



Prevención, descripción y diagnóstico de las lesiones podales en vacas de leche

Federico Johnson Navarro
Médico Veterinario Zootecnista
Universidad CES
Industrial Pecuario
Corporación Universitaria Lasallista
Dairyland Hoof Care Institute Program
Asistente Técnico COLANTA
COLOMBIA

Abstract

Lameness remains a major problem in cattle, particularly for dairy herds. Estimates of incidence vary from 10 to 50 cases per 100 milking cows per year (Blowey, 2003). This article outlines how to prevent some of the common causes of lameness and the factors that can lead to an increased incidence; also the most relevant infectious and non infectious digital lesions found in our dairy farms.

→ Keywords:

- Lameness, infectious lesions, non infectious lesions, lameness prevention.

Resumen

Las cojeras siguen siendo un problema de gran importancia en las vacas, particularmente en los hatos lecheros. Se estima que la incidencia varía entre 10 y 50 casos por cada 100 vacas de leche por año (Blowey, 2003). Este artículo definirá cómo prevenir algunas de las causas comunes que desencadenan las cojeras y los factores que pueden incrementar su incidencia. También se mencionarán las lesiones infecciosas y no infecciosas más relevantes encontradas en nuestros hatos lecheros.

→ Palabras clave:

- Cojeras, lesiones infecciosas, lesiones no infecciosas, prevención de cojeras.

Para entender cómo y por qué ocurren las cojeras, es necesario comprender la estructura y la función de la pezuña

El pie bovino está compuesto por dos dígitos, el externo o uña lateral y el interno o uña medial. En las patas traseras o posteriores la pezuña lateral tiene un tamaño mayor que la medial, por ende, es la pezuña que más peso soporta. En las patas delanteras o anteriores es todo lo contrario, siendo la interna o medial la que más peso soporta. Esta es la razón por la cual la mayoría de las lesiones ocurren en las pezuñas laterales de miembros posteriores y mediales de miembros anteriores.

Cada uña o dígito está compuesta principalmente por tres estructuras, que son:

1. La pezuña, que está conformada por las paredes (axial y abaxial), la línea blanca, y la suela. Estas componen el estuche corneo de cada uña.
2. El corion, que es un tejido de soporte en donde se alojan nervios, arteria y venas que transportan nutrientes a la pezuña y huesos. El animal experimenta dolor cuando el

corion se encuentra comprimido, penetrado o infectado.

3. Los huesos, también llamados hueso pedal o podales y el hueso navicular.

Las paredes de la pezuña son originadas por el rodete coronario, este tiene un crecimiento lento dirigido por las láminas de aproximadamente cinco milímetros (mm) mensuales. La suela es una estructura separada, generada por el corion de la suela. Por último tenemos la línea blanca, donde la pared y la suela se unen, que es un punto débil por su conformación y es frecuentemente un punto de entrada para las bacterias.

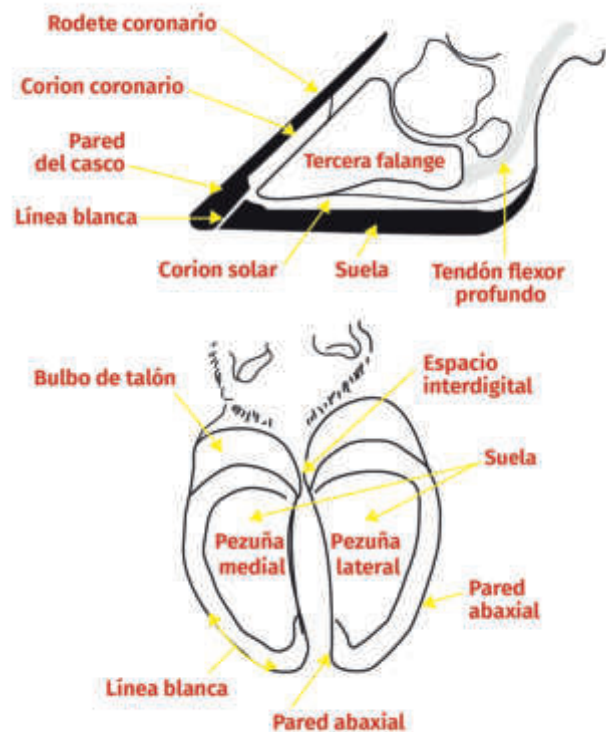


Figura 1.

