



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**“DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESGASTE DEL TEJIDO
CÓRNEO DE LA PEZUÑA DEL GANADO BOVINO ESTABULADO
COMO INDICATIVO PARA REALIZAR EL RECORTE FUNCIONAL
PREVENTIVO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTAN:

**ALEJANDRA AURORA ISLAS GONZÁLEZ
DIANA ORTIZ TORRES**

**ASESOR: MVZ. RAFAEL ORDÓÑEZ MEDINA
COASESOR: MVZ. IRMA TOVAR CORONA**

¡Oh! Universidad,
escucha con qué ardor
entonan hoy tus hijos
este himno en tu honor.

Al darte la victoria,
honramos tus laureles
conservando tu historia
que es toda tradición.

Unidos venceremos
y el triunfo alcanzaremos,
luchando con tesón
por ti, Universidad.

Universitarios,
icemos siempre airosos
el pendón, victoriosos,
de la Universidad.

Por su azul y oro
luchemos sin cesar,
cubriendo así de gloria
su nombre inmortal.

**¡México!, ¡Pumas!,
¡Universidad!**

**¡GOYA! ¡GOYA!
¡CACHUN, CACHUN, RA, RA!
¡CACHUN, CACHUN, RA, RA!
¡GOYA!
¡¡UNIVERSIDAD!!**

Agradecimientos de Alejandra

Gracias:

Dios por mantenerme firme en mi objetivo, por brindarme fuerza para continuar mi camino.

H. Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme sus puertas, porque el orgullo de ser azul y oro me acompañará hasta el final.

A mis padres, Juan Islas y Lidia González que me dieron su esfuerzo, trabajo y apoyo para cumplir el sueño más importante de mi vida, gracias por llevarme en el camino de la honestidad, la responsabilidad y la independencia.

A mi hermano Oliver, porque gracias a todas esas mascotas que adoptaste, logré descubrir mi vocación.

A Miriam, porque contribuiste a la ciencia, donando material biológico.

A Diana Ortiz Torres, por ser una gran amiga y compañera, te agradezco mucho que te arriesgaras a compartir conmigo este gran sueño ahora hecho realidad. Cuenta conmigo siempre.

A todos mis amigos que me acompañaron en esta aventura enriquecedora, porque con ellos la distancia es corta, las horas son rápidas y los momentos de estrés son más fáciles de superar. Gracias por darme tantos momentos agradables en los que me demostraron su fiel amistad.

A Benito Santiago porque participaste y colaboraste en mi desarrollo profesional, porque parte de mi carrera y de mis logros fueron realizados gracias a tu apoyo y porque me brindaste luz en aquellos momentos de desesperación.

A mis asesores MVZ Rafael Ordóñez Medina, y MVZ Irma Tovar Corona quienes me apoyaron en todo momento, colaboraron en mi formación académica y le dieron un giro a mi vida, porque ustedes me mostraron su sabiduría siempre con una cara amable, inyectándome ánimo y muchas ganas de superación.

A mi profesor MVZ José Román Sánchez Hernández por obsequiarme toda su sabiduría clínica y ética.

Agradecimientos de Diana

Gracias:

A la Universidad Nacional Autónoma de México que cambio mi vida.

A mis padres

Porque con su apoyo, sus consejos y su cariño me ayudaron a conseguir mis metas. Gracias papá por ser mi guía de toda la vida y a ti mamá por estar a mi lado cuando siempre te necesite.

Nadia

Por ser la mejor hermana y también una gran amiga.

Ale flaca

Por ser una gran amiga, compañera, confidente y más; tú sabes que te estimo y que juntas pasamos grandes cosas buenas y malas, pero siempre apoyándome. Éste logro que ambas construimos espero no acabe aquí y solo quiero que sepas que siempre contaras conmigo.

Juan francisco

Por ser esa persona que siempre estuvo a mi lado para darme fuerzas y brindarme gratos momentos de alegría.

A mis amigos

Gracias a cada uno de ustedes por su amistad, cariño, confianza, y todas esas locas aventuras que hicieron de mi vida algo divertido.

A mis Asesores

Doctores Irma y Rafael, porque desde un principio me abrieron las puertas para poder realizar esta meta y con su apoyo, su confianza, amistad y todos esos conocimientos que me regalaron me siento sumamente agradecida.

Finalmente a aquellos que ya no están en vida pero que siempre los llevo dentro de mi corazón y mis recuerdos.

ÍNDICE

	Pág.
1. Resumen	2
2. Introducción	3
• 2.1. Anatomía de la pezuña	4
• 2.2. Fisiología de la pezuña	6
• 2.3. Biomecánica del pie.....	7
• 2.4. Características de la pezuña.....	7
• 2.5. Crecimiento y desgaste el tejido córneo de la pezuña.....	8
○ 2.5.1. Factores fisiológicos.....	9
○ 2.5.2. Factores estacionales.....	9
○ 2.5.3. Factores nutricionales	10
○ 2.5.4. Factores medioambientales y de manejo	11
○ 2.5.5. Factores anatómicos.....	12
• 2.6. Dureza del tejido córneo de la pezuña	12
○ 2.6.1. Factores medioambientales	12
○ 2.6.2. Factores fisiológicos	13
○ 2.6.3. Factores nutricionales	13
○ 2.6.4. Factores de manejo	14
○ 2.6.5. Factores anatómicos	14
• 2.7. Conformación de la pezuña.....	15
○ 2.7.1. Determinación de la conformación	15
○ 2.7.2. Factores que tienen influencia sobre la conformación de la pezuña	17
• 2.8. Crecimiento anormal de la pezuña	19
• 2.9. Recorte preventivo de las pezuñas	21
3. Objetivos	26
4. Materiales y método	27
5. Resultados	30
6. Discusión	36
7. Conclusiones	38
Bibliografía	39

1. RESUMEN

Las cojeras en los bovinos constituyen una causa significativa de la reducción de la productividad en la industria ganadera como consecuencia del dolor y malestar que estas le ocasionan. El incremento de la incidencia de estas patologías está relacionado con la intensificación de la explotación. Una buena conformación de las pezuñas, así como un tejido córneo de buena calidad, proporcionarán resistencia a las influencias externas y permitirá, dentro de límites razonables la adaptación del animal a los nuevos sistemas de explotación y por lo tanto repercutirá positivamente en la producción láctea y longevidad de las vacas. En este trabajo se realizó la medición del crecimiento y desgaste en 19 hembras bovinas adultas de la raza Holstein Friesian durante un período de tres meses, con el fin de determinar el índice de crecimiento y desgaste del tejido córneo de la pezuña en el ganado bovino adulto estabulado y así obtener la diferencia entre ambos índices. Al finalizar éste estudio se pudo observar que la pezuña lateral tuvo un mayor índice de crecimiento y desgaste (0.59 cm) que la pezuña medial (0.24 cm); así mismo se encontró que el índice de crecimiento fue superior al desgaste, por lo que se determinó que es necesario practicar el recorte funcional de la pezuña para evitar su deformación y otros padecimientos que son consecuencia de ésta. Existen sobradas razones para prestarle una atención especial a la salud de las pezuñas.

2. INTRODUCCIÓN

Los aplomos de las vacas y la forma de sus pezuñas adquieren importancia fundamental en el bienestar del animal y por lo tanto en sus resultados productivos (1, 2).

Las cojeras en los bovinos constituyen una causa significativa de la reducción de la productividad en la industria ganadera, que se manifiesta por la baja en el consumo de alimento, pérdida de peso, disminución en la producción láctea y reducción de la actividad reproductiva como consecuencia del dolor y malestar que éstas le ocasionan (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

El incremento de la incidencia de las cojeras en los últimos años está relacionado con la intensificación de la explotación de los animales; los cambios en los sistemas de cría, alimentación y manejo, así como la presencia de agentes infecciosos por la falta de higiene y la conformación de la pezuña debido a factores genéticos han contribuido a la elevación alarmante de estos trastornos (2).

La aplicación masiva de la inseminación artificial y la transferencia de embriones, tienen el peligro potencial de perpetuar y aumentar los defectos de conformación conduciendo a un incremento aún mayor de las cojeras (10).

Una buena conformación de las pezuñas, así como un tejido córneo de buena calidad, proporcionarán resistencia a las influencias externas y permitirá, dentro de límites razonables, la adaptación del animal a los nuevos sistemas de explotación y por lo tanto repercutirá positivamente en la producción láctea y longevidad de las vacas (2, 10).

2.1. ANATOMÍA DE LA PEZUÑA

El pie del bovino se compone de dos dedos que están cubiertos por tejido córneo o pezuñas (2). La pezuña comprende la cápsula córnea y todo lo que ella contiene. Incluye la tercera falange, la porción distal de la segunda falange, el hueso sesamoideo distal o navicular, la bolsa podotrocLEAR, los ligamentos articulares y la parte terminal de los tendones flexores y extensores. El estuche córneo también envuelve el corion vascular así como el tejido subcutáneo, que se modifica en localizaciones específicas para formar el rodete coronario y la almohadilla plantar (1, 11).

Externamente la pezuña está formada por la pared o muralla, la suela y los talones. La muralla presenta dos bordes: coronario o superior y plantar o de apoyo; y dos superficies: externa o abaxial e interna o axial, estas dos superficies se unen cranealmente formando la superficie dorsal y caudalmente se unen a los talones. Ambos dedos se unen en el borde coronario de la región axial formando el espacio interdigital constituido por piel (10, 11, 12).

La suela se ubica en el borde distal, entre la pared axial y la abaxial y se extiende desde el ápice hasta los talones. Su forma es ligeramente cóncava hacia el espacio interdigital y es más pronunciado en vaquillas que en vacas y tiene un grosor de 5 a 10 mm (2,13).

