

LESÕES DE CASCO EM REPRODUTORAS SUÍNAS: COMO SE MANIFESTAM E O QUE PODE SER FEITO PARA CONTROLAR

CLAW LESIONS IN SOWS: HOW THEY HAPPEN AND WHAT MAY BE DONE TO CONTROL

Ton Kramer^{1,2}, Daiane Güllich Donin³ & Geraldo Camilo Alberton^{*1,4}

¹ Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, Palotina, PR, Brasil

² Zinpro Animal Nutrition, Piracicaba, SP, Brasil

³ Departamento de Zootecnia, UFPR, Setor Palotina, Palotina, PR, Brasil

⁴ Departamento de Ciências Veterinárias, UFPR, Setor Palotina, Palotina, PR, Brasil

* Autor para correspondência: alberton@ufpr.br

Resumo

As lesões podais são altamente prevalentes na suinocultura tecnificada, provocando perdas elevadas por queda na fertilidade e redução da longevidade do plantel. Muitos são os fatores de risco que desencadeiam estas afecções e, portanto, devem ser conhecidos e corrigidos para evitar que as lesões se desenvolvam. O diagnóstico adequado das lesões podais é uma das etapas mais importantes para a correção do problema, pois em muitas granjas, apesar do problema ser grave, não exista a consciência de que ele exista na granja. Nesta revisão será discutida a situação das lesões de casco em porcas na suinocultura, bem como as formas de diagnóstico, tratamento e prevenção.

Introdução

Os temas claudicação, mortalidade e longevidade das porcas, além de preocuparem produtores, veterinários, pesquisadores e outros profissionais relacionados à suinocultura, têm despertado a atenção de consumidores e organizações ligadas ao bem-estar animal (BRADLEY et al., 2007).

O aparelho locomotor de reprodutores criados em condições de manejo intensivo sofre desafios constantes do ambiente e de fatores metabólicos. Qualquer fragilização na integridade

KRAMER, T.; DONIN, D.G.; ALBERTON, G.C. Lesões de casco em reprodutoras suínas: como se manifestam e o que pode ser feito para controlar. In: BARCELLOS, D.E.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I.; BERNARDI, M.L. (Editores). *Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos*. Porto Alegre: UFRGS, Setor de Suínos. 2015. pp. 239-266
ISBN 978-85-66094-01-5

estrutural do casco em decorrência destes desafios tem consequências imediatas no comportamento, nos mecanismos fisiológicos, no bem estar e no desempenho (MÜLLING & GREENOUGH, 2006). Como consequência, os problemas locomotores são uma das principais causas de descarte de porcas, além de serem responsáveis por grande parcela das falhas reprodutivas e do baixo desempenho das porcas durante a lactação, bem como do descarte precoce de fêmeas jovens.

A longevidade do plantel afeta o retorno financeiro de uma granja, pois o investimento com a aquisição de uma nova matriz só é recuperado totalmente quando as mesmas atingem 3 a 4 partos (STALDER et al., 2000). No entanto, comparando a leitoa de reposição à fêmea mais velha em rebanhos comerciais, o ganho genético não é suficiente para recuperar os custos variáveis associados ao desenvolvimento da leitoa até que ela atinja pelo menos o sétimo parto, sob condições de máximo ganho genético (ABELL et al., 2010).

As porcas que são removidas do plantel em função de claudicação tendem a ter menos partos que porcas descartadas por baixo desempenho (STEIN et al., 1990). Além disso, frequentemente, as porcas apresentam baixo desempenho reprodutivo em decorrência dos processos inflamatórios relacionados com lesões de casco e claudicação (WILSON et al., 2009). Consequentemente, muitas porcas não têm a oportunidade de expressar todo seu potencial (ABELL, 2013). Todos estes aspectos relacionados às lesões de casco, à claudicação e à longevidade resultam em importantes consequências econômicas no sistema produtivo (ANIL et al., 2007; BRADLEY et al., 2009; NALON et al., 2013), fazendo com que o tema mereça significativa atenção do setor.

Assim, o objetivo desta revisão é discorrer acerca do tema, abordando a situação das lesões de casco no Brasil e no mundo, bem como suas causas, impactos na suinocultura moderna e formas de controle e prevenção.

Panorama Mundial e Brasileiro

As lesões de casco são um desafio à suinocultura mundial. São consideradas a principal causa de claudicação de porcas e, consequentemente relacionadas com baixo desempenho reprodutivo e descarte de fêmeas.

São poucas as informações científicas relacionadas a lesões de casco em suínos, especialmente anteriores aos anos 2000. A partir do ano 2007 parece ter havido direcionamento

de esforços a fim de entender o problema. Na tabela 1 estão apresentados dados de prevalência de lesões de casco disponíveis na literatura.

Em estudo realizado recentemente no Brasil (KRAMER et al., 2013) foi analisada a prevalência das lesões de casco nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, evidenciando que a situação brasileira assemelha-se à realidade mundial, na qual 99% das fêmeas apresentaram alguma lesão, sendo o crescimento e erosão da almofada plantar a lesão de maior prevalência (92%).