Anatomía general de la pezuña del pie bovino. Tomado de: A Work Plan for Functional and Corrective Hoof Trimming.

Actividades para prevenir las cojeras

Con base en los planteamientos de Burgui (2012) se plantean los siguientes aspectos preventivos:

1. Observar diariamente las vacas en su desplazamiento.
2. Detectar las cojeras rápido, realizando el puntaje de locomoción (Johnson, 2015).
3. Contratar a un médico veterinario especialista en cojeras que realice procedimientos preventivos y curativos idóneos.
4. Hacer podología a cada vaca como mínimo una vez por lactancia, idealmente al secado.
5. Tratar adecuadamente a las vacas cojas lo más pronto posible.
6. Proveer de un área confortable y adecuada para la recuperación de las vacas cojas: "enfermería".
7. Revisar casos severos o crónicos.
8. Mantener registros de vacas cojas, lesiones y procedimientos realizados.
9. Determinar cuáles vacas son de alto mantenimiento y hacer podología correctiva con frecuencia.
10. Utilizar un programa bien estructurado y preventivo con un pediluvio (baño de patas) bien diseñado.

11. Mantener las vacas en un ambiente limpio y confortable.

12. Diseñar caminos pensando en las vacas y sus pezuñas.

Puntos básicos para un programa de pezuñas sanas

El éxito de un programa preventivo de cojeras depende, en gran medida, de su médico veterinario especializado en podología y su zootecnista nutricionista. Es importante tener en cuenta aspectos como:

- Contratar los servicios de un médico veterinario calificado y capacitado que tenga los conocimientos necesarios y herramientas adecuadas para desarrollar procedimientos terapéuticos y/o funcionales. Las vacas cojas deben mejorar y la incidencia de cojeras en el hato debe disminuir.
- La persona encargada de la podología debe entender las causas de las cojeras y tener la capacidad de asesorar al ganadero para mejorar condiciones que pueden causar las cojeras en cada hato.
- Se ha demostrado que un correcto procedimiento de podología funcional o preventiva en los momentos clave de la lactancia que generan estrés, tales como el parto, cambios climáticos extremos o cambios de ración alimenticia, ayuda a prevenir posibles cojeras en las vacas.

- Una podología funcional o correctiva bien realizada debe recuperar la longitud del dedo. Un correcto balance entre talones lleva a recuperar el ángulo del dedo, siempre y cuando se deje la cantidad de suela necesaria para proteger el corion.
- Se deben programar estratégicamente los momentos en los que se va a realizar la podología funcional o correctiva. Por ningún motivo las vacas deben salir resentidas después de este procedimiento. Cuando los operarios ven una vaca coja debe ser intervenida lo más pronto posible para evitar complicaciones.
- En la realidad productiva de un hato no se deberían descartar vacas por cojeras.



▲ Fotos: Federico Johnson N.

Figura 2.

Pezuña con sobrecrecimiento en el dígito interno.

Pezuñas con sobrecrecimiento

El sobrecrecimiento de las pezuñas es, probablemente, una de las causas más comunes que llevan a la incomodidad en el desplazamiento del bovino. Este sobrecrecimiento ocurre principalmente en la punta del

dedo, generándose una elevación, desestabilizando la pata y haciendo que se rote hacia el talón, poniendo una presión extra sobre este.

También se genera sobrecrecimiento de la suela en la pezuña lateral con respecto a la medial en las posteriores, creándose un desbalance entre talones que va a provocar mayor incomodidad y trauma en esta pezuña. Esta situación predispone a la presentación de lesiones como la úlcera de suela o de línea blanca en el sitio típico.