La región posterior de la pezuña está totalmente encerrada por el tejido córneo de los talones incluyendo parte de la suela que constituye la porción plantar de los talones (9). La sustancia córnea de los talones es delgada y flexible, protege a la almohadilla plantar que es el amortiguador en el momento de la absorción del peso (1).

La línea blanca es la unión del borde de apoyo de la pared con la suela. Mide unos 2 mm de ancho es la estructura córnea más débil (2). La línea blanca abaxial empieza en los talones y termina en la punta o ápex donde comienza la

línea blanca axial que llega hasta el espacio interdigital. La línea blanca es de color grisáceo (1, 10, 11).

La superficie de apoyo está constituida por los talones y el borde distal de la superficie axial y abaxial de la muralla. Sobre una superficie lisa la pezuña descansa sobre el borde de apoyo de la pared (en mayor grado la abaxial y en una pequeña extensión de la axial) y en parte del tejido córneo de los talones (10).

El tejido córneo de la pezuña no tiene vasos sanguíneos ni nervios (11).

Por debajo del tejido córneo se encuentra el corion o dermis modificada, la cual contiene vasos sanguíneos y nervios que nutren y dan sensibilidad a la pezuña. El corion tiene dos estratos: papilar y reticular. El primero tiene gran cantidad de capilares interconectados, venas y vasos linfáticos además de tejido fibroelástico y colágeno. El segundo se encuentra en el borde coronario y se le conoce como periople (11).

La irrigación del pie es muy compleja e importante (1).

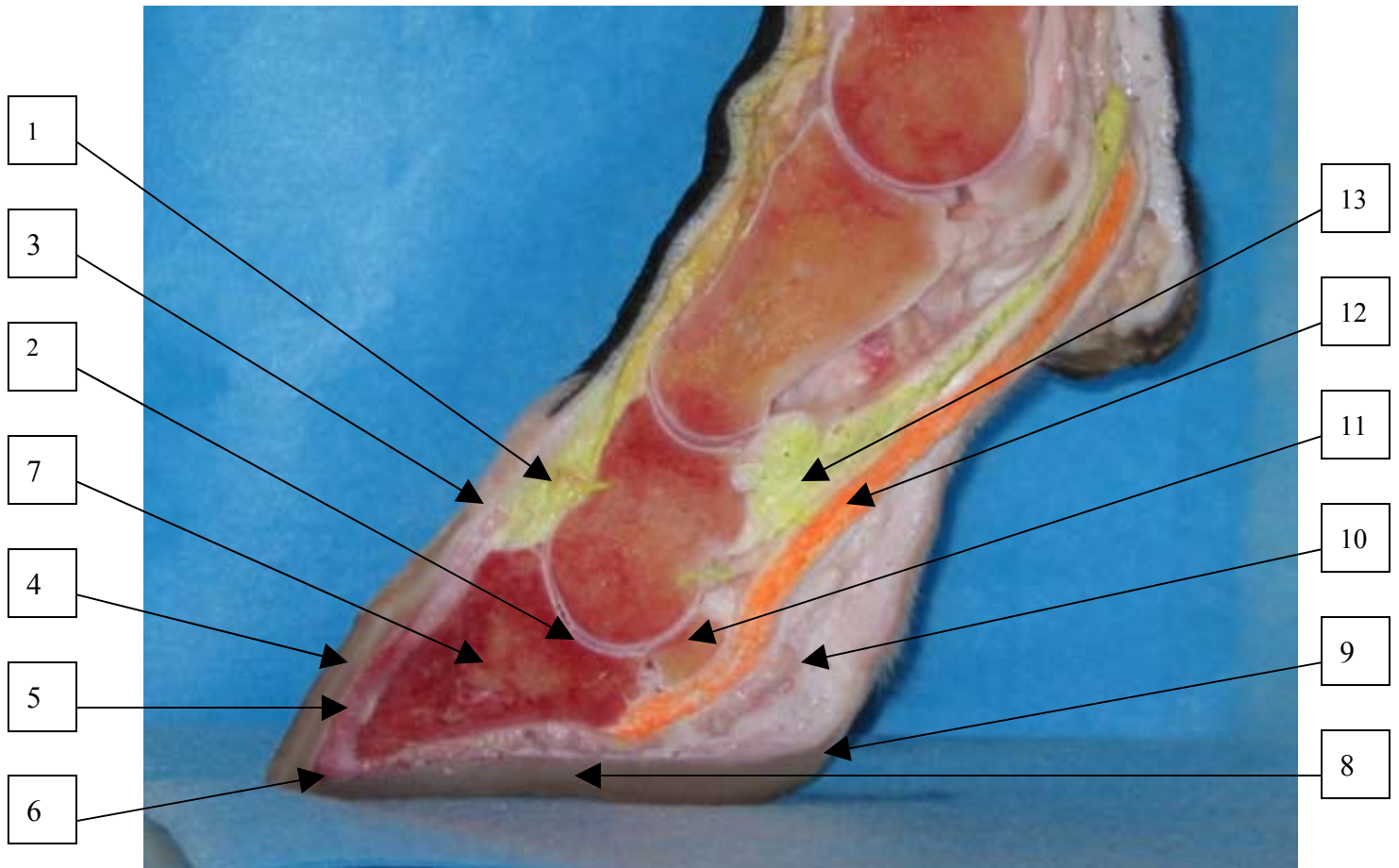


Fig. 1. Corte sagital de la pezuña. 1. Tendón extensor digital 2. Articulación interfalangeana distal 3. Corona 4. Pared 5. Corion 6. Línea blanca 7. Tercera falange o tejuelo 8. Suela 9. Talón 10. Cojinete digital 11. Sesamoideo distal o hueso navicular 12. Tendón flexor digital profundo 13. Tendón flexor digital superficial. (Cortesía de MVZ Rafael Ordóñez Medina).

2.2 FISIOLÓGÍA DE LA PEZUÑA

Por su constitución anatómica las pezuñas son responsables de amortiguar el impacto del peso del cuerpo contra el suelo. Cuando el animal apoya la extremidad, se produce una fuerza de choque con dos variantes que son: la gravitación por el animal y la contra-reacción del suelo. Mediante este mecanismo se transforma el efecto de presión en tracción y además, participa en la circulación sanguínea de la región, actuando como una bomba aspirante-impelente, ya que cuando se apoya expulsa sangre de la pezuña y cuando se eleva entra sangre, activando el metabolismo y nutrición del tejido córneo. La

deformación de la pezuña trae como consecuencia una mala regulación de las gravitaciones y contra reacciones, por lo que se puede predisponer a traumas y a una mala nutrición del corion. Estas anomalías causan debilidad en el estuche córneo, el cual se quiebra fácilmente, lo que permite la entrada de agentes patógenos que dañan aun más el pie del bovino (4, 10).

2.3. BIOMECANICA DEL PIE

Los miembros posteriores del bovino están conectados a la pelvis a través de la articulación coxofemoral. Esto crea una estructura esquelética muy rígida para soportar el tren posterior. Observando a los animales por detrás se visualiza que la distribución del peso es esencialmente la misma en las 4 pezuñas traseras. Cuando el animal camina, la distribución de peso se modifica y esos cambios son mayores en las pezuñas externas. Esta carga oscilante irrita al queratógeno que reacciona formando más sustancia córnea, o sea que, el dedo externo crece más porque soporta mayor peso. La situación de los miembros anteriores es muy diferente al haber mayor disposición anatómica del esqueleto y los tejidos blandos de la articulación escapulohumeral que amortiguan los efectos de una distribución variable de peso entre las pezuñas (1).

La porción frontal de las pezuñas soportan mayor peso que la porción caudal (2).

2.4. CARACTERISTICAS DE LA PEZUÑA

Calidad: es producto de las características del tejido córneo, de la forma de ésta y de la anatomía y fisiología de sus estructuras internas. La calidad de la pezuña se refiere a la baja susceptibilidad de ésta para enfermarse y a la poca o nula necesidad de cuidarla y está determinada por la producción de tejido córneo de buena calidad y resistencia. La calidad del tejido córneo depende de factores

internos como el aporte sanguíneo y de nutrientes y de factores externos como el medio ambiente (7, 14, 15).

Crecimiento: El tejido córneo de la pared tiene un índice de crecimiento de 5mm por mes como promedio, con un rango de 0.2 mm - 8.5 mm y el tejido córneo de la suela crece en promedio 3mm por mes. Sin embargo el crecimiento depende de factores raciales, nutricionales, medio ambientales y biomecánicos. El tejido córneo de las vacas estabuladas es mayor que el de las que están en pastoreo (5, 7).

Desgaste: el desgaste del tejido córneo de las pezuñas depende de su dureza, pero las superficies abrasivas como el concreto aumentan el índice de desgaste y si no se produce tejido córneo de buena calidad se favorece la presencia de lesiones en las pezuñas. Por lo tanto el conocimiento detallado del crecimiento y desgaste de las pezuñas es muy importante (9).

Conformación: La conformación de la pezuña se refiere a la forma de ésta y al tamaño que tiene con respecto al peso del animal y está relacionada con la longevidad, salud y producción de las vacas (2,9)

2.5. CRECIMIENTO Y DESGASTE DEL TEJIDO CORNEO DE LA PEZUÑA

La pezuña está formada por tejido córneo, el cual es tejido epidérmico modificado (queratinizado). El tejido córneo se produce en el estrato basal (germinativo) de la banda coronaria (periole) y tarda de ocho a diez semanas para alcanzar la superficie. En los bovinos adultos crece de 4 a 5 mm por mes y en los terneros crece de 6 a 12 mm por mes (1,7, 9, 11, 16, 17,18).