TABELA 1. Prevalência de lesões de casco em porcas encontradas em diferentes publicações científicas.

Autor	Prevalência	Tamanho da amostra	País	Condições
PENNY, 1979, apud DEWEY et al., 1993	100%	-	-	-
SOBESTIANSKY et al., 1989	97,1%	102 porcas	Brasil	Uma granja comercial avaliada
GJEIN e LARSSSEN, 1995	88,9%	225 porcas	Noruega	36 granjas comerciais avaliadas
ANIL et al., 2007	88,6%	184 porcas	EUA	Experimento
BRADLEY et al., 2007	>95%	201 porcas	EUA	Uma granja experimental avaliada
KNAUER et al., 2007	80,5%	3.158 porcas	EUA	Porcas comerciais descartadas, avaliadas em frigoríficos
MEINSZBERG et al., 2010	50,8%	30 porcas	EUA	Experimento
ENOKIDA et al., 2011	100%	308 porcas	Japão	Três granjas comerciais avaliadas
PLUYM et al., 2011	99%	421 porcas	Bélgica	Oito granjas comerciais avaliadas
FITZGERALD et al., 2012	64,6%	223 porcas	EUA	Duas granjas comerciais avaliadas
KRAMER et al., 2013	99%	1.766 porcas	Brasil	26 granjas comerciais avaliadas
LISGARA et al., 2014	98,6%	442 porcas	Grécia	Três granjas comerciais avaliadas
SEDDON et al., 2014	94%	3.541 porcas	Canadá	Uma granja comercial avaliada

As Lesões de Casco

O alto percentual de porcas que apresentam lesões nos cascos pode estar relacionado à intensa seleção e ao manejo adotado na suinocultura, os quais buscam animais de rápido crescimento, proporcionando o maior peso corporal no menor tempo. Este rápido crescimento pode ter impactos na saúde do aparelho locomotor (KRONEMAN et al., 1993).

A característica anatômica do casco, bem como a composição histológica de suas estruturas, tem grande importância no desenvolvimento e localização das lesões. O pé dos suínos compreende dois dedos principais, que se apoiam no chão e dividem o peso, e dois dedos acessórios, que normalmente não tem contato com o solo. Em ambos, as terceiras falanges e parte das segundas falanges são cobertas por uma cápsula córnea (epiderme modificada). Esta cápsula córnea é constituída por quatro tipos distintos de estruturas histológicas, caracterizadas por sua localização e pelo tipo de queratina: (1.) parede externa (“dura”) e (2.) sola do casco (“dura”); (3.) almofada plantar (“mole”); e (4.) linha branca (“mole”) (TOMLINSON et al., 2004; OSSENT, 2010; NALON et al., 2013). A dureza e resistência do casco variam entre suas estruturas, sendo que as junções entre os tecidos córneos duros e moles, como a linha branca e a junção entre a almofada plantar e a sola, são pontos de fragilidade, mais susceptíveis à ocorrência de lesões (KRONEMAN et al., 1993; ANIL et al., 2007; OSSENT, 2010). Esta diferença na resistência tecidual se deve ao tipo de queratina que constitui os tecidos.

A queratina é a principal proteína estrutural da epiderme, estando presente na pele, pelos, unhas e cascos. Existem dezenas de diferentes moléculas de queratina, com pesos moleculares entre 40 e 70 kDa, variando em graus de dureza e na concentração de enxofre, de acordo com o tecido do qual são constituintes e da sua função. De modo geral, a queratina pode ser classificada de acordo com seu grau de “dureza”, sendo: queratina “mole”, como a presente na pele, na almofada plantar e na linha branca; ou “dura”, como a presente nos pelos, na parede externa e na sola do casco. A queratina “dura” que constitui a estrutura tubular da parede do casco, apresenta grande número de ligações dissulfeto, o que lhe garante alta resistência física. A queratina “mole”, por sua vez, que constitui o tecido córneo perióplico, a linha branca e a almofada plantar, é rica em grupos sulfidril e tem pequena quantidade de ligações dissulfeto, o que lhe garante maior elasticidade, mas baixa resistência física (POLLITT, 2004; TOMLINSON et al., 2004). A formação da cápsula córnea é resultado de um processo dinâmico de proliferação e diferenciação celular (queratinização) e de morte celular programada (cornificação) (TOMLINSON et al., 2004).

Histologicamente, a cápsula córnea consiste de quatro camadas, classificadas conforme a diferenciação celular. A camada basal (stratum basale) é formada por células epidermais ativas que recobrem a derme (córion) e promovem a proliferação celular. Decorrente desta multiplicação, as células são empurradas para a camada subjacente, na qual sofrem diferenciação celular em células espinhosas (queratinização), assim formando a camada espinhosa (stratum spinosum). Ao fim da diferenciação celular, grânulos basofílicos queratoalínicos densos acumulam-se nas células, pelo que esta camada é denominada camada granulosa (stratum granulosum). A partir desta camada, as células sofrem morte celular programada, promovendo a cornificação do tecido e formando a camada córnea (stratum corneum) (TOMLINSON et al., 2004; MÜLLING et al., 2014). (Figura 1).