1. Lesiones no infecciosas

1.1 Lesión de línea blanca

- **Nombres comunes:** Separación de línea blanca, absceso de línea blanca.

Lesión de línea blanca es un término general usado para describir la desintegración de la línea blanca en las diferentes zonas de la suela por donde esta pasa. También comprende cualquier complicación purulenta que pueda ocurrir. Las pezuñas laterales de los miembros posteriores (usualmente ambos) son vulnerables a sufrir la lesión, sobre todo cuando se encuentran desbalanceados los talones (ver Figura 3).

Cuando un absceso se desarrolla entre la pared y la suela se evidencia una cojera en el miembro afectado. Las bacterias anaerobias se desplazan buscando el sitio de menor resistencia para drenar, siendo este el rodete coronario. Cuando no se trata el problema a tiempo, estas bacterias anaerobias siguen profundizando hacia el hueso, causando así problemas mayores como la sepsis digital profunda.



▲ Fotos: Federico Johnson N.

Figura 3.

Lesiones de línea blanca con diferentes grados de severidad.

1.2. Úlcera de dedo

- **Nombres comunes:** Úlcera de punta, necrosis de dedo, apicalis necrótica.

La úlcera de dedo se observa como una marca negra (hemorragia debajo de la suela) en la punta del dedo. También con la ruptura de la línea blanca o de la suela en la punta del dedo (Figura 4). Su causa es la rotación del hueso podal que presiona el corion y la suela hasta romperla.

Es una lesión muy dolorosa que causa una cojera intensa, usualmente no se observaban úlceras de dedo en novillas ni en vacas de primer parto, pero en la actualidad se reportan casos con frecuencia en estas etapas, debido a la alta suplementación con carbohidratos (Cook, 2008). Generalmente se observa en hatos que tienen laminitis diagnosticadas.



Figura 4.

Pezuña medial de miembro posterior con úlcera de dedo y fractura de suela.

Un factor que acelera la presentación de esta condición es el sobredesgaste de la suela por desplazamiento en superficies abrasivas como el cemento a tal punto de quedar muy delgada o fina. En casos extremos, la punta del hueso podal queda expuesta, corriendo el riesgo de fracturarse e infectarse y generando una necrosis de dedo u osteomielitis.

1.3. Úlcera de suela

- **Nombres comunes:** Pododermatitis circumscripta, enfermedad de Rusterholz.

Clínicamente es posible diferenciar dos clases de úlceras en el sitio típico de la suela. Una cerrada, en donde todavía no se ha generado rompimiento de la suela y solo se observa una decoloración con dolor al tacto. Otra abierta, en donde ya se ha generado rompimiento de la suela y se observa el corion o tejido de granulación protruido (Shearer & Amstel, 2013) (Figuras 5 y 6).

Una úlcera de suela se origina por la presión ejercida entre el proceso flexor de la tercera falange y la parte interna de

la suela. Debido al trauma, el crecimiento normal del cuerno se detiene en ese punto específico y se observa una lesión circular (Raven, Haalstra y Peterse, 1989).

La laminitis y el desbalance o sobrecrecimiento de la pezuña lateral con respecto a la medial son causas comunes de esta patología.

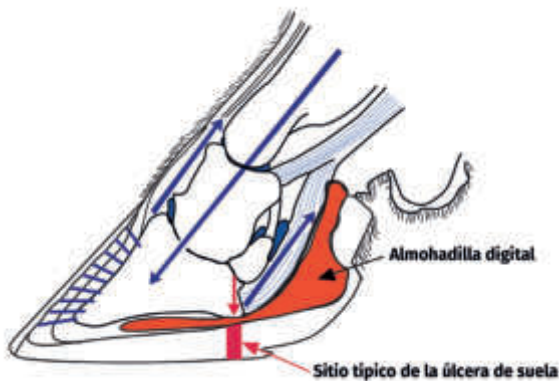


Figura 5.

Ubicación típica de la úlcera de suela. Tomada de: Dairy cattle hoof lesion identification (2008).