El crecimiento y el desgaste se miden colocando un punto de referencia en la pared de la pezuña (pintando, rayando o marcando de otra forma), el cual se va a monitorear cada determinado tiempo. El crecimiento se establece midiendo

de la marca colocada hacia la línea coronaria. El desgaste se determina midiendo la distancia que existe entre el punto de referencia y la punta de la pezuña. Los cambios en la distancia que se presentan durante las mediciones corresponden al crecimiento y desgaste respectivamente. En los bovinos sanos los índices de crecimiento y desgaste son similares. Diversos factores como la edad, sistema de crianza, estación, nutrición, medio ambiente y presencia de enfermedades sistémicas tienen influencia sobre el índice de crecimiento y desgaste de las pezuñas (16).

2.5.1 Factores fisiológicos:

El índice de crecimiento de las pezuñas es mayor en vacas jóvenes que en vacas viejas; así mismo el crecimiento del tejido córneo es mayor durante la primera lactancia que en la segunda (9).

Algunos autores opinan que la raza y sexo no tienen influencia sobre el crecimiento y desgaste de la pezuña, pero otros han encontrado que estos son mayores en las líneas Friesian que en las Hereford; y sugieren que esto se debe a que el ganado Friesian tiene un tejido córneo de textura más suave (9).

La insulina estimula el crecimiento de las pezuñas; la prolactina y los glucocorticoides lo inhiben (19).

2.5.2. Factores estacionales:

La estación del año y la nutrición son factores que intervienen en la producción de tejido queratinizado. El crecimiento del tejido córneo es un proceso cíclico, con un máximo de crecimiento durante las estaciones cálidas en donde la temperatura, manejo y cambios en la alimentación pueden contribuir a este patrón de crecimiento cíclico (9).

Es posible que el crecimiento del tejido córneo esté influenciado por los cambios que ocurren en el aporte sanguíneo durante la época invernal, ya que el

frío excesivo produce constricción de las arteriolas y dilatación de las anastomosis arteriovenosas por lo que cantidades importantes de sangre son transportadas de la circulación arterial a la venosa impidiendo que la sangre circule por el lecho capilar. Por lo tanto, las células productoras de tejido córneo no reciben la cantidad suficiente de oxígeno y nutrientes, dando como resultado un menor índice de crecimiento durante la época de frío (9).

2.5.3. Factores nutricionales:

El índice de crecimiento del tejido córneo es mayor en vacas lecheras alimentadas con raciones altas en proteína que en vacas sometidas a dietas bajas en ella, aunque el índice de crecimiento en novillos productores de carne disminuye cuando se someten a dietas ricas en proteína y que el índice de crecimiento se incrementa con dietas altas en energía (9).

La queratina (contenida en el tejido cornificado de la epidermis) es una proteína formada por aminoácidos como la cisteína, histidina y metionina que contienen gran cantidad de azufre, el cual determina el grado de queratinización (19).

El tejido córneo de la pezuña se produce por medio de un proceso complejo de diferenciación (queratinización) de las células vivas de la epidermis (estrato germinativo), las cuales al morir se cornifican y permanecen sin actividad metabólica. La queratinización está controlada y modulada por una gran variedad de moléculas y hormonas. Este proceso depende de un adecuado suministro de nutrientes, incluyendo vitaminas, minerales y microelementos (19).

Algunos estudios han examinado el efecto de la suplementación con metionina o sus análogos en el crecimiento y desgaste del tejido córneo de la pezuña. Las vacas que se suplementaron con hidroximetionina presentaron un mayor índice de crecimiento y las vacas suplementadas con metioninato de zinc tuvieron un menor desgaste de las pezuñas, aunque no hubo cambios en el índice de crecimiento (9).

El zinc es un mineral que juega un papel importante en la formación de proteínas y en el proceso de queratinización (6).

La vitamina A es necesaria para el crecimiento y mantenimiento de los tejidos epiteliales y la vitamina D interviene en el proceso de queratinización (19).

2.5.4. Factores medioambientales y de manejo:

La estabulación repercute en el índice de crecimiento y desgaste de las pezuñas. Los pisos rugosos estimulan el crecimiento, pero en particular a las pezuñas mediales de los miembros torácicos y a las laterales de los miembros pélvicos (9).

Los pisos de concreto no estimulan el crecimiento de las pezuñas, pero si incrementan el índice de desgaste (2, 4,).

El sobrecrecimiento de las pezuñas indica que existe un mayor índice de crecimiento que de desgaste o que existe una acelerada producción de tejido córneo a causa de la laminitis, principalmente subclínica (17).

La naturaleza de la superficie a la cual se expone el tejido córneo repercute en el índice de desgaste. El índice de crecimiento es superior en los animales estabulados que en el ganado en pastoreo, pero no se compensa por el alto índice de desgaste, ya que los animales estabulados en piso de concreto tienen un índice de desgaste superior en un 22 a 35% que los que están en pastoreo. Existe diferencia en el índice de desgaste dependiendo si los animales pisan suelos de concreto secos o húmedos. La presencia de humedad provoca un desgaste de aproximadamente el doble en comparación con los pisos secos, por lo que durante la época de lluvias se incrementa éste. El índice de crecimiento se incrementa con el recorte funcional, mientras que el índice de desgaste disminuye (9).

2.5.5. Factores anatómicos:

El índice de crecimiento es mayor en la región abaxial de la pezuña que en el borde dorsal y el talón. El índice de crecimiento y de desgaste es mayor en las pezuñas laterales que en las mediales. Las pezuñas de los miembros pélvicos crecen y se desgastan más que las de los miembros torácicos (9).

La distribución del peso no es similar en las pezuñas de los cuatro miembros. Las pezuñas de los miembros pélvicos sufren mayor impacto. Las pezuñas laterales de las patas traseras soportan más peso, por lo que se desgastan y crecen con mayor rapidez. Por el contrario, las pezuñas mediales de las patas delanteras son las que se afectan con mayor frecuencia (17).

2.6. DUREZA DEL TEJIDO CORNEO DE LA PEZUÑA

La dureza se define como la resistencia que tiene un material para ser penetrado por un objeto duro. La dureza del tejido córneo comúnmente se determina utilizando instrumentos que sirven para medir la dureza de materias industriales como el plástico y la piel en condiciones de laboratorio. A continuación se mencionan varios factores que influyen en la dureza del tejido córneo (9).

2.6.1. Factores medioambientales:

La dureza de la cápsula del tejido córneo depende de la cantidad de agua que contenga éste. La dureza disminuye conforme aumenta la humedad en el tejido (3, 4, 6).

Las pezuñas con menor cantidad de humedad son más duras y más resistentes a las lesiones y al desgaste. Las pezuñas con mayor cantidad de humedad tienen un mayor índice de desgaste. La humedad es mayor en las pezuñas traseras que en las delanteras (4).

2.6.2. Factores fisiológicos:

En comparación con el casco del caballo que es más suave en los estratos internos, la pezuña del bovino tiene la misma dureza en toda la pared. La pigmentación, que es una característica racial determina la calidad de la pezuña. El tejido pigmentado es 30% más resistente que el despigmentado (9).

2.6.3. Factores nutricionales:

Las vacas alimentadas con ensilado tenían pezuñas menos resistentes (4).

La acidosis ruminal provoca la muerte de bacterias ruminales cuyas toxinas actúan sobre el pododermo, al igual que la histamina que se libera en el rumen, favoreciendo así la presentación de laminitis (4, 6, 16).

Las vacas suplementadas con hidroximetionina tienen tejido menos duro en la región dorsal de la pared de la pezuña, lo que puede deberse a una menor cantidad de uniones disulfuro. Al analizar el tejido se encontró que había menor cantidad de cisteína (aminoácido azufrado) en la queratina. Las pezuñas afectadas por la laminitis tienen menor cantidad de cisteína y metionina (9). El tejido córneo con mayor cantidad de cisteína es más resistente (20).

El cobre es un mineral que activa la enzima tioloxidasa, la cual interviene en el proceso de queratinización al unir el azufre a la cisteína, lo que determina la dureza y rigidez de la matriz celular queratinizada; el selenio inhibe la unión azufre-cisteína durante el proceso de cornificación, dando como resultado un tejido córneo de mala calidad (19).

La vitamina E es importante para mantener la integridad de los tejidos queratinizados. Su deficiencia repercute en la calidad del tejido córneo de la pezuña (19).

La suplementación con biotina repercute significativamente aumentando la dureza del tejido córneo de la pared abaxial y talón (16).

La desnutrición impide una adecuada queratinización (19).

2.6.4. Factores de manejo:

Las pezuñas de los animales estabulados en pisos de concreto tienen mayor humedad y menor dureza (9).

Los baños podales con formalina al 3% o cobre al 10% endurecen las pezuñas al deshidratar el tejido córneo. Su utilización cada 20 a 25 días es benéfica; se aplica por 3 días consecutivos y si se prolonga la exposición durante varios días seguidos, puede provocar irritación de la piel y favorecer la entrada de gérmenes (6).

2.6.5. Factores anatómicos:

El tejido córneo está compuesto por células tubulares (tubos córneos) y material intertubular. Cada tubo córneo tiene su origen en la epidermis y el diámetro y densidad de éstos, así como la relación entre la corteza y la médula determinan la calidad del tejido córneo. Un promedio de 80 y 16 tubos córneos por mm² en el borde dorsal de la pared y en el área de la suela respectivamente corresponde a un tejido de buena calidad. Una cantidad menor de tubos por mm² permite que el material intertubular almacene más agua (3, 7, 11, 19).

Las diferentes regiones de la pezuña varían en dureza, las paredes son las más duras y la suela la más suave, sin embargo, todas ellas son capaces de absorber agua y reblandecerse (3). La dureza de la suela es superior en el ápice inferior hacia los talones (11).

La línea blanca es el sitio de unión entre la pared y la suela, está formada por tubos córneos grandes, con médula amplia; por lo tanto es un sitio débil (19).

