han hallado resultados muy similares al de esta investigación (Holzhauer et al., 2006; Argaez-Rodriguez *et al.*, 1997; Meave & O'connell, 2015; Somers *et al.*, 2005; Blowey *et al.*, 1994).

El resultado del odds ratio alto en vacas primíparas (OR = 6.47) con una probabilidad de presentación de la enfermedad significativa ( $p= 0.047$ ) podría explicarse debido a que los animales se someten a un cambio brusco al parto, tanto en metabolismo, ambiente y nutrición por primera vez, conllevando a un estrés post-parto que genera una supresión inmunológica haciendo al animal más propenso a padecer la enfermedad (Detilleux, 2002). Por otro lado, si bien existe todavía riesgo en cada parto, éste disminuye al analizar a las vacas multíparas. Somers *et al.*, (2005); mencionan que existen dos razones, el incremento de la tasa de animales mandados a camal o la mejora inmunitaria con el paso del tiempo.

Referente al a condición productiva, existe mayor frecuencia de la enfermedad en vacas en periodo de lactación que en vacas en seca. Este resultado coincide con el estudio realizado por Somers *et al.*, (2005), en dónde se demuestra que las vacas en lactación temprana tuvieron un mayor riesgo de contraer la enfermedad. Así como también, Argaez-Rodriguez *et al.*, (1997) y Frankena *et al.*, (1991) detallaron que las vacas más susceptibles fueron las recientemente paridas en alta producción (30-70 DIM – DÍAS EN LECHE).

Las vacas en lactación a comparación de aquellas en seca, poseen niveles de stress y desgaste más alto. Por ende, el resultado hallado podría explicarse sabiendo que toda vaca que pare, entra en un balance energético negativo (BEN), en dónde los requerimientos de energía son más de los que recibe en su dieta. Esto generaría que deba hacer uso de sus reservas corporales (grasa) para la formulación de energía. En esta etapa el factor más importante que causaría inmunosupresión sería el stress metabólico, resultante de fluctuaciones hormonales, BEN y escasez de vitaminas, proteínas y minerales requeridas, las cuales se usaron para la formación correcta del feto y para la formulación de leche. Por ende, esto generaría una disminución de leucocitos y sus funciones, reduciría la fagocitosis realizada por los neutrófilos, así como también, la actividad de las citoquinas, perjudicando la defensa normal fisiológica del organismo, dejando al animal susceptible a contraer DD u otras enfermedades (Dettleux, 2002).

Holzhauser *et al.*, (2006), mencionan un factor, por el cual las vacas en seca serían menos propensas a contraer la enfermedad, el cual es el tipo de alimentación que reciben en dicho periodo, expresándose en el pH de las heces. Éste sería más elevado por la baja cantidad de concentrado que ingieren, causando un ambiente deteriorado para la supervivencia de agentes infecciosos relacionados con DD.

El presente estudio también muestra que hubo un resultado significativo referente al estado reproductivo, en donde las vacas preñadas tuvieron 0.28 veces menos riesgo de presentar DDB que las vacas vacías ( $p = 0.017$ ). Este resultado se explicaría suponiendo que las vacas vacías están enfermas, son más cercanas al pico productivo y/o poseen una condición como es el BEN. Al estar las vacas vacías más cercanas al pico productivo, existe un mayor chance de generarse un mayor BEN. En el animal, se genera un estrés significativo que genera una inmunosupresión marcada, predisponiéndolo a infectarse.

Al haber estrés se piensa que el sistema inmune sufre cambios en la capacidad de reparación de heridas de los macrófagos bovinos generando que las bacterias resistan y formen lesiones concentrando la respuesta inflamatoria (sistema inmune) en esa zona (Zuerner *et al.*, (2007).

Un hallazgo importante en esta investigación, es que estos datos también tuvieron relación con estudios anteriores referentes a temas reproductivos. Por ejemplo, Collick *et al.*, (1989), realizaron un estudio en dónde el tiempo de concepción era más largo en animales con problemas podales, resultado que concuerda con el estudio de Hernandez *et al.*, (2001). Por ende, se hipotetiza, que al ser la dermatitis digital una patología que cursa con cuadros inflamatorios agudos, podría tener un efecto en la producción de prostaglandina f2alfa (PGf2 $\alpha$ ), generando problemas en el ciclo estral bovino, perjudicando la preñez. Al no haber estudios preexistentes sobre el comportamiento reproductivo influenciado por esta enfermedad, se requiere de mayor investigación.