1.4. Hemorragia subsolar

- **Nombres comunes:** Hemorragia de la suela o hematomas en la suela.

Esta patología está relacionada con un moretón o con la laminitis subclínica. En la práctica es muy difícil identificar cuál de las dos es la causa.

Los signos clínicos son: Coloración azul/morada o roja de la porción subsolar de la suela. Es común encontrar que la suela es flexible bajo la presión ejercida por el dedo. Lo más probable es encontrar dolor o sensibilidad bajo la prueba de presión con la pinza.



▲ Fotos: Federico Johnson N.

Figura 6.

Úlcera de suela en miembro posterior izquierdo en pezuña lateral.

Sus causas pueden estar relacionadas con historial de los animales desplazándose por pisos de cemento o por carreteras con piedras. Se observan signos evidentes de sobredesgaste de la suela. También es importante tener presente que un exceso de pulidora por un mal procedimiento puede ser el detonante para esta patología.

Es común encontrar signos de hemorragias debajo de la suela cuando se realiza podología a las pezuñas desbalanceadas, específicamente a la que se encuentra soportando todo el peso. También es común encontrar esta situación en novillas y vacas de primer parto cuando no están adaptadas al piso de cemento. Por eso es importante llevar registros de los eventos en la vida productiva de cada animal.

Las vacas con laminitis subclínica generalmente presentan una coloración amarilla pálida en la suela y no necesariamente están cojas, sin embargo tienen una característica particular y es que se desplazan o caminan en puntas y tienden a cruzar los miembros anteriores (Raven, Haalstra y Peterse, 1989) (Figura 7).



Figura 7.
Pezuñas con clara sintomatología de laminitis lateral con una coloración amarilla pálida y medial con hemorragia.

1.5. Suela fina

- **Nombres comunes:** Suela delgada.

La sintomatología común para este problema es la flexibilidad que presenta la suela cuando se ejerce presión sobre ella. Dentro de las causas comunes encontramos longitud a la punta de la pezuña con menos de 7.5 centímetros (esto no aplica para novillas, ni para animales en crecimiento), sobredesgaste de la suela por superficies abrasivas y una inadecuada técnica de podología. Los ambientes húmedos pueden causar un reblandecimiento de la suela, situación que puede ocasionar un incremento en el desgaste. Cuando la suela se encuentra por debajo de los 7 milímetros de espesor corre el riesgo de padecer esta patología. Ahí radica la importancia de medir qué tan gruesa se encuentra la suela antes de un procedimiento de podología con pulidora.

En ocasiones, el desgaste que tiene la suela es mayor que la tasa de crecimiento y es ahí donde la suela comienza a tener este tipo de problema.

1.6. Hiperplasia interdigital

- **Nombres comunes:** Callo interdigital, fibroma, limax, granuloma interdigital.

Es una reacción proliferativa de tejido subcutáneo del espacio interdigital, frecuentemente bilateral, que afecta principalmente los miembros posteriores (Blowey, 2003). Esta patología presenta un componente hereditario que puede determinar en gran parte su transmisión (Figura 8).

Otras causas comunes son una mala conformación de la pezuña con predisposición a la inflamación de la piel en el espacio interdigital, resultando en cuadros de dermatitis (Raven, Haalstra y Peterse, 1989). Es común encontrar hiperplasia interdigital en las fincas donde los pisos son resbaladizos o hay rieles en cemento con pendientes prolongadas.



▲ Fotos: Federico Johnson N.

Figura 8.
Hiperplasia interdigital de miembro posterior izquierdo.

1.7. Fisura vertical

- **Nombres comunes:** Grieta vertical, fisura ungular longitudinal.

Las fisuras verticales ocurren principalmente en las pezuñas laterales de los miembros anteriores y se consideran la causa más dolorosa de las cojeras (Burgui, 2012). Estas fisuras son grietas que comienzan en el borde dorsal de la cara abaxial de la pezuña (Figura 9). La cojera ocurre cuando esta fisura se infecta y hay compromiso del corion. Se cree que una de las causas principales es la deficiencia de cobre y zinc.