Las pezuñas delanteras son más duras que las traseras. Una suela suave puede ser más resistente al desgaste abrasivo provocado por el piso de concreto porque es más hábil para expandirse y contraerse; sin embargo, provee de poca protección a las estructuras internas al impacto producido por el peso del animal (9).

2.7. CONFORMACIÓN DE LA PEZUÑA

2.7.1 *Determinación de la conformación:*

Calificación visual. Esta técnica subjetiva se ha utilizado en el ganado lechero para determinar anomalías en la conformación. Este método no permite detectar de manera eficiente defectos en la locomoción y conformación (9).

Durante el apoyo es cuando más se debe tener en cuenta las modificaciones en la forma del estuche córneo y su contenido. El apoyo normal de la pezuña se caracteriza por la dilatación de los talones, el movimiento hacia atrás de la superficie dorsal de la pared, la disminución de la altura de la pezuña, el hundimiento de los talones y la suela, y el ensanchamiento del espacio interdigital (4).

Medidas reales. Las estructuras que se miden son las siguientes:

- Ángulo anterior (ángulo dorsal de la pezuña). Es el ángulo que se forma entre la superficie dorsal de la pezuña y la superficie del suelo.
- Longitud de la superficie dorsal. Distancia que hay del periople (unión entre la piel y el tejido córneo) al ápice de la pezuña.
- Altura del talón (profundidad del talón). La distancia que hay entre la superficie del suelo a la unión piel - tejido córneo en el extremo plantar o palmar del bulbo de las pezuñas traseras o delanteras, respectivamente.
- Ancho de las pezuñas. Distancia mayor que existe entre la pared axial y abaxial de la pezuña y la unión suela - bulbo.
- Longitud de la pezuña (Longitud de la suela). Distancia entre la pared abaxial y el bulbo y que está en contacto con el piso.
- Proporción pared anterior / pared posterior. Se calcula dividiendo la altura de la pared anterior entre la altura de la pared posterior.
- Longitud diagonal. Distancia del ápice del dedo al periople del talón.

- Área de la suela. Un método para medirla es haciendo la impresión de la huella en papel. El área se calcula multiplicando la longitud por el ancho (9).

El ángulo anterior es de 45 a 50°; la longitud de la muralla es de $\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$ de la longitud de la suela; la relación entre la altura de la pared anterior y posterior de la pezuña debe ser de 2:1; la longitud de los talones representa la tercera parte de la longitud de la suela; y la suela tiene una concavidad en el borde axial (4, 6).

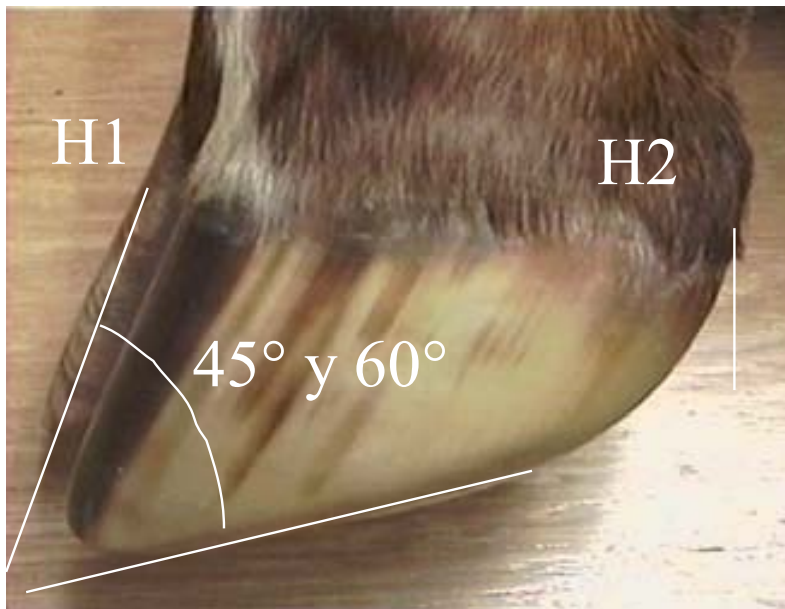


Fig. 2. El ángulo anterior es el formado por la unión de la pared anterior (H1) con la suela. Este ángulo ofrece un buen modelo sobre la forma de la pezuña y sirve de guía junto con la relación de la pared anterior (H1) y posterior (H2) para la determinación de una pezuña puntiaguda (menor de 45 grados) o roma (mayor de 60 grados). (Cortesía de MVZ Rafael Ordóñez Medina).

Dimensiones de la pezuña del ganado lechero

<i>Tipo de animal (Referencia)</i>	<i>Angulo dorsal Pezuña delantera</i>	<i>Angulo dorsal Pezuña trasera</i>	<i>Longitud del borde dorsal mm</i>	<i>Altura de los talones Mm</i>
Vacas Holstein de una o más (McDaniel <i>et al.</i> , 1984)	50°	55°	70 - 75	>24
Vacas Holstein de una o más lactancias (Hahn <i>et al.</i> 1984)	-	42 - 45°	60 - 70	34 - 44
Vacas Holstein de primera lactancia (17eterse, 1986)	-	48°	75	35
Vacas Holstein de primera lactancia (Smith <i>et al.</i> 1986)	-	47°	74	33
Vaquillas próximas al parto (Vermunt, 1990)	54°	51	75	33

(9).

2.7.2. Factores que tienen influencia sobre la conformación de la pezuña:

Factores genéticos. Se ha observado que existe variación en la forma de las pezuñas en animales de la misma raza. La conformación tiene una heredabilidad de 0.16 (21). Este aspecto debe considerarse al seleccionar a los sementales para los programas de inseminación artificial o empadre (2).

Para examinar la heredabilidad de la calidad de las pezuñas se debe disponer de ciertos datos que indiquen esta característica de la mejor forma posible; estos datos son: la frecuencia y la severidad de las cojeras. Si se toman en cuenta ciertas características de selección como aplomos, estructura y forma de los miembros y las pezuñas, se puede presumir que existe una relación entre esta característica y la calidad de la pezuña. Debemos saber como influyen otros factores, tales como condiciones de manejo, condiciones de estabulación. No se conoce mucho acerca de la heredabilidad de los principales problemas de cojera (13).

Edad (número de lactancias). Se ha encontrado que la forma de la pezuña varía de acuerdo a la edad y las dimensiones de ésta varían en la etapa de crecimiento. Los ángulos de la pezuña disminuyen y la longitud del borde dorsal y el área de la suela aumentan con la edad. Los animales más pesados tienen pezuñas más grandes. La forma de la pezuña es producto del índice de crecimiento y desgaste (4, 17).

Manejo. El confinamiento ocasiona mayor daño a las pezuñas que el pastoreo. Las vacas alojadas en instalaciones confortables tienen pezuñas más fuertes y mejor conformadas. Los bovinos alojados en establos con pisos de tierra tienen un índice de crecimiento mayor. Las dietas ricas en proteína y energía están asociadas a talones altos y pezuñas largas (9).

La forma de la pezuña depende en parte del recorte funcional. El recorte incorrecto ocasiona problemas; el recorte correcto restaura la forma apropiada de la pezuña y la distribución equilibrada del peso en ambos dedos de la pezuña (3).

Anatomía. Idealmente las pezuñas debieran ser simétricas para que soporten todas el mismo peso, pero las pezuñas laterales de las patas traseras y las mediales de las patas delanteras son más largas que las del lado opuesto. Las pezuñas traseras laterales tienden a ser más anchas que las mediales. La asimetría de las pezuñas se incrementa con la edad y el número de lactancias (2).

La forma de la pezuña como tal predispone a lesiones, pero al mismo tiempo se ve influenciada por éstas, por lo que deberá determinarse la conformación cuando la pezuña esté sana. La importancia de la conformación de la pezuña radica en que existe correlación entre una mala conformación y la presencia de lesiones, por ejemplo las pezuñas alargadas y los talones altos están relacionados con las úlceras de la suela. Una buena conformación se relaciona con bovinos más longevos y productivos (9).

2.8. CRECIMIENTO ANORMAL DE LA PEZUÑA

Pezuña contraída (en tirabuzón): Es una condición hereditaria que afecta a las pezuñas frontales y traseras, pero con mayor frecuencia afecta a la pezuña lateral del miembro pélvico. Es el resultado de la alineación y angulación defectuosas de la falange distal, que ocasionan una excesiva presión al corion entre la suela y la línea blanca, que el tejido córneo sea más delgado en esta zona y una hemorragia de la suela. Como consecuencia, la pared de la pezuña se dirige hacia la suela adquiriendo la forma de un tirabuzón (1, 7, 10).

Las pezuñas contraídas deben diferenciarse de los cambios producidos por la laminitis crónica y el sobrecrecimiento de las pezuñas de las vacas estabuladas (pezuña de establo). Los cambios característicos en la pezuña contraída son: la pared abaxial no es perpendicular a la superficie del piso y se desplaza hacia la región axial y se curva bajo la suela, desplazando a la suela axial dorsalmente; la pared abaxial forma parte de la superficie de apoyo y el dedo se encuentra elevado y rotado en dirección de las manecillas del reloj; generalmente la pezuña contraída está más crecida que la adyacente (7, 10).