Si bien, los resultados del uso de colina y secuestrante de micotoxinas no fueron estadísticamente significativos ( $p=0.459$  para ambos factores), de acuerdo a nuestros resultados el uso de éstos podría prevenir la presentación de esta enfermedad (OR = 0.659).

Se piensa que el uso de éstos podría tener una acción indirecta en la enfermedad inhibiendo, las micotoxinas que poseen la habilidad de inmunosuprimir al animal significativamente, generando predisposición a enfermedades y una mala respuesta a tratamientos antibióticos (Yiannikouris and Jouany, 2002).

No obstante, se concluye que se necesita mayor investigación y análisis para comprobar con exactitud el efecto protector de la colina, así como también el del uso de secuestrante de micotoxinas.

## VI. CONCLUSIONES

- o La Dermatitis Digital Bovina es una enfermedad multifactorial infectocontagiosa presente en el Perú.
- o La frecuencia más alta para dermatitis digital bovina se encontró en animales primíparos con un 7.48%, seguido de vacas vacías 6.54% y lactantes 4.85%.

- o Las vacas preñadas mostraron 0.28 veces menos probabilidades de presentar la enfermedad que las vacas vacías.
- o No se encontró asociación estadística significativa en el uso de colina protegida y secuestrante de micotoxinas.

## II. RECOMENDACIONES

- o Realizar más investigaciones sobre el comportamiento, impacto y pérdidas económicas generados por esta enfermedad.
- o Concientizar a los ganaderos a cerca de la importancia de la desinfección de equipos podales una vez terminado el uso de éstos en cada animal, ya que son gran fuente de infección.
- o Dado que el  $R^2$  es del 10%, se recomienda realizar próximas investigaciones que incluyan mayor número de factores de riesgo como el uso de suelos, raza, genética, hacinamiento, los cuales estén relacionados a la enfermedad.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Argaez-Rodriguez FJ, D.W. Hird, Hernandez J. Papillomatous digital dermatitis on a commercial dairy farm in Mexicali, Mexico: Incidence and effect on reproduction and milk production. Octubre 1997;32(3-4):275- 86.
2. Bergsten C, Blowey R, Capion N, Fiedler A, Geldhof J, Relun A. Five point plan for control of Digital Dermatitis. 2016. [Artículo en internet]. URL disponible en [http://www3.delaval.com/ImageVaultFiles/id\\_30272/cf\\_5/5\\_point\\_plan\\_Hoof\\_care\\_LOWRES.PDF](http://www3.delaval.com/ImageVaultFiles/id_30272/cf_5/5_point_plan_Hoof_care_LOWRES.PDF)

3. Berry S. Hoof health. In: Western dairy management conference. Las Vegas, Nevada; 8-10 de abril 1999.
4. Blowey R, Done SH, Cooley W. Observations on the pathogenesis of digital dermatitis in cattle [abstract]. *Vet Rec.* 1994;135(5):115-117.
5. Blowey R. Diseases of the digit: description of common lesions. En: Melling M y Alder M(eds). *Bovine Practice* 2.1998; Pp 51-68. Saunders, London.
6. Blowey, R. Lameness control in dairy herds. Resúmenes VI Jornadas Chilenas de Buiatría, Pucón. 2003; pp. 53-58.
7. Butkeraitis P, Dos santos I, Rodríguez J. El efecto de las micotoxinas en rumiantes. Sitio argentino de producción animal [internet]. Actualizada el 04 de junio 2018; consultado 04 junio 2018]. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/>
8. Cardona J, Cano G. Alteraciones digitales en el ganado bovino del trópico bajo. *Revista MVZ-Córdoba* 2003;8(1):249-253.
9. Chae E., Hertl JA, Bar D Grohn, YT. El costo de los diferentes tipos de cojeras en vacas lecheras calculadas mediante un programa dinámico. *Medicina Veterinaria Preventiva.* 2010; (1):1-8.
10. Collick DW, Ward WR Dobson H. Associations between types of lameness and fertility. *The veterinary Record.* 1989; 125(5):103-106.
11. Chapinal N, De Passillé A.M, Weary DM, Von Keyserlingk MAG, Rushen J. Usando puntuación de la marcha, velocidad de andar y comportamiento de echaderos para detectar lesiones en las pezuñas de vacas lecheras. *Journal of Dairy Science* 2009; 92:4365-4374.
12. Confalonieri O, Soraci A, Passucci J, Rodríguez E, Becaluba H, Tapia M. Prevalencia y detección de factores de riesgo de patologías podales y su influencia en la Producción Láctea en bovinos de la cuenca Lechera Mar y Sierras de Tandil. *Analecta Veterinaria* 2008; 28(1):15-20.
13. Confalonieri O, Moscuza H, Rodríguez M, Passucci J. Patologías podales en ganado lechero y en feedlot del partido de Tandil, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Med. Zoot.* 2016; 63(3):11-19.
14. Cook, N. B., J. Rieman, A. Gomez, and K. Burgi. Observations on the design and use of footbaths for the control of infectious hoof disease in dairy cattle. *Vet J.* 2012; 193-669.