Figura 9. Miembro anterior con fisura vertical y corion expuesto en pezuña lateral.



Figura 10. Miembros posteriores con diferentes grados de dermatitis digital.

de la banda coronaria o cerca de los sesamoideos o dedos accesorios. Más del 90% de la DD se presentan en las pezuñas traseras (Shearer y Amstel, 2013).

La piel erosionada constantemente expuesta a una superficie húmeda con estiércol contaminado proporciona condiciones ideales para la infección (Figura 10). Bacterias en forma de espiral (espiroquetas), de la familia treponema, son el principal patógeno en etapas avanzadas de la infección. Hay otros microorganismos que pueden estar involucrados en las etapas iniciales (Zinpro Corporation, 2016).

La dermatitis digital (DD) y la dermatitis interdigital (IDD) son causadas por el mismo microorganismo.

2.2. Dermatitis interdigital (DI)

- **Nombres comunes:** Escaldado o gabarro de establo.

Esta condición se ha confundido con Foot Rot —FR— o Necrobacilosis Interdigital. Los signos clínicos de las

2. Lesiones infecciosas

2.1. Dermatitis digital (DD)

- **Nombres comunes:** Verrugas pilosas, verrugas peludas, enfermedad de mortellaro.

Es una lesión infecciosa de la pezuña, generalmente se encuentra en el bulbo del talón. En raras ocasiones se encuentra en el espacio interdigital. Se asocia con una hiperplasia interdigital y, con menor frecuencia, en la piel por encima

dos enfermedades son evidentemente diferentes: no hay causa de inflamación ni edema en la región digital en el caso de FR, no hay fiebre y la producción de leche no baja hasta que se generan las complicaciones. A medida que la enfermedad progresa, el animal muestra el malestar balanceándose constantemente de un pie al otro, esto es un signo evidente de irritación o dolor. Está fuertemente relacionada con la erosión del talón como una complicación secundaria y esta puede ser la complicación más importante de la enfermedad. Hay una baja prevalencia de DI en los sistemas de pastoreo, pero aumentará cuando los animales están estabulados o se intensifica el modelo de producción.



Figura 11.
Miembro posterior con dermatitis interdigital.

2.3. Erosión del talón

A pesar de que esta patología fue descrita hace más de 30 años, se han hecho pocos progresos en la comprensión de su causa (A Work Plan for Functional and Corrective Hoof Trimming, s.f.). El efecto de la invasión por bacterias se ha propuesto y la presencia de *Dichelobacter nodosus* (Bacteroides) se ha demostrado que está presente en las células germinales de las capas de la piel (Raven, Haalstra y Peterse, 1989).

En animales jóvenes pueden aparecer grietas superficiales que se unen con el tiempo y van abarcando una mayor área, las lesiones cambian rápidamente a un color más oscuro y, por lo general, forman una serie de surcos que terminan como una erosión en forma de V. Los casos no complicados no presentan molestias evidentes para el animal, sin embargo, después de un tiempo, parte del talón se destruye y se altera el equilibrio entre pezuñas, predisponiendo esto a la presentación de otras patologías.



▲ Fotos: Federico Johnson N.

Figura 12.
Miembros posteriores con erosión de talón izquierdo avanzada y derecho comenzando.

2.4. Necrobacilosis interdigital

- **Nombres comunes:** Foot Rot, Flegmon interdigital, gabarro, pododermatitis necrótica.

La necrobacilosis interdigital es una condición extremadamente dolorosa que provoca una reacción fisiológica negativa, haciendo que el animal no busque el alimento ni se desplace para consumir el agua.

Los signos clínicos que están habitualmente presentes son:

Aumento de temperatura corporal, rápida caída de la producción de leche, consumo de alimento reducido, caída de la condición corporal, inflamación evidente del miembro afectado y lesión evidente en el espacio interdigital.