Pezuñas de establo: El excesivo crecimiento es consecuencia de la alimentación y estabulación a las que se somete al ganado productor de leche. La pared abaxial crece en exceso y la punta de la pezuña que crece más lentamente se separa del suelo, dejando de sufrir desgaste. Al haber mayor crecimiento, la mayor parte del peso es soportado por las pezuñas traseras laterales y por las delanteras

mediales. El crecimiento se nota en la parte anterior de la pezuña, que es más dura y tiene un índice de crecimiento mayor y se desgasta menos. Por el contrario, el tejido córneo de los talones es más suave, crece más lento y se desgasta más. Como resultado la pezuña se alarga hacia delante y el eje digital está desviado hacia atrás, por lo que el apoyo se desplaza hacia los talones. El ángulo anterior disminuye a 30° ó menos y la altura de la pared anterior sobrepasa el doble de la posterior. La suela también padece el sobrecrecimiento. A diferencia de los humanos que desarrollan callosidades en las áreas de mayor apoyo, las vacas producen más tejido córneo. La deformidad se exagera en las vacas que padecen laminitis o se encuentran alojadas en pisos de concreto. Este problema se soluciona con el recorte correctivo de las pezuñas, cuyo fin es restablecer los puntos de apoyo para que el peso se distribuya de manera uniforme en ambas pezuñas de los cuatro miembros (7, 10, 11, 14, 17).

Laminitis: Está asociada a la presentación de acidosis ruminal la cual es causada por dietas ricas en carbohidratos. La heredabilidad varía del 0.14 al 0.22. La laminitis afecta al tejido productor de queratina que se encuentra en el corion dando como resultado uno o los cuatro tipos de tejido afectado:

- a) Anormalidades de la pared: presencia de canaladuras horizontales en la pared dorsal y abaxial, que predisponen a fisuras. Desviación y malformación de la pared como consecuencia de la mala calidad del tejido córneo que es incapaz de soportar la presión que ejerce el peso del animal, por lo tanto la pared dorsal se desvía cranealmente llegando a producir la rotación de la falange;
- b) Lesiones en la suela: úlcera de la suela (úlceras de Rusterholtz), absceso subsolar y doble suela; en general ocasionadas por la presión que ejerce la falange rotada y la falta de producción de tejido córneo;
- c) Lesiones de la línea blanca: la separación de la línea blanca se debe a la producción de tejido de menor calidad ocasionada por la coriosis, que da como resultado un tejido más débil que puede llegar a separarse, permitiendo la entrada de piedras y otros materiales, situación que predispone a las infecciones y

formación de abscesos. Las hemorragias de la línea blanca se deben al rompimiento del tejido;

d) Lesiones en el tejido del talón: la producción de tejido córneo de mala calidad en esta zona, favorece la erosión mecánica y la dermatitis interdigital. La pérdida de tejido llega a dejar descubierto al corion, ocasionándole inflamación. Como existe pérdida de tejido córneo, hay disminución de la superficie de apoyo (1, 4, 6, 7, 10).

Sobrecrecimiento plantar (callo plantar): Las lesiones solares crónicas además de estimular el crecimiento de la suela, por el dolor que produce impide que se apoye correctamente evitando su desgaste. Esta lesión se presenta como una protuberancia córnea en la suela que actúa como un cuerpo extraño incrementando el dolor de la lesión original. Se corrige eliminando el tejido córneo anormal mediante el recorte correctivo (6).

Erosión del talón: Es una lesión provocada por la pérdida de la queratina que existe en esta región, transformándose en un material duro, oscuro y con fisuras que cubre el talón e incluso puede extenderse a la parte posterior de la suela. Está asociada a las instalaciones húmedas y poco higiénicas. Con frecuencia se asocia a la dermatitis digital o interdigital ocasionada por el *Dichelobacter nodosus*. No suele producir claudicación. Es un hallazgo durante el recorte funcional o correctivo. Debe retirarse el tejido afectado para evitar que la lesión avance y se transforme en necrosis o putrefacción del talón (4, 6).

2.9. RECORTE FUNCIONAL (PREVENTIVO) DE LAS PEZUÑAS:

El recorte preventivo de la pezuña en las vacas estabuladas es una medida muy importante, ya que estos animales caminan poco y no producen el desgaste natural de la pezuña lo que predispone a distintas patologías (6).

Muchas vacas requieren de 1 a 2 recortes por año, otras necesitarán más de dos. La mayoría de las veces se realiza el recorte una vez al año en el período

seco de la vaca. A mediados de la lactancia debe hacerse la evaluación de las pezuñas y en caso necesario realizar el recorte nuevamente (2, 4, 6).

Los objetivos del recorte preventivo de las pezuñas son:

1. Recorte del tejido crecido que no se ha desgastado para despejar los talones y espacio interdigital para evitar zonas de anaerobiosis.
2. Restauración de los puntos de apoyo de cada una de las pezuñas, para establecer un reparto equilibrado del peso en cada pezuña y entre las dos pezuñas de cada miembro.
3. Corrección de lesiones iniciales (1, 17).

El siguiente plan de recorte de seis pasos es recomendado:

Paso 1. Evaluación de la longitud de las pezuñas. Como la pezuña anterior medial representa a la pezuña normal se usa como modelo. La pared frontal de esta pezuña debe tener una longitud de 7.5 cm en las vacas Holstein-Friesian. El grosor de la suela debe tener un mínimo de 5 a 7 mm. Solo si la pezuña tiene mayores dimensiones deberá de recortarse el exceso. Respete el talón de la pezuña medial en lo posible.

Paso 2. Tomando como guía la pezuña delantera interna se realiza el recorte de las otras, dejándolas de la misma longitud. El grosor de la suela deberá ser similar al de la pezuña de referencia. Los puntos de apoyo deberán localizarse en la parte frontal de la pezuña y no en los talones.

Paso 3. Consiste en dar forma a la concavidad en la región axial de la suela, para reducir la presión en esta estructura.

Paso 4. Balance de los talones. Los puntos de apoyo deberán ubicarse a lo largo de las paredes de la pezuña. Hasta aquí termina el recorte preventivo o funcional, los dos pasos siguientes se refieren al recorte correctivo:

Paso 5. La pezuña dañada (con úlcera de la suela, por ejemplo) deberá recortarse hasta que quede de menor longitud que la sana, para que el peso recaiga en esta última y la afectada se recupere. En caso necesario se aplicará un tacón en la pezuña sana para evitar que la afectada soporte peso.

Paso 6. En presencia de lesiones del tejido córneo es necesario remover el tejido perdido (separación de la suela) y el tejido erosionado (de los talones) para que sea sustituido por tejido sano. El recorte deberá realizarse de manera suave y se evitará la remoción de tejido sano o la realización de hoyos que dañen al corion.

Cuando hay sangrado del tejido deberá suspenderse el recorte. Los animales que no responden o empeoran después del recorte correctivo deberán ser reexaminados (1, 17).

Figura 3. La imagen muestra el momento en que se realiza el recorte en una pezuña con dimensiones superiores de la pared anterior.



Figura 4. Se debe tomar de referencia la pezuña delantera para realizar el recorte de las otras, dejándolas de la misma longitud.



Figura 5. Se muestra como se logra la concavidad en la región axial de la suela, para reducir la presión en esta estructura.



Figura 6. Se debe dar balance a los talones. Los puntos de apoyo deberán ubicarse a lo largo de las paredes de la pezuña.



Figura 7. En presencia de lesiones del tejido córneo es necesario remover el tejido perdido para que sea sustituido por tejido sano.



Figura 8. En caso necesario se aplicará un tacón en la pezuña sana para evitar que la afectada soporte peso.



3. OBJETIVOS

1. Determinar el índice de crecimiento mensual del tejido córneo de la pezuña del ganado bovino adulto estabulado.
2. Determinar el índice de desgaste mensual del tejido córneo de la pezuña del ganado bovino adulto estabulado.
3. Determinar la diferencia entre ambos índices.
4. Con base a los resultados proponer un programa de recorte funcional (preventivo) para evitar la presentación de lesiones e infecciones en los tejidos contenidos en la pezuña.

4. MATERIALES Y MÉTODO

Material biológico: Material biológico:

El trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, situado en el kilómetro 2.5 de la carretera Cuautitlán - Teoloyucan, perteneciente al municipio de Cuautitlán Izcalli en el Estado de México. Se ubica geográficamente entre las coordenadas 19° 40´ 50´´ de latitud oeste y 99° 11´ de longitud oeste a una altitud de 2252 m snm. El clima de esta región es templado subhúmedo con lluvias en verano. El régimen pluvial medio anual oscila entre los 600 y 800 mm³. Y los principales meses de precipitación son: junio, julio, agosto y septiembre. La temperatura media anual es de 12 -16 ° C con una temperatura máxima de 27.8 ° C en Mayo y una mínima de 5 ° C en los meses de Diciembre y Enero. Es propio mencionar que trabajo fue realizado durante la época de invierno.

Se utilizaron 19 vacas de la raza Holstein-Friesian. Dichas vacas cuentan con una edad promedio de 4.6 años, que se encuentran alojadas en corrales con piso de concreto y echaderos de arena. La dieta administrada incluye forrajes (ensilado de maíz, alfalfa, avena y pasto Orchard) y un suplemento con concentrado comercial con 18% de proteína cruda, que se proporciona de acuerdo a la producción láctea.

Materiales diversos:

Para poder realizar este trabajo se utilizó un cepillo de cerdas duras, una segueta, pintura esmaltada roja, pincel y una cinta métrica.

MÉTODO

Se anotó el número de identificación de los animales que se incluyeron en este trabajo, posteriormente se realizó el lavado de las pezuñas laterales y mediales de uno de los miembros pélvicos. Con ayuda de una segueta se marcó en la pared anterior de las pezuñas realizando un pequeño corte horizontal de 1 mm de profundidad aproximadamente, de manera que no causó daño al tejido córneo, luego se aplicó pintura esmaltada roja con un pincel en la marca.

Se realizó la medición de la distancia que hay entre la marca y el borde coronario, así como de la distancia que hay entre la marca y el borde plantar, los datos se anotaron en una tabla de registro. Cada 4 semanas se realizaron mediciones hasta llegar a un número de 4; esto debido a que los índices de crecimiento y desgaste se mantuvieron constantes en cada medición. Los datos obtenidos se anotaron en la tabla de registro y se verificó que la marca fuera visible. En caso necesario se remarcó con la pintura esmaltada.