15. Cruz C, Driemeier D, Cerca C, Corbellini LG. Clinical and epidemiological aspects of bovine digital lesions in southern Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences* 2001; 53(6):1678-4162.
16. Dopfer, D. The dynamics of digital dermatitis in dairy cattle and the manageable state odd disease. En: *Conferencia Veterinaria Canwest*; 17-20 de octubre 2009.
17. Detilleux J. Genetic factors affecting susceptibility of dairy cows to udder pathogens [abstract]. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 2002; 88(3-4):103–110.
18. Dopfer D, Koopmans A, Meijer FA, Szakall I, Schukken YH, Klee W, et al. Histological and bacteriological evaluation of digital dermatitis in cattle, with special reference to spirochaetes and *Campylobacter faecalis*. *Vet. Rec* 1997; 140:620–623.
19. Evans NJ, Brown JM, Demirkan I, Murray RD, Vink WD, Blowey RW, Hart CA, Carter SD. Three unique groups of spirochetes isolated from digital dermatitis lesions in UK cattle. *Vet. Microbiol.* 2008; 130:141–150.
20. Evans NJ, Brown JM, Demirkan I, Birtles R, Hart CA, Carter SD. In vitro susceptibility of bovine digital dermatitis associated spirochaetes to antimicrobial agents. *Veterinary Microbiology.* 2009; 136:115-120.
21. Frankena K., Somers, JGCJ, Schouten WGP, Van Stek JV, Metz JHM, Stassen EN, Graat EAM. The effect of digital lesions and floor type on locomotion score in Dutch dairy cows [abstract]. *Prev. Vet. Med.* 2009; 88:150–157.
22. Frankena, K., Stassen, E.N., Noordhuizen, J.P., Goelema, J.O., Schipper, J., Smelt, H., Romkema, H. Prevalence of lameness and risk indicators for dermatitis digitalis during pasturing and housing of dairy cattle [abstract]. *Proceedings of the Annual Meeting of the Society of Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine.* London, UK. 1992:107–118.
23. Galotta J. Anatomía del pie bovino. Décimo cuarto simposio internacional y sexta conferencia de laminitis en rumiantes. Uruguay 8- 11 Nov. 2006.
24. Gloobe H. 1989. Anatomía aplicada del bovino. Pérdidas productivas debidas a claudicaciones en un rebaño lechero de la X región, Chile. 1989. Memoria de titulación, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
25. Gomez A, Cook NB, Bernardoni ND, Rieman J, Dusick AF, et al. An experimental infection model to induce digital dermatitis infection in cattle. *Journal of Dairy Science.* 2012; 95:1821-1830.
26. Gomez A., Bernardoni N, Rieman, J, Dusick A, Hartshorn R, Read DH, Socha MT, Cook NB, Dopfer D. A Randomized trial to evaluate the effect on a trace