Una forma muy aguda de la necrobacilosis interdigital ha sido descrita y causa una considerable inflamación del miembro afectado, pero sin lesión interdigital durante las primeras etapas. "Superfoul" es la forma de la enfermedad que es extremadamente agresiva y no responde al tratamiento (Raven, Haalstra y Peterse, 1989). La radiografía no es útil en la mayoría de estos casos, pero es esencial en los casos en los que no hay respuesta al tratamiento y se sospecha de artritis séptica o un absceso retro articular (Blowey & Weaver, 2003).

Se cree que la mayoría de los casos de la necrobacilosis interdigital son el resultado de los microorganismos que entran en el tejido subcutáneo a través de la piel interdigital (Burgui, 2014). Se ha supuesto que este se produce como resultado del daño traumático o la acción de agentes irritantes. La barrera protectora de la piel debe ser debilitada o dañada antes de que las bacterias puedan invadir el tejido subyacente.

El *Fusobacterium necrophorum* se ha aislado en más del 90% de los casos clínicos de la necrobacilosis interdigital (Shearer & Amstel, 2013). Las cepas de *F. necrophorum* son habitantes normales del intestino de los bovinos y están, por lo tanto, presentes en las instalaciones de la explotación, pero su patogenicidad es incierta. El organismo puede permanecer en estado latente en el



▲ Fotos: Federico Johnson N.

Figura 13.

Inflamación evidente del miembro anterior derecho (izquierda) Rompimiento del tejido blando en el espacio interdigital (derecha).

suelo durante varios meses, en particular en presencia de heces secas y contamina las zonas donde el ganado se reúne, como patios de ordeño, áreas alrededor de las fuentes de agua, caminos hacia el ordeño o corralejas, entre otros.

Una predisposición genética podría estar implicada y la barrera puede ser menos fuerte en algunos animales. La falta de micronutrientes o una alimentación balanceada puede resultar en una barrera de la piel más débil. Las alteraciones en el sistema inmune local podrían estar implicadas, como lo harían los daños mecánicos de la piel, o simplemente la falta de higiene (Raven, Haalstra y Peterse 1989).

Calendario estratégico de trabajo

Uno de los periodos más estresantes en la vida productiva de la vaca es cuando van a parir, específicamente tres semanas antes y

después del parto. Durante este periodo experimentan cambios hormonales, nutricionales y, en muchas ocasiones, de jerarquía dentro de los lotes de producción. Por tal motivo, se recomienda un trabajo de podología funcional o correctiva seis semanas antes de la fecha probable del parto, para alcanzar el mejor balance y ángulo de la pezuña y poder pasar este periodo crítico con patas bien balanceadas y sanas. Las vacas de hoy son de alta producción de leche y su conformación anatómica, con grandes ubres, hace que ellas cambien la biomecánica de su desplazamiento (Burgui, 2012).

Cuando se generan desbalances entre las pezuñas laterales y las mediales, específicamente en los miembros posteriores, se convierte esta situación en un factor de riesgo que posiblemente puede desencadenar una cojera. Es común encontrar vacas que son recurrentes en las cojeras, estas deberían ser clasificadas como vacas de alto mantenimiento. Esto implica realizarles una podología preventiva con mayor frecuencia.

Generalmente, cada dos o tres meses se debe trabajar y, en la mayoría de los casos, solo será necesario balancear los miembros posteriores. Con esta práctica se puede cortar el ciclo de las cojeras que se presentan en estas vacas. La revisión de los casos crónicos es otro punto importante para tener en cuenta cuándo se van a seleccionar las vacas que serán trabajadas en la visita. Reajustar tacones y mirar cómo va la recuperación es estratégico para mantener vacas más productivas.

Estrategias para vacas de primer parto sanas y sin cojeras

Las vacas de primer parto requieren una atención especial. Las tasas de descarte en esta etapa son generalmente altas debido a patologías relacionadas con mastitis, reproducción y cojeras siendo estas, en muchas ocasiones, el detonante para otros problemas.