Al concluir el total de mediciones, se determinó el índice de crecimiento y desgaste trimestral mediante la prueba estadística de datos agrupados y distribución de frecuencias; En función de los resultados se determina la necesidad de realizar el recorte funcional (preventivo).

Figura 9. Previo a realizar cada medición se lavaron las pezuñas con agua.



Figura 10. Para limpiar la pared anterior de la pezuña se cepilló el tejido córneo.



Figura 11. La imagen muestra el momento en que se realizó la marca con una sequeta.



Figura 12. Se muestra la forma de cómo se tomaron las mediciones



5. RESULTADOS

Tabla 1. Índices de crecimiento y desgaste del tejido córneo de la pezuña del miembro pélvico.

Número de identificación	Índice de crecimiento cm		Índice de desgaste cm	
	Pezuña medial	Pezuña lateral	Pezuña medial	Pezuña lateral
123	2.6	1.6	1.4	1.3
126	2.2	1.7	1.5	1.0
132	1.5	1.9	1.2	1.2
133	1.9	1.9	2.0	1.3
142	2.1	1.6	1.6	2.0
396	1.2	3.0	1.8	1.3
509	1.0	2.2	0.7	1.4
539	1.7	1.7	1.0	1.0
562	1.2	1.5	0.3	0.3
588	0.6	0.6	0.5	0.3
846	1.5	1.9	1.1	0.7
850	2.0	0.9	2.1	0.5
853	1.5	2.8	1.9	1.3
859	2.4	2.1	2.3	2.0
861	2.0	2.2	1.2	1.5
863	0.7	1.7	0.4	1.5
864	2.5	1.4	2.5	1.5
870	1.7	2.4	2.5	1.8
886	2.3	2.0	2.1	1.0
\bar{X}	1.71	1.84	1.47	1.25
S	0.48	0.57	0.69	0.50
s^2	0.24	0.32	0.49	0.25

En esta tabla se muestra en cm el promedio que hubo de crecimiento y desgaste de cada una de las vacas y al final de cada columna se puede observar el promedio general de las 19 vacas.

La diferencia entre el índice de crecimiento y desgaste de la pezuña medial en promedio fue de 0.24 cm en un período de tres meses.

La diferencia entre el índice de crecimiento y desgaste de la pezuña lateral en promedio fue de 0.59 cm en un período de tres meses.

Tabla 2. Distribuciones de frecuencia, frecuencia acumulada, frecuencia relativa y frecuencia relativa acumulada del crecimiento de la pezuña medial del miembro pélvico.

Intervalos de clase	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
0.6 - 1.0 cm	3	3	0.158	0.158
1.1 - 1.5 cm	5	8	0.263	0.421
1.6 - 2.0 cm	5	13	0.263	0.684
2.1 - 2.5 cm	5	18	0.263	0.947
2.6 - 3.0 cm	1	19	0.053	1.000
Total	19		1.000	

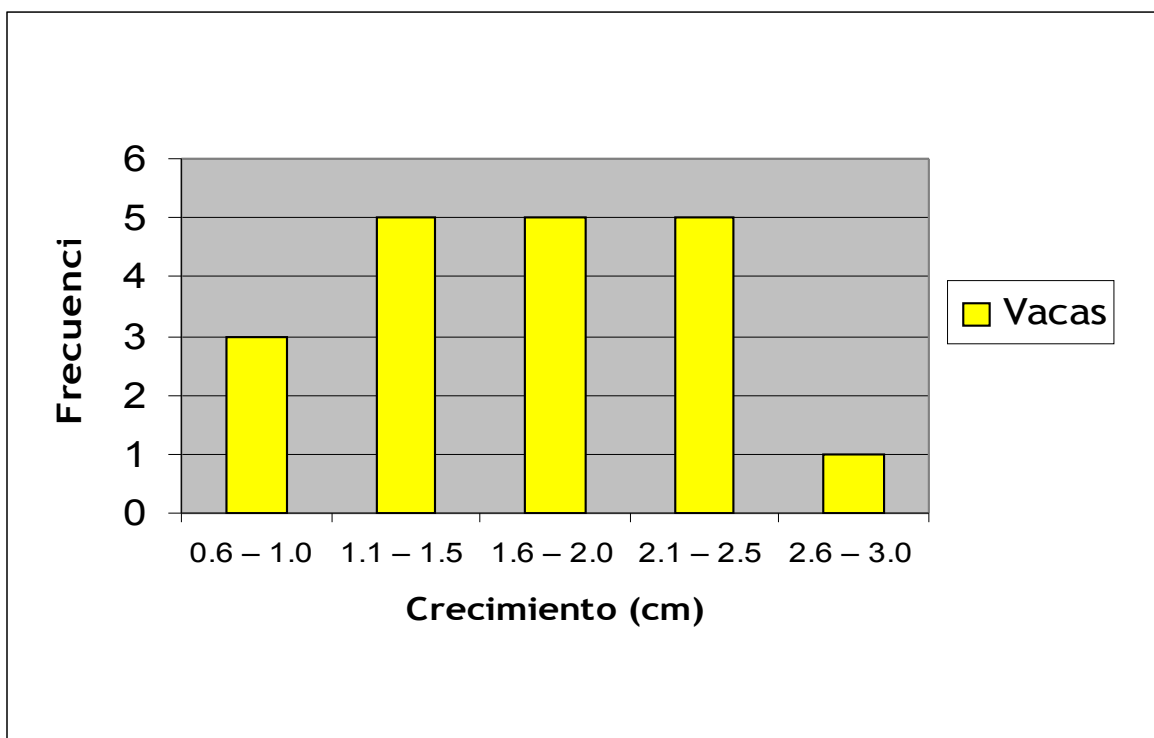


Figura 13. Índice de crecimiento de la pezuña medial del miembro pélvico. En la tabla 2 y figura 13 se observa que fue más frecuente el crecimiento entre 1.1 y 2.5 cm, es decir, de las 19 vacas se encuentran dentro de este rango de crecimiento.

Tabla 3. Distribuciones de frecuencia, frecuencia acumulada, frecuencia relativa y frecuencia relativa acumulada del crecimiento de la pezuña lateral del miembro pélvico.

Intervalos de clase	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
0.6 - 1.1 cm	2	2	0.105	0.105
1.2 - 1.7 cm	7	9	0.368	0.473
1.8 - 2.3 cm	7	16	0.368	0.841
2.4 - 2.9 cm	2	18	0.105	0.946
3.0 - 3.5 cm	1	19	0.054	1.000
Total	19		1.000	

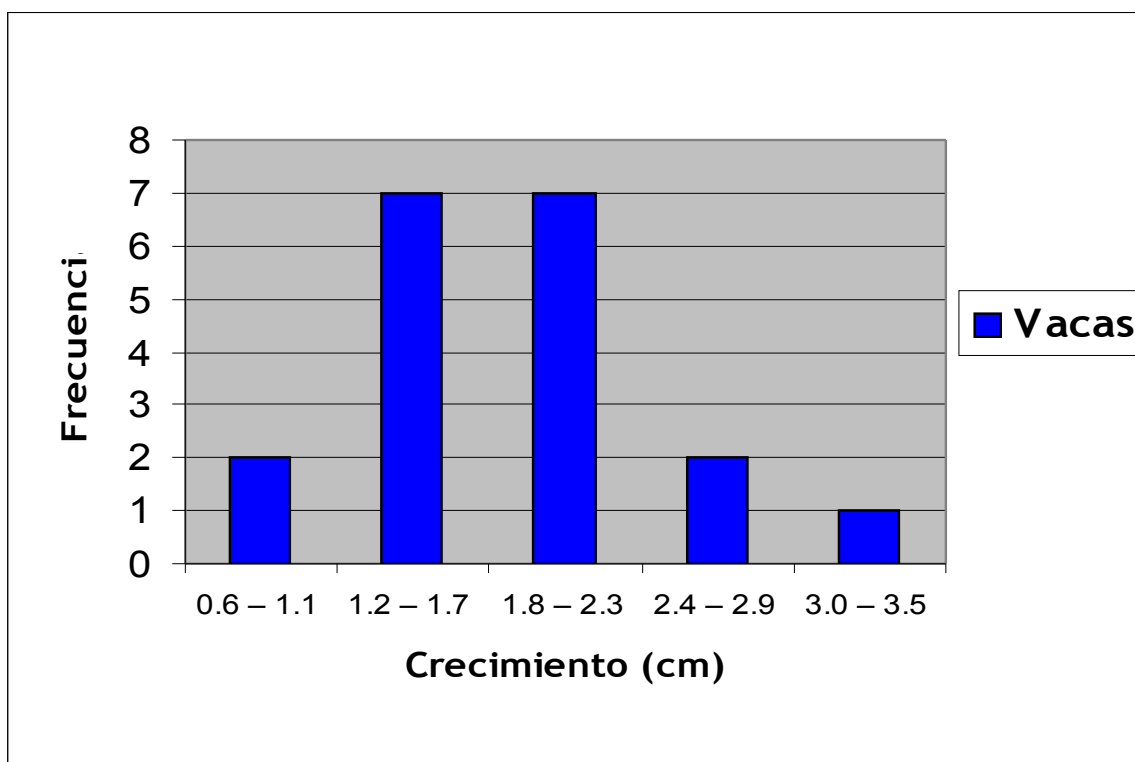


Figura 14. Índice de crecimiento de la pezuña lateral del miembro pélvico.

En ambas (figura 14 y tabla 3) se observa que el crecimiento del tejido córneo se presentó de manera más frecuente entre 1.2 y 2.3 cm, es decir en 14 de las 19 vacas, lo cual indica que la mayoría, tiene un promedio de crecimiento de la pezuña lateral del miembro pélvico de 1.75cm.