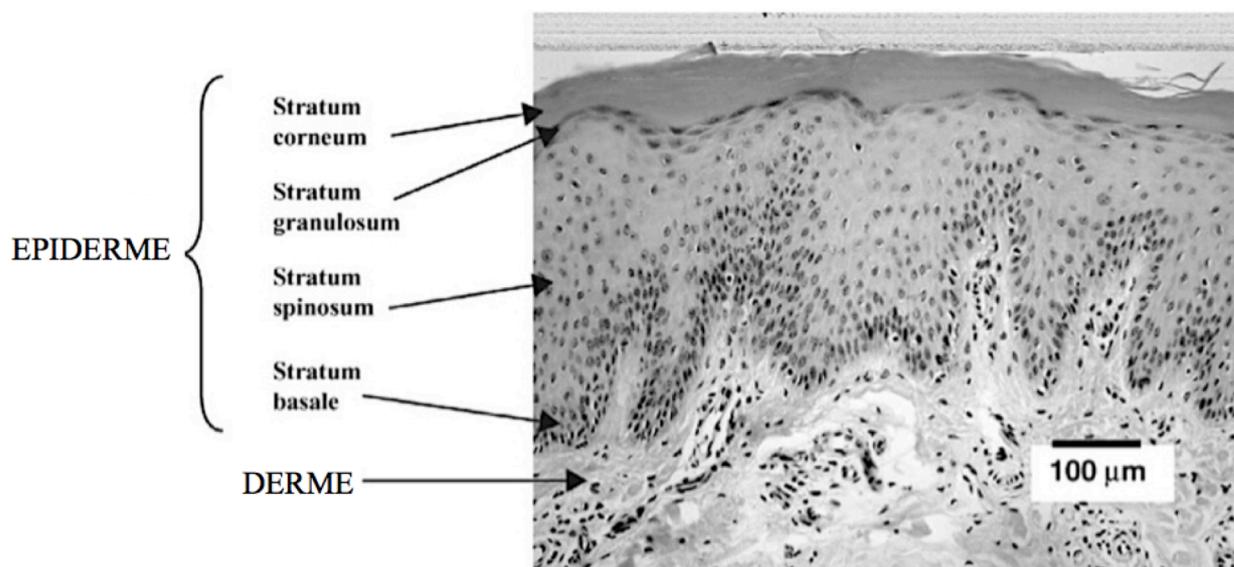


FIGURA 1. Diagrama da estrutura histológica da cápsula córnea do casco bovino. Coloração hematoxilina e eosina (adaptado de TOMLINSON et al., 2004).

As células da epiderme são unidas por uma substância cimentante intercelular (Figura 2a), arranjadas de forma como se o tecido córneo fosse uma parede de tijolos (Figura 2b) (MÜLLING et al., 1999).

A distribuição do peso corporal entre os membros pode ser um fator determinante no desenvolvimento de lesões de forma diferenciada entre unhas e membros (KRONEMAN et al., 1993). As unhas laterais dos membros posteriores suportam peso significativamente maior quando comparadas às unhas mediais dos membros posteriores e às unhas anteriores (CARVALHO et al., 2009). Estes fatores possivelmente explicam a razão pela qual os membros posteriores e suas unhas laterais apresentam maior prevalência de lesões (ANIL et al., 2007; BRADLEY et al., 2007; KNAUER et al., 2007; ENOKIDA et al., 2011).

Além disso, o rápido crescimento dos cascos - aproximadamente 6 mm por mês em um suíno adulto (VAN AMSTEL & DOHERTY, 2010) e 10 mm por mês em suínos jovens (JOHNSTON & PENNY, 1989), favorece o aparecimento de lesões e deformações, no mesmo ritmo em que desaparecem, dependendo principalmente das condições nutricionais e da velocidade de desgaste das unhas (KRONEMAN et al., 1993).

As lesões de casco são classificadas seguindo critérios primeiramente descritos por Gjein & Larssen (1995) e posteriormente adaptados por outros autores e padronizados em guias de classificação de lesões (Tabela 2).

De maneira geral, os guias de classificação de lesões consideram 7 principais lesões (DEEN et al., 2009):

1. Crescimento e erosão da almofada plantar
2. Rachadura na junção entre almofada plantar e sola
3. Lesão na linha branca
4. Rachaduras horizontais na parede do casco
5. Rachaduras verticais na parede do casco
6. Crescimento excessivo das unhas
7. Crescimento ou ausência das unhas acessórias

- **Crescimento e Erosão da Almofada Plantar**

O crescimento da almofada plantar (Figura 3) normalmente é consequência da sobrecarga crônica de peso, que resulta na hiperqueratinização da epiderme, como em um calo. É primeiramente uma reação fisiológica que pode desencadear outras lesões no casco, especialmente lesões de linha branca, rachaduras na junção entre almofada plantar e sola, rachaduras laterais e crescimento excessivo das unhas (OSSENT, 2010).