De acuerdo con Burgui (2012), hay una serie de estrategias que se pueden implementar para minimizar los problemas en esta etapa:

- **Llevar las novillas que van para primer parto a los siete meses de preñez al lote de producción.** Esto es importante para que ellas se adapten socialmente con vacas mayores y se puedan defender. Así mismo para familiarizarse con los momentos de ordeño.
- **Acostumbrar a las novillas que van para primer parto a los siete meses de preñez al piso duro, caminos y patios de cemento.** Generalmente, el levante de los reemplazos se realiza siempre en los potreros donde el piso es blando y no abrasivo. Por tal razón, es importante hacer un acostumbramiento de seis a ocho semanas para que el corion se ajuste a esta nueva condición.

- **Tratar de mantener la ración de las vacas bien balanceadas no excederse en la suplementación con carbohidratos solubles.**

Cuando las vacas son retadas a producir mucha leche en el primer tercio de la lactancia, con una suplementación desbalanceada y suministrando una alta cantidad de kilogramos de concentrado por vaca, pueden caer en una acidosis ruminal. Cuando esta se encuentra en la fase subclínica denominada SARA (Subacute Ruminal Acidosis), la sintomatología clínica es casi imperceptible, sin embargo, cuando un hato se encuentra en este nivel de enfermedad resulta que las pezuñas están sufriendo cambios y hay una disminución en la dureza de la suela, específicamente en la calidad que debe tener la línea blanca para evitar que entren bacterias o cuerpos extraños por allí. Se ha demostrado que cuando las vacas caen en cuadros de acidosis ruminal reducen la síntesis de biotina en rumen.

- **Reducir el tiempo en que las vacas de primer parto se encuentran paradas sobre cemento en los patios de espera.** Con esto se evita un desgaste mayor en una suela que se encuentre fina o delgada, además se evita que las vacas dominantes las estén persiguiendo y que hagan giros cerrados que van a deteriorar la línea blanca, especialmente en las patas posteriores y las pezuñas laterales.

Las vacas en primer parto sufren cambios estresantes para ellas: deben aprender a caminar con una ubre grande, se deben ajustar a caminar y pararse

sobre el cemento, tienen por primera vez una aproximación a la máquina de ordeño, serán sometidas a altas cargas de concentrados ricos en carbohidratos solubles y entran a un grupo social nuevo donde no podrán comer en igualdad de condiciones con sus compañeras mayores. Por todo lo anterior se debe poner especial atención y cuidado a las novillas cuando cumplan los siete meses de gestación y así poder disminuir el impacto negativo que tendrán en su desempeño productivo. ■

Referencias

- A Work Plan for Functional and Corrective Hoof Trimming* (s.f.) Recuperado de: <http://goo.gl/zYko15>.
- Blowey, R. & Weaver, D.A. (2003). *Color Atlas of diseases and disorders of cattles*. (p. 83-112). Mosby
- Burgui, K. (2012). *Save cows*. Recuperado de <http://www.karlburgi.com/meet-karl/>
- Cook, N.B. (2008). *Time budgets for dairy cows: how does cow comfort influence health, reproduction and productivity?*. Ponencia presentada en Proceedings of Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop.
- Dairy cattle hoof lesion identification* (2008). Ponencia presentada en 7th Conference on Lameness in Ruminants held. Kuopio, Finland. Recuperado de <http://www.hoofhealth.ca/Section5/Lesion%20ID/index.html>
- Johnson, F., (2015) Podología bovina. *COLANTA Pecuaria*, (49), 4-12.
- Manson, S. (2014). *New factsheets address primary lesions*. Recuperado de <http://dairyhoofhealth.info/lesions/digital-dermatitis/new-factsheets-address-primary-lesionas/>
- Raven E.T., Haalstra, R.T. & Peterse, D.J. (1989). *Cattle foot care and claw trimming*. Farming Press.
- Shearer, J. & Amstel, S. V. (2013). *Manual of foot care in cattle*. (2a ed). México: Hoards Dairyman.
- Zinpro Corporation. (2016). *Dairy cattle nutrition: species dairy*. Recuperado de <http://www.zinpro.com/species/dairy>.