Tabla 4. Distribuciones de frecuencia, frecuencia acumulada, frecuencia relativa y frecuencia relativa acumulada del desgaste de la pezuña medial del miembro pélvico.

Intervalos de clase	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
0.3 - 0.7cm	4	4	0.210	0.210
0.8 - 1.2 cm	4	8	0.210	0.420
1.3 - 1.7 cm	3	11	0.158	0.578
1.8 - 2.2 cm	5	16	0.263	0.841
2.3 - 2.7 cm	3	19	0.158	0.999
Total	19		0.999	

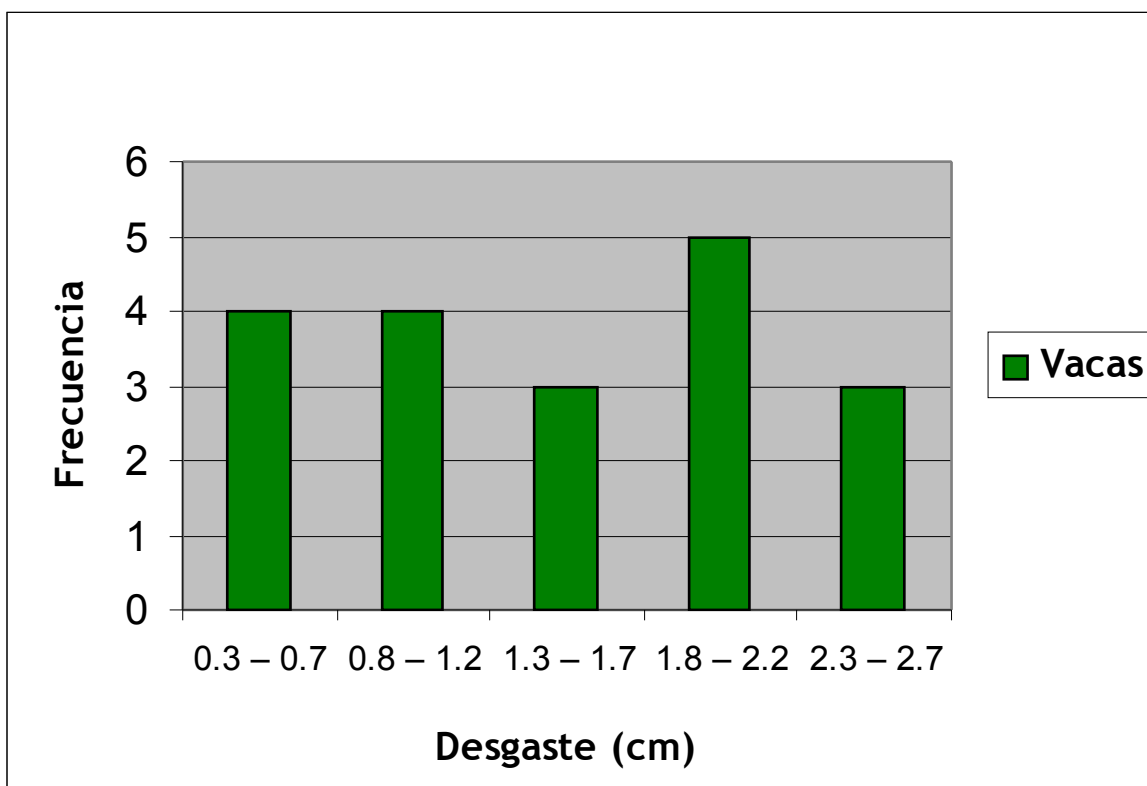


Figura 15. Índice de desgaste de la pezuña medial del miembro pélvico. En la tabla 4 y figura 15 se indica que el mayor índice de desgaste se dio entre el 1.8 y 2.2 cm.

Tabla 5. Distribuciones de frecuencia, frecuencia acumulada, frecuencia relativa y frecuencia relativa acumulada del desgaste de la pezuña lateral del miembro pélvico.

Intervalos de clase	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
0.3 - 0.6cm	3	3	0.158	0.158
0.7 - 1.0 cm	4	7	0.210	0.368
1.1 - 1.4 cm	6	13	0.316	0.684
1.5 - 1.8 cm	4	17	0.210	0.894
1.9 - 2.2 cm	2	19	0.105	0.999
Total	19		0.999	

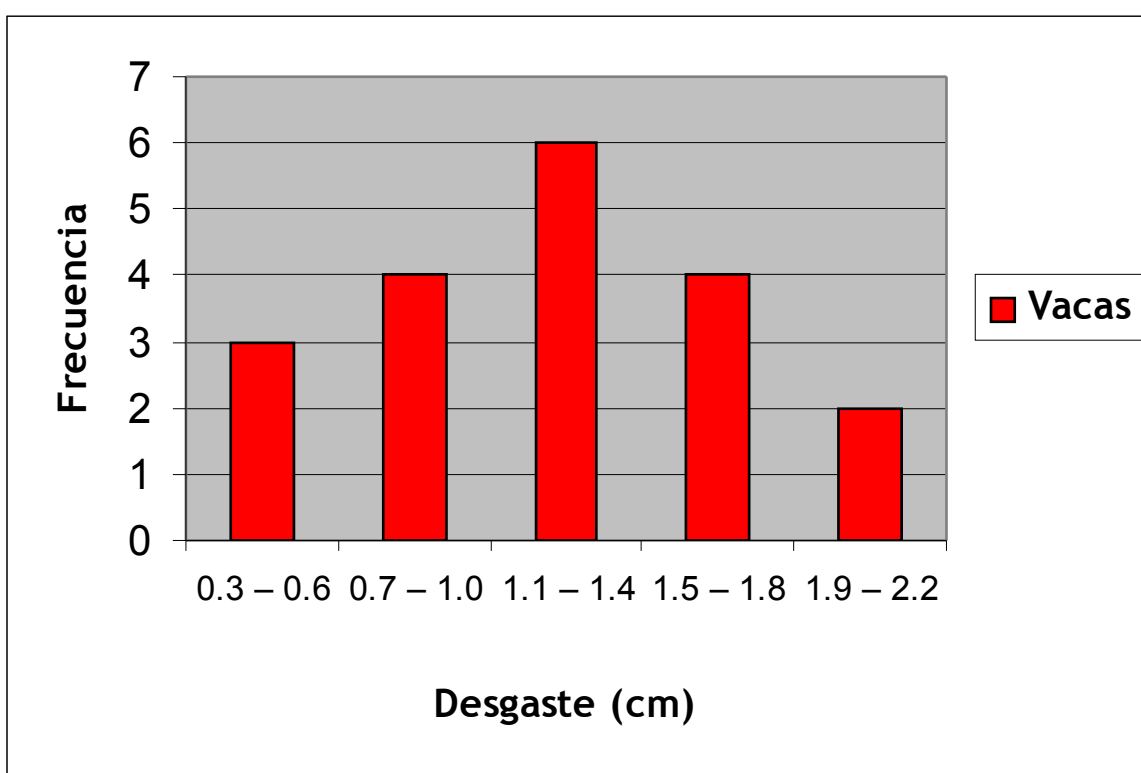


Figura 16. Índice de desgaste de la pezuña lateral del miembro pélvico. Se nota en la tabla 5 y figura 16, como es que el mayor índice de desgaste se encuentra entre el 1.1 y 1.4 cm.

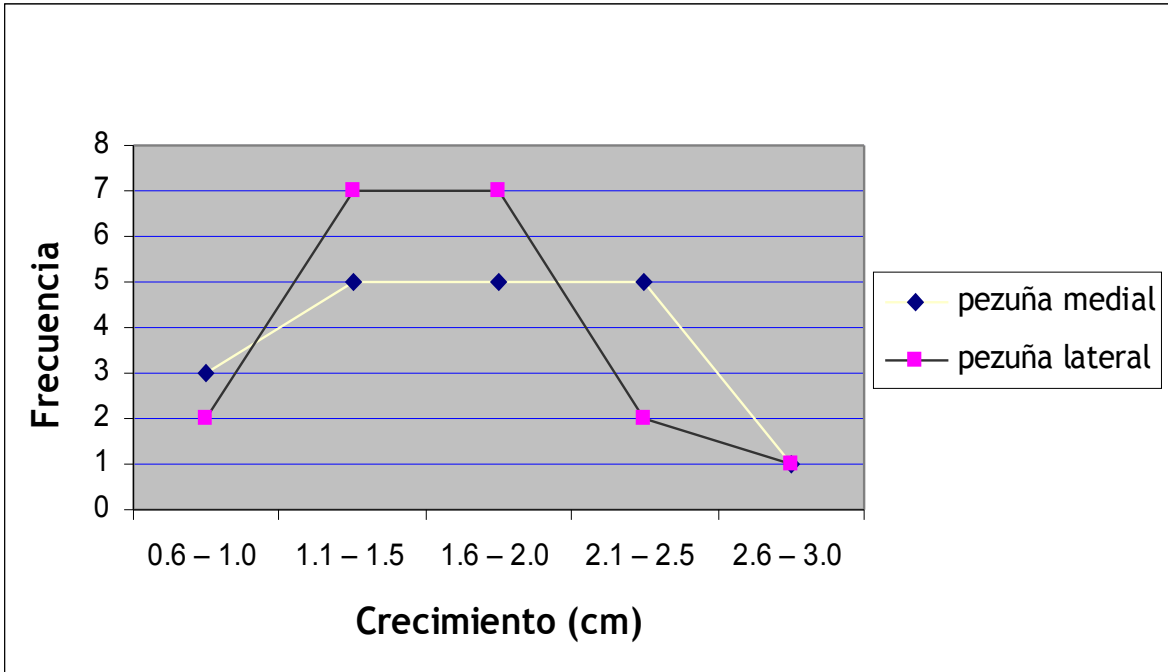


Figura 17. Índice de crecimiento. Ésta gráfica muestra que fue mayor el crecimiento del tejido córneo en la pezuña lateral.