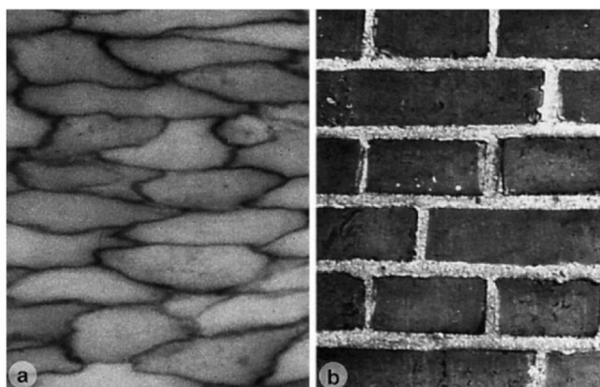


FIGURA 2a. Corte histológico da cápsula córnea do casco, evidenciando a substância cimentante intercelular (linhas escuras) e as células (áreas claras). Coloração PAS. FIGURA 2b. Analogia do tecido da cápsula córnea com uma parede de tijolos (MÜLLING et al., 1999).

TABELA 2. Critérios e sistemas de classificação de lesões de casco publicados.

Referência	Tipo de lesão ou área afetada	Escore
SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE LESÕES DE CASCO DESCRITOS NA LITERATURA:		
GJEIN & LARSSEN (1995), posteriormente adaptados por ANIL et al. (2007) e ENOKIDA et al. (2011)	Rachaduras na parede do casco	1 - Normal
	Lesões na almofada plantar	2 - Rachadura pequena e superficial ou lesão na epiderme
	Crescimento da almofada plantar	3 - Lesão mais severa, confinada na epiderme
	Rachaduras na linha branca	4 - Lesão severa e profunda, atingindo o córion
	Rachaduras na junção entre almofada plantar e sola	5 - Rachadura muito severa ou profunda, atingindo o córion ou tecido subcutâneo
BRADLEY et al. (2007)	Rachaduras de unha	
	Erosão da almofada plantar	1 - Leve
	Rachadura de Fischer	2 - Moderado
	Crescimento da almofada plantar	3 - Severo
	Rachaduras na linha branca	
	Rachaduras horizontais na parede do casco	
	Rachaduras verticais na parede do casco	
	Sulcos de desnutrição	
	Hemorragia	
Abcessos		
GUIAS DE CLASSIFICAÇÃO DE LESÕES DISPONÍVEIS:		
HOOFS (2006)	Crescimento e erosão da almofada plantar	1 - Normal
Zeugenklauwen Check	Unhas acessórias (comprimento/integridade)	2 - Leve
	Unhas (comprimento)	3 - Moderado
	Parede do casco (rachaduras verticais e horizontais)	4 - Severo
	Lesões de pele acima da banda coronária	O guia apresenta descrições e imagens das lesões e áreas anatômicas
DEEN et al. (2009) FeetFirst® by Zinpro	Crescimento e erosão da almofada plantar	1 - Normal
	Rachadura na junção entre almofada plantar e sola	2 - Moderado
	Rachadura na linha branca	3 - Severo
	Rachaduras horizontais na parede do casco	O guia apresenta descrições e imagens das lesões e áreas anatômicas
	Rachaduras verticais na parede do casco	
	Unhas (comprimento)	
Unhas acessórias (comprimento/integridade)		

Adaptado de NALON et al., 2013.

As lesões na almofada plantar podem variar de lesões superficiais a rachaduras profundas, que frequentemente atingem o córion e, assim, resultam em dor e claudicação. Estas lesões, quando profundas, podem ser infectadas por bactérias anaeróbicas, que produzem enzimas queratolíticas, destroem o tecido cornificado e levam à inflamação (VAN AMSTEL, 2010).

O crescimento e erosão da almofada plantar é a lesão de maior prevalência no Brasil, sendo comum encontrar mais de 90% das porcas com esta lesão (KRAMER et al., 2013).

- **Rachadura na Junção entre Almofada Plantar e Sola**

A rachadura na junção entre a almofada plantar e a sola (Figura 4) está normalmente associada ao crescimento e erosão da almofada plantar. A tensão constante nesta junção promove fadiga da estrutura tecidual, podendo resultar no seu rompimento (OSSENT, 2010).

Esta lesão pode avançar, progredindo pela linha branca abaxial. Nestes casos, a almofada plantar pode destacar-se completamente da sola e do restante do casco (VAN AMSTEL, 2010).

É uma lesão de baixa prevalência na realidade brasileira (KRAMER et al., 2013), mas de importância significativa, por normalmente comprometer o córion e, assim, resultar em processos inflamatórios, infecção, dor e consequente claudicação.