- mineral premix on the incidence of active digital dermatitis lesions in cattle. *Journal of Dairy Science*. 2014; 97(10):6211-6222.
27. Guard C. Programas de control para la Dermatitis Digital. *Dairy Technology*. Capítulo 20. 1999;1-7.
  28. Greenough PR. Conditions affecting the distal region. En: Greenough y Weaver (eds). *Lameness in cattle*. Philadelphia. 1997;89-122.
  29. Hernandez J, Garbarino E, Shearer J, Risco C, Thatcher W. Comparison of mil yield in dairy cows with different degrees of lameness. *JAVMA*. 2005; 227(8):1292-1296.
  30. Hettich E, Hinostroza MF, Van Schaik G, Tadich N. Factores asociados a la presentación de cojeras en 50 rebaños lecheros de la X región, Chile. *Archivo Médico Veterinario* 2007; 39(3):247-253.
  31. Holzhauer M, Handenberg C, Bartels CJM, Frankena K. Herd and cow level prevalence of Digital Dermatitis in the Netherlands and associated risk factors. *Journal of Dairy Science* 2006; 89:87-104.
  32. Holzhauer M, Bartels C, Dopfer D, van Schnaik G. Clinical course of digital dermatitis in an endemically infected herd without preventive herd strategies. *The veterinary journal*. 2008; 177: 222-230.
  33. Ifenyieze FO, Ogunbosoye DO, Ikehi E. Hoof trimming for effective health management: What cattle farmers need to know. *Academic Journals* 2016; 11(21):1945-1951.
  34. Kofler J, Pospichal M, Hofmann-Parisot M, 2004. Efficacy of the non-antibiotic paste 780 Protexin Hoof-Care for topical treatment of digital dermatitis in dairy cows [abstract]. *Journal of Veterinary Medicine*. 2004; 51(9-10):447-452.
  35. Krull, A.C., Shearer, J.K., Gorden, P.J., Cooper, V.L., Phillips, G.J., Plummer, P.J. Deep sequencing analysis reveals temporal microbiota changes associated with development of bovine digital dermatitis. *Infection and Immunity*. 2014, 82 (8):3359–337.
  36. Laven RA., Hunt H. Evaluation of copper sulphate, formalin and peracetic acid in footbaths for the treatment of digital dermatitis in cattle [abstract]. *Veterinary Record*. 2002; 151 (5):144-146.
  37. Laven RA, Efficacy of systemic cefquinome and erythromycin against digital dermatitis in cattle [abstract]. *Veterinary Record*. 2006; 159:19-20.

38. Laven RA, Logue DN. Treatment strategies for digital dermatitis for the UK. *Veterinary Journal*. 2006; 171:79-88.
39. Leonard FC, O'connell JO, Farrell KO. Effect of different housing conditions on behavior and foot lesions in Friesian heifers [abstract]. *Vet. Rec.* 1994; 134:490-494
40. Lizarzaburu R. Cojeras en el Ganado Bovino: Análisis de las repercusiones productivas. *Revista Actualidad Ganadera* 2014; 14:48-52.
41. Lossinger W. Economic impacts of reduced milk production associated with papillomatous digital dermatitis in dairy cows in the USA. *Journal of Dairy Research* 2006; 73:244-256.
42. Meave P & O'connell N. Digital dermatitis in dairy cows: A review of risk factors and potential sources of between-animal variation in susceptibility. *Animals journal*. 2015; 5:512-535.
43. Mülling, CH, Bragulla H, Resse S, Budras K.D, Steinberg W. How Structures in Bovine Hoof Epidermis are influenced by Nutritional Factors. *Anat. Histol. Embryol.* 1999; 28(2):103-108.
44. Mülling C, Green L, Barker Z, Scaife J, Amory J, Speijers M. Risk factors associated with foot lameness in dairy cattle and a suggested approach for lameness reduction. XXIV World buiatrics congress. 2006.
45. Münzenmayer, W. Afecciones podales en rodeos lecheros: un desafío profesional. *Therios (supl. esp)*. 1997; 25-29.
46. Murray, RD, Downham DY, Demirkan I, Carter SD. Some relationships between spirochaete infections and digital dermatitis in four UK dairy herds. *Res. Vet. Sc.* 2002; 73(3):223-230.
47. Nocek EJ. Bovine Acidosis: Implications on Laminitis. *Dairy Journal of Science*. 1997;80:1005-1028
48. Nordhoff M, Moter A, Schrank K, Wieler LH. High prevalence of treponemes in bovine digital dermatitis-a molecular epidemiology. *Vet. Microbiol.* 2008, 131(3-4):293–300.
49. NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press. 2001.
50. Overton TR, MR Waldron. Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health [abstract]. *J. Dairy Sci.* 2004.; 87:105-119.