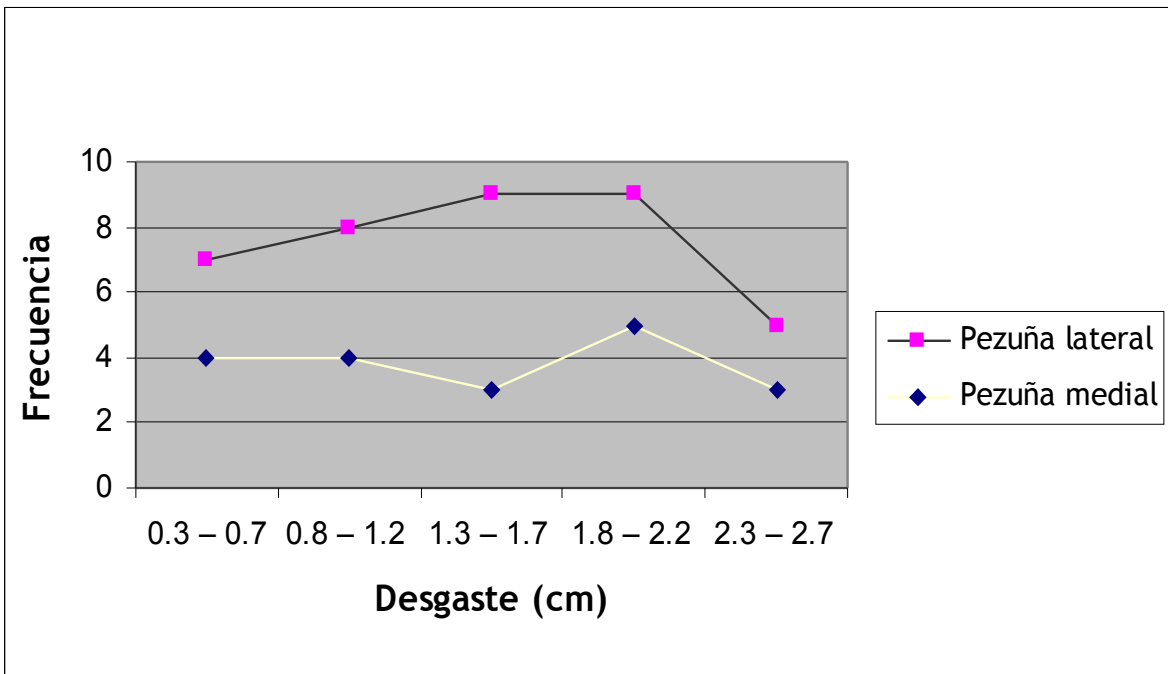


Figura 18. Índice de desgaste. Se aprecia como la pezuña lateral tiene un mayor desgaste que la pezuña medial.

6. DISCUSIÓN

El índice de crecimiento del tejido córneo de las pezuñas medidas en este trabajo fue de 0.5 cm por mes, lo que coincide con lo reportado por Acuña (2005), Greenough (1997), Howard (1999), Shearer (2000), Van Amstel (2001) y Vermunt (1995), quienes reportan que en los bovinos adultos el tejido córneo de la pezuña crece de 4 a 5 mm mensualmente.

El índice de crecimiento de la pezuña lateral del miembro pélvico fue superior al de la pezuña medial del mismo miembro, lo que coincide con lo reportado por Shearer (2000), Vermunt (1995) y Greenough (1997); sin embargo se encontró que el índice de desgaste fue superior en las pezuñas mediales lo que no coincide con lo que reportan estos autores, ya que ellos afirman que las pezuñas laterales de los miembros pélvicos sufren mayor desgaste.

La diferencia entre el índice de crecimiento y el índice de desgaste del tejido córneo de las pezuñas que se observó en este trabajo puede deberse a factores como la estabulación, el tipo de piso, la humedad, el tipo de alimentación, entre otros, como señalan Howard (1999), Tomlinson (2004) y Vermunt (1995), quienes reportan que las vacas alimentadas con dietas ricas en energía y proteína tienen un mayor índice de crecimiento del tejido córneo de la pezuña; que los pisos rugosos estimulan el crecimiento de las pezuñas laterales de los miembros pélvicos y que el índice de crecimiento del tejido córneo es superior en animales estabulados.

En cuanto a la diferencia observada entre el índice de crecimiento de las pezuñas (1.71 cm. en la pezuña medial y 1.84 cm. en la pezuña lateral) con respecto al desgaste (1.47 cm. en la pezuña medial y 1.25 cm. en la pezuña lateral) en un período de tres meses, se coincide con lo sugerido por Shearer (2000) y Van Amstel (2001) quienes proponen realizar el recorte funcional anual preventivo en el ganado estabulado, con el fin de corregir los defectos en el

crecimiento y restaurar los puntos de apoyo de cada una de las pezuñas, para establecer un reparto equilibrado del peso en cada pezuña y entre las dos pezuñas de cada miembro, además de despejar los talones y espacio interdigital para evitar zonas de anaerobiosis.

7. CONCLUSIONES

Se considera que resultó positivo realizar la medición de los parámetros estudiados: índice de crecimiento y desgaste del tejido córneo de la pezuña, como un indicativo para conocer si existe una diferencia entre ambos y así determinar si es necesario corregir dicha diferencia por medio del recorte funcional preventivo.

Debido a que el índice de crecimiento (0.59 cm) del tejido córneo de la pezuña de las vacas incluidas en este trabajo fue superior al índice de desgaste (0.45 cm), es necesario practicar el recorte funcional anual para prevenir enfermedades en las pezuñas que pueden afectar la vida productiva de las vacas. Dicho recorte, le propicia bienestar al animal y le previene de enfermedades propias de un sistema de explotación agresivo al que se le somete a esta especie. Se pudo comprobar que los animales sometidos a la estabulación presentan una diferencia entre el índice de crecimiento y desgaste, lo que propicia el sobrecrecimiento de las pezuñas (pezuña de establo), con el consecuente defecto en los aplomos, situación que se corrige realizando el recorte funcional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña, R. Cojeras del bovino, fisiopatología y profilaxis. Buenos Aires: Intermédica, 2005.
2. Bergsten Ch. Effects of conformation and management system on hoof and leg diseases and lameness in dairy cows. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2001; 11:1-23.
3. Borderas TF, Pawluczuk B, Pasillé AM, Rushen J. Claw hardness of dairy cows: relationship to water content and claw lesions. *J Dairy Sci* 2004; 87:2085-2093.
4. Cardona J, Cano N. Alteraciones digitales en el ganado bovino del trópico bajo. *MVZ- Córdoba* 2003; 8(1): 249-253.
5. Fatehi J, Stella A, Shannon J, Boettcher PJ. Genetic parameters for feet and leg traits evaluated in different management environments. *J Dairy Sci* 2003; 86:661-666.
6. Perusia OR. Patologías podales del bovino. *Rev Inv Vet Peru* 2001; 12(2): 65-77.
7. Van Amstel SR. Abnormalities of hoof growth and development *Vet. Clin North Am Food Anim Pract* 2001; 17(11): 73-91.
8. Van der Tol PPJ, Van der Beek SS, Metz JHM, Noordhuisen-Stasen EN, Back W, Braam CR, Weijs WA. The vertical ground reaction force and the pressure distribution on the claws of dairy cows while walking on a flat substrate. *J Dairy Sci* 2004; 87:1732-1738.
9. Vermunt JJ, Greenough PR. Structural characteristics of the bovine claw: horn growth and wear, horn hardness and claw conformation. *Br Vet J* 1995;151:157-180.
10. Ordóñez R. Atlas de técnicas quirúrgicas en bovinos. México: Trillas, 2008.
11. Greenough PR. Lameness in cattle. 3rd ed. Edinburg: WB Saunders Company, 1997.
12. Desrochers A. Anatomy of the distal limb. *Vet Clin North Am Food Animal.* 2001; 17 (11): 25-28.
13. Toussaint RE. Cuidado de la pezuña del bovino y del recorte funcional. 3rd ed. Holanda : Departamento de cirugía de especies mayores, 1989.

14. Phillips CJC, Chiy PC, Bucktrout MJ, Collins SM, Gasson CJ, Jenkins AC, Paranhos da CMJR. Frictional properties of cattle hooves and their conformation after trimming. *Vet Rec*, 2000; 607-609
15. Singh SS, Ward WR, Murray RD. An Amgiographic evaluation of vascular changes in sole lesions in the hooves of cattle. *British veterinary journal* 1994, 150:41-52.
16. Howard JL, Smith RA. *Current Veterinary Therapy, Food Animal Practice*. Edinburg: WB Saunders Company, 1999.
17. Shearer JK, Van Amstel S. Lameness in dairy cattle. *Proceedings of the Kentucky Conference Lameness in Dairy Cattle*; 2000.
18. Nüske S, Scholz A, Föster M. Development of the horny shoe in newborn calves. *Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants*; 2002. January 9 - 13; Orlando Florida, USA, 2002.
19. Tomlinson DJ, Mülling CH, Fakler TM. *Invited review: Formation of keratins in the bovine claw: roles of hormones, minerals and vitamins in functional claw integrity*. *J Dairy Sci* 2004; 87(4): 797-809.
20. Galbraith HR, Omand T, Hendry KAK, Knight CH, Wild CJ. Aminoacid composition and claw horn characteristics of Holstein x friesian dairy cattle. *Proceedings of the 12th Internacional Symposium on Lameness in Ruminants, Orlando, Florida, USA. 9 - 13 January 2002*.
21. Anderson DE. *Proceedings of the 12th Internacional Symposium on Lameness in Ruminants, Orlando, Florida, USA. 9 - 13 January 2002*.