- **Lesão na Linha Branca**

A linha branca, tecido córneo delicado e flexível, é a junção entre o tecido elástico da almofada plantar e o tecido duro da parede do casco. As rachaduras na linha branca normalmente



FIGURA 3. Crescimento e erosão da almofada plantar, escore 2 (moderado).



FIGURA 4. Rachadura na junção entre almofada plantar e sola, escore 3 (severo).

são decorrentes do crescimento excessivo da almofada plantar. Este sobre-crescimento exerce excessiva tensão nesta região quando o animal está em estação ou em deslocamento, levando ao desenvolvimento da lesão.

Devido à fragilidade tecidual, a linha branca é também muito susceptível ao efeito abrasivo do concreto e do efeito erosivo de enzimas bacterianas. Como consequência, ocorre reposição celular acelerada, resultando na presença de muitas células imaturas na superfície de apoio (VAN AMSTEL, 2010).

Estas lesões, quando não são decorrentes do sobre-crescimento da almofada plantar e especialmente em animais jovens, estão relacionadas com a fase de recria dos animais e possivelmente associadas com excesso de umidade, como no caso do uso de lâmina d'água, ou do contato constante com fezes e/ou urina. Nestes casos, é comum a ocorrência de lesão da linha branca abaxial, que estende-se além da almofada plantar e pode formar abas na parede do casco e fissuras profundas, sujeitas a infecção bacteriana.

As lesões de linha branca são de difícil recuperação devido à fragilidade tecidual e à característica de desenvolver separação do “tipo zíper” (MÜLLING et al., 2013). Esta característica resulta no aprofundamento da lesão no sentido perpendicular à sola (Figura 5), caso não haja interrupção do agente causador da lesão ou o aumento da resistência tecidual.

Apesar das lesões na linha branca serem de média prevalência no Brasil (KRAMER et al., 2013), elas são de grande importância por comprometerem o córion e, assim, resultarem em processos inflamatórios, infecção, dor e consequente claudicação.



FIGURA 5. Lesão da linha branca abaxial, escore 3 (severo). A recuperação é lenta e difícil devido à fragilidade tecidual e à característica de desenvolver uma separação do “tipo zíper” (MÜLLING et al., 2013).

- **Rachaduras Horizontais na Parede do Casco**

Rachaduras horizontais na parede do casco são lesões paralelas à banda coronária. Quando evidenciadas em múltiplas unhas em um mesmo animal, são consequência da interrupção do crescimento do tecido córneo devido ao comprometimento vascular no córion. A interrupção repetitiva do crescimento do tecido córneo resulta em várias fissuras horizontais na parede de uma mesma unha. O comprometimento vascular normalmente se deve à presença de endotoxinas que podem ser produzidas no trato gastrointestinal ou associadas a infecções bacterianas, como nos casos de mastite ou metrite. Estas endotoxinas levam à liberação de substâncias vasoativas que promovem mudanças na microvascularização do córion, como o aumento na pressão dos capilares, edema, trombose e migração de células associadas a processos inflamatórios (VAN AMSTEL, 2010).

Manchas avermelhadas, muitas vezes desbotadas, abaixo da parede do casco indicam hemorragia e/ou inflamação. Estas hemorragias de parede são normalmente decorrentes de trauma e podem ocorrer em somente uma unha (Figura 6). Nestes casos, podem ser também encontradas rachaduras na parede ou a ocorrência de parede dupla. Por outro lado, inflamações severas podem acometer múltiplos membros e podem ser indicativos de um problema sistêmico (OSSENT, 2010; VAN AMSTEL, 2010).



FIGURA 6. Rachadura horizontal da parede, escore 3 (severo), decorrente de trauma na banda coronária, com consequente processo inflamatório grave e formação de parede dupla.

A prevalência média das rachaduras horizontais nos rebanhos brasileiros supera 50% das fêmeas (KRAMER et al., 2013) e normalmente compromete várias unhas em um mesmo animal.

- **Rachaduras Verticais na Parede do Casco**

Ao caminhar, a pressão lateral exercida pelo peso corporal sobre o casco é transferida para a parede. A parede do casco normalmente tem grande capacidade de suportar tensão, funcionando como parede elástica. Assim, quando do deslocamento do animal, a parede do casco absorve boa parte da energia decorrente do movimento. Quando a qualidade do tecido cornificado está diminuída, em decorrência de alterações subclínicas, como nos casos de

comprometimento nutricional, laminite ou erosão da almofada plantar, a capacidade de resistência à tensão é diminuída (MÜLLING & GREENOUGH, 2006), intensificando o risco de desenvolvimento de lesões.

As rachaduras verticais (Figura 7) ocorrem principalmente na parede abaxial de uma ou múltiplas unhas, podendo originar-se na banda coronária ou na superfície de apoio (VAN AMSTEL, 2010). Elas podem ser irregulares, quando há comprometimento da substância cementante que faz adesão das células cornificadas, ou lineares, quando há comprometimento das células cornificadas. Nestes casos, fatores nutricionais, como biotina, zinco, manganês e cobre, principalmente, podem estar relacionados com sua ocorrência.

Outras causas de rachaduras verticais estão relacionadas a trauma. Porcas mantidas em gaiolas de gestação, quando deitadas, podem desenvolver rachaduras verticais na parede do casco como consequência do pisoteio da porca na gaiola subjacente, especialmente quando há fragilidade no tecido córneo e/ou as gaiolas são estreitas.

Da mesma forma, durante o movimento da porca para levantar-se ou deitar-se, é comum que o suíno fricção a parede abaxial da unha lateral do membro caudal no piso. Esta movimentação frequentemente resulta no desgaste e enfraquecimento da parede do casco, principalmente quando há condições que proporcionam a perda de resistência do tecido cornificado (como umidade excessiva), com consequente desenvolvimento de rachaduras verticais (VAN AMSTEL, 2010).

Rachaduras profundas na parede do casco podem causar severa irritação do córion, levando os animais à claudicação, com possível intensificação da dor quando há infecção e inflamação secundárias. Rachadura verticais que partem da banda coronária podem resultar em infecções profundas, inflamação severa e possível comprometimento ósseo, especialmente da segunda falange (VAN AMSTEL, 2010).

As rachaduras verticais de parede são as lesões de menor prevalência média nos rebanhos



FIGURA 7. Rachadura vertical de parede, escore 3 (severo), originada na superfície de apoio.

brasileiros (KRAMER et al., 2013).

- **Crescimento Excessivo das Unhas Principais e Acessórias**

O crescimento das unhas é relativamente comum e normalmente ocorre quando o desgaste das unhas é inferior ao crescimento da cápsula córnea (OSSENT, 2010; VAN AMSTEL, 2010; VAN AMSTEL & DOHERTY, 2010).

A ocorrência destas lesões pode estar relacionado com o crescimento da almofada plantar, com a manutenção dos animais em piso que não proporcione desgaste adequado das unhas, bem como pela ocorrência de laminite. Neste caso, normalmente mais de um dígito apresenta o sobre-crescimento da unha (OSSENT, 2010).

Quando vários animais apresentam a lesão, há que se considerar fatores predisponentes comuns. Excesso de sólidos totais na água parece ter relação com o sobre-crescimento das unhas.

Outros problemas podem estar relacionados ao sobre-crescimento das unhas principais e acessórias, decorrentes da movimentação do animal. São comuns lesões na banda coronária, rachaduras horizontais e hemorragias subcapsulares e lesões traumáticas, como a fratura ou amputação das unhas (Figura 8)

(OSSENT, 2010; PLUYM et al., 2011). Infecções e inflamações são comuns nestes casos, com consequentes infecções articulares e osteomielite. Além disso, nos casos do sobre-crescimento da unha principal, a angulação dos membros é alterada, sobrecarregando as articulações e podendo resultar em osteoartrite (VAN AMSTEL, 2010).

O sobre-crescimento das unhas principais e das unhas acessórias apresentaram 77% e 67% de prevalência, respectivamente, em levantamento feito em granjas no Brasil (KRAMER et al., 2013).



FIGURA 8. Unha acessória amputada, possivelmente em decorrência do sobre-crescimento e espaçamento entre as barras do piso ripado maior que 2 cm.

Patogenia das Lesões de Casco

Os cascos fazem a interface entre o animal e o ambiente. Sua integridade é dependente das influências internas, do metabolismo e, ao mesmo tempo, dos impactos mecânicos, químicos e biológicos externos, oriundos do ambiente onde os animais se encontram (MÜLLING & GREENOUGH, 2006). A capacidade do casco de resistir a estas influências é determinada por aspectos genéticos. A interação entre as estruturas que compõem o casco e o ambiente resulta em uma cascata de eventos fisiopatológicos que resultam, por sua vez, em mudanças adaptativas, alterações ou lesões nos tecidos.

As lesões de casco normalmente não se desenvolvem nas unhas de forma semelhante (ANIL et al., 2007) e são resultados de um somatório de fatores relacionados com manejo, instalações e comportamento dos animais (KRONEMAN et al., 1993). Por outro lado, a integridade do casco está relacionada à qualidade da estrutura córnea do casco (TORRISON, 2010). De maneira geral, as lesões de casco têm origem em três causas principais (OSSENT, 2010): inflamação, traumatismos e fatores mecânicos relacionados à qualidade do tecido córneo do casco. No entanto, outras causas também devem ser consideradas, como descrito a seguir:

- **Inflamação**

Processos inflamatórios nos membros promovem alterações na postura do animal e na distribuição de peso entre as membros e unhas.

A laminite é um importante e prevalente processo inflamatório do aparelho locomotor dos suínos que resulta em alterações nos cascos, como má-formação do tecido córneo e sobre-crescimento das unhas (GUIMARÃES et al., 2008).

Enquanto o animal mantém-se em pé, a pressão mecânica promove deformações na região de suporte do casco (papillae) que regula o sistema vascular. Nos casos de laminite, ocorre aumento de pressão nos vasos e tecidos, possivelmente devido ao aumento na resistência pós-capilar. Como consequência imediata desta alteração de pressão, ocorrem modificações no endotélio e na taxa de perfusão nos tecidos do casco. Estes eventos são seguidos pela ativação de uma série de processos inflamatórios e regulatórios, com participação ativa da Interleucina-1 (IL-1), citocina pró-inflamatória produzida e armazenada pelas células da epiderme, que estimula a liberação do fator de crescimento dos queratinócitos (KGF - keratinocyte growth factor) e, conseqüentemente, a multiplicação das células da epiderme e o crescimento do casco (MÜLLING & GREENOUGH, 2006). A presença de hemorragias ou descoloração avermelhada

sob a parede do casco são indicativos de trauma ou processos inflamatórios (LOPEZ et al., 1997; VAN AMSTEL, 2010).

Ao caminhar, em uma passada normal da porca, as almofadas plantares realizam o primeiro contato com o solo, distribuindo igualmente o peso do animal entre as unhas mediais e laterais. Enquanto a capacidade resiliente da almofada plantar reduz o impacto inicial na porção posterior do casco, o peso do animal é gradualmente distribuído à parede e à sola, com ligeira expansão das estruturas do casco. A derme da sola e da almofada plantar e a gordura subjacente no tecido subcutâneo atuam como “absorvedores de impacto”, suportando boa parte da tensão na primeira etapa de cada passo dado pelo animal enquanto caminha (MÜLLING & GREENOUGH, 2006; MÜLLING et al., 2014). Quando há processos inflamatórios no aparelho locomotor, todo este comportamento é alterado, proporcionando condições para o desenvolvimento de lesões nos cascos.

- **Instalações**

As características do piso e do ambiente onde as porcas se encontram podem alterar a locomoção do animal, interferindo na integridade dos cascos. Cobertura do piso, umidade, dureza, quão escorregadio é o piso, sua abrasividade, limpeza, qualidade e espaçamento entre as barras do piso ripado ou a presença de defeitos ou irregularidades no piso podem resultar na ocorrência de lesões de casco.

Pisos sujos, com presença de dejetos e altos níveis de amônia ou umidade aumentam o risco de lesões do aparelho locomotor (CADOR et al., 2014). Pisos úmidos favorecem escorregões, que podem resultar no desenvolvimento de lesões de casco (KRONEMAN et al., 1993). A exposição prolongada do casco à água (Figura 9) reduz a dureza das estruturas cornificadas (BORDERAS et al., 2004) e promove o amolecimento da sola (GREGORY et al.,



FIGURA 9. Lâmina d'água promove perda de resistência do casco.

2006). A amônia produzida a partir das fezes reduz a resistência e a elasticidade do casco (GREGORY et al., 2006; HIGUCHI et al., 2009). Nestas condições, enzimas bacterianas podem degradar a queratina, favorecendo o desenvolvimento de lesões, infecção bacteriana, inflamação e dor (VAN AMSTEL, 2010).

Características do piso, como o concreto e a qualidade dos pisos ripados, estão relacionadas

com o aumento na frequência de lesões nas almofadas plantares e rachaduras de parede (DEEN et al., 2007).

O desgaste acelerado do casco devido à maior rugosidade do piso resulta em ângulo mais acentuado entre a parede do casco e a sola, reduzindo a superfície de contato do casco com o piso.

A baixa abrasividade do piso, por sua vez, resulta no crescimento das unhas, alterando a distribuição de peso entre os dígitos e na sobrecarga das articulações (VERMEER, 2012). Isto é comum de se observar em condições em que animais jovens com mais de 25 kg são mantidos sobre piso plástico (RAPP, 2010). Além disso, pisos pouco abrasivos aumentam a possibilidade de escorregões (VERMEER, 2012).

A cobertura do piso com palha favorece a redução de erosões do tecido córneo, mas tem efeito negativo na junção entre a sola-almofada plantar (CADOR et al., 2014), possivelmente devido à retenção de umidade.

Porcas mantidas em piso compacto apresentam mais claudicação quando comparadas com porcas alojadas em piso parcialmente ou totalmente ripado (WILLGERT et al., 2014), ainda que o piso ripado favoreça o sobre-crescimento, trauma e dor nas unhas acessórias, lesões na almofada plantar e claudicação (KILBRIDE et al., 2009; CADOR et al., 2014).

As lesões de casco tendem a ser mais frequentes em animais mantidos em pisos ripados perpendiculares ao sentido das gaiolas de gestação quando comparados com animais mantidos em pisos ripados dispostos longitudinalmente (ENOKIDA & KOKETSU, 2010). Além disso, observa-se que os suínos caminham com mais cuidado e com certa apreensão sobre pisos ripados, quando em comparação com pisos sólidos.

O espaçamento ideal entre as barras do piso ripado depende do peso do animal e, assim, deve ser proporcional ao tamanho das unhas. Vãos mais largos do que o ideal podem causar lesões na banda coronária do casco, nas unhas acessórias e rachaduras horizontais (VERMEIJ et al., 2009; VERMEER, 2012).

A qualidade e conservação do piso, do ripado e a qualidade e idade do concreto utilizado na confecção do piso também estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento das lesões de casco. Concreto novo pode formar suspensões de hidróxido de cálcio, com pH elevado (pH > 12) na superfície do piso (GLASSER, 1993 apud GREGORY et al., 2006), que, por sua vez, pode levar à degradação da queratina do casco e, conseqüentemente, sua fragilização. Este mesmo efeito é observado em casos de infecção com bactérias Gram-negativas, produtoras de

enzimas queratolíticas que destroem o tecido cornificado e levam à inflamação (VAN AMSTEL, 2010).

Pisos de concreto antigos, por sua vez, tendem a ser mais abrasivos, com defeitos significativos nas bordas das barras do ripado e com maior espaçamento entre elas (PLUYM et al., 2013). Além disso, nestas estruturas mais antigas, as áreas de alimentação normalmente apresentam maior desgaste (Figura 10) devido ao efeito corrosivo do alimento fermentado - (PLUYM et al., 2013). As irregularidades e defeitos do piso também



FIGURA 10. Piso desgastado no entorno do comedouro em decorrência do efeito corrosivo do alimento úmido fermentado.

dificultam a limpeza e, assim, favorecem o acúmulo de umidade e dejetos, além do desenvolvimento de microrganismos (PLUYM et al., 2013).

- **Tipo de Alojamento**

O tipo de alojamento na gestação também influencia no desenvolvimento de lesões. Quando comparadas, gestações individuais ou coletivas, quantidade e tipos de movimentação dos animais são fatores importantes no desenvolvimento de lesões de casco e outros tipos de traumatismos que podem levar as fêmeas à claudicação (KRONEMAN, 1993). Porcas alojadas em baias com sistemas eletrônicos de alimentação (ESF - electronic sow feeders) apresentaram maior probabilidade de apresentar todos os tipos de lesão em alguma das unhas quando em comparação a porcas mantidas em gaiolas. Isto se deve especialmente à maior possibilidade de movimentação dos animais, à atividade associada com a agressividade dos animais quando da sua mistura ou quando do ingresso na estação alimentadora (ANIL et al., 2007; ANIL et al., 2010), o que também é observado em baias com grandes grupos de porcas (CADOR et al., 2014; WILLGERT et al., 2014) ou quando a densidade das baias é alta (WILLGERT et al., 2014).

Os sistemas de alojamento na fase de gestação com gaiolas de acesso livre e fechamento (WLS - walk-in, lock-in stalls) mostraram-se com menor risco no desenvolvimento de problemas locomotores e como sendo um sistema mais “protetivo” em comparação com outros sistemas de gestação coletiva (BACKUS et al., 1997; ANIL et al., 2007; CADOR et al., 2014). Este tipo de gaiolas de acesso livre proporciona área de proteção na qual as porcas podem ingressar por

vontade própria, além de separarem os animais individualmente durante a alimentação. Estes aspectos diminuem os comportamentos agressivos que poderiam favorecer o desenvolvimento de lesões (CADOR et al., 2014).

- **Manejo**

Outro fator identificado como relacionado ao aumento do desenvolvimento de lesões de casco foi a alta proporção de porcas por trabalhador (CADOR et al., 2014; WILLGERT et al., 2014). Este fator pode estar relacionado com a menor disponibilidade do trabalhador em identificar e atuar na correção dos problemas, devido ao menor tempo disponível para a observação dos animais (ROWLES, 2001; CADOR et al., 2014).

- **Nutrição e Manejo Nutricional**

Quanto aos aspectos nutricionais, práticas alimentares também impactam nas lesões do aparelho locomotor. O fornecimento de menos de 3,1 kg diários de ração para leitoas, durante o último mês de gestação, foi fator de risco associados aos problemas locomotores. Além disso, o fornecimento de menos de 1.200 kg anuais de ração por porca também parece aumentar o risco de ocorrência de lesões no aparelho locomotor (CADOR et al., 2014).

O aumento do peso corporal dos animais aumenta a pressão exercida por unidade de área do casco, o que, por sua vez, aumenta a possibilidade de desenvolvimento de lesões. Isto pode explicar a maior ocorrência de lesões na almofada plantar e na parede do casco de porcas no final de gestação (ANIL et al., 2007). Além disso, a produção de tecido cornificado pode ser comprometida em função do considerável aumento da necessidade de aminoácidos pela porca na fase final de gestação. Conseqüentemente, em função da redução no consumo de alimento nesta fase e no pós-parto imediato, é possível que o organismo não consiga o aporte de proteína necessária para atender a demanda (VAN RIET et al., 2013). Esta oferta reduzida de proteína interfere negativamente na produção de queratina, com