51. Palmer MA., O'connell, NE. Digital dermatitis in Dairy cows: A review of risk factors and potential sources of between animal variation in susceptibility. *Animals Journals*. 2015; 5(3):512-535.
52. Pavlenko A, Bergsten C, Ekesbo I, Kaart T, Aland A, Lidfors L. Influence of digital dermatitis and sole ulcer on dairy cow behaviour and milk production. *Journal of dairy research*. The Animal Consortium 2011; 5(8):1259-1269.
53. Perusia O. Patologías Podales del bovino. *Revista de Investigación Veterinaria Peruana* 2001; 12(2): 65-77.
54. Potterton S, Bell N, Whay B, Main D, Huxley J. A review of the peer and non-peer reviewed literature on the treatment and prevention of foot lameness in cattle published between 2000 and 2011. *The veterinary journal*. 2012; 612-616.
55. Romao R .I Curso de podología bovina da universidade de Évora.. Évora; 2016.
56. Ramos Rana JM. Factores de riesgo para la enfermedad podal en sistemas de producción de leche pastoriles y cortisol como indicador de estrés en la enfermedad podal [tesis]. Uruguay: Universidad de la república. Facultad de Agronomía; 2012.
57. Read DH, Walker RL. Papillomatous digital dermatitis (footwarts) in California dairy cattle: Clinical and gross pathologic findings. *J. Vet. Diagn. Invest*. 1998; 10:67–76.
58. Ribeiro G, Brito L, Soares MC, Franco LA, Gonçalves E, França C, et al. Estudio anatomopatológico de dermatitis digital en bovinos. *Ciencia Animal Brasileira* 2008; 9(4):1159-1166.
59. Rodríguez-Lainz, A., D. W. Hird, T. E. Carpenter, and D. H. Read. Case-control study of papillomatous digital dermatitis in southern California dairy farms. *Prev. Vet. Med*. 1996; 28:117–131.
60. Rutter B. Dermatitis digital. Sitio Argentino de producción animal. [internet]. Buenos Aires. 2003. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/patologias\\_pezunas/02-dermatitis\\_digital.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/patologias_pezunas/02-dermatitis_digital.pdf)

61. Silva AF, Silva Carla A, Borges José RJ, Fioravanti Maria CS, Borges GT, Atayde Ingrid B. A clinical trial to assess the use of sodium hypochlorite and ocytetracycline on the healing of digital dermatitis lesions in cattle [abstract]. *The Canadian Veterinary Journal*. 2005; 46(4): 345-348.
62. Shearer, J.K. 1999. Foot health from a veterinarian's perspective. *Viriginica Tech*. pp. 33-34.
63. Shearer, J.K., Van Amstel, S. Lameness in Dairy Cattle. *Proceedings 2000 Kentucky Dairy Conference, Kentucky*. 2000:1-12.
64. Somers J, Frankena K, Noordhuizen-Stassen E, Metz J. Risk factors for digital dermatitis in dairy cows kept in cubicle houses in The Netherlands. *Prev. Vet. Med*. 2005; 71:11–21.
65. Stevancevic M, Toholj B, Lako B, Kuljaca V. Study of the effectiveness of topical application of antiseptics in the therapy of digital dermatitis in dairy cattle. *Act Veterinaria*. 2009; 59(4): 437-446.
66. Sullivan LE, Blowey R.W, Carter SD, Duncan JS, Grove-White DH, Page, P Iveson, T Angell JW, Evans NJ .Presence of digital dermatitis treponemes on cattle and sheep hoof trimming equipment. *Vet. Rec*. 2014; 175:201-205.
67. Teixeira, AG, Manchado VS, Caixet LS, Pereira RV, Bicalho RC. Efficacy of formalin, copper sulfate, and commercial footbath product in the control of digital dermatitis. *Journal Dairy Science*. 2010; 93(8): 3628-34.
68. Tomlinson D Socha M, Gomez A, Dopfer D, Defrain J. Digital Dermatitis, enfermedad endémica. ¿Qué podemos hacer para controlarla? *Virginia State Feed Association & Nutritional Management "Cow" College*. 2014;1-14.
69. Toussaint Raven, E. *Cattle Footcare and Claw Trimming*. Farming Press, Ipswich, UK. 1989.
70. Villarroel-Neri R, Pino-Ramírez D, Sánchez-Villalobos A, García-Bracho D, et al. Descripción de un brote de Dermatitis Digital bovina en el municipio Miranda del estado Zulia, Venezuela (primer reporte). *Revista científica*. 2010; 20(6): 600-607.
71. Wells S, Garber L, Wagner B. Papillomatous digital dermatitis and associated risk factors in US dairy herds. *Prev. Vet. Med*. 1999; 38:11–24.
72. Wilson-Welder J, Alt D, Nally, J. Digital Dermatitis in Cattle: Current Bacterial and Immunological Findings. *Animals open access journal*. 2015;5: 1114-1135.

73. Yano T, Moe KK, Chuma T, Misawa N, 2010. Antimicrobial susceptibility of *Treponema phagedenis*-like spirochetes isolated from dairy cattle with papillomatous digital dermatitis lesions in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science* 72: 379-382.
74. Yiannikouris A, Jouany JP. Micotoxins in feed and their fate in animals: a review. *Anim. Res.* 2002; 51:81-99.
75. Zuerner RL, Heidari M, Elliott MK, Alt DP, Neil JD. Papillomatous digital dermatitis spirochetes suppress the bovine macrophage innate immune response. [abstract]. *Veterinary Microbiology.* 2007;125(3-4):256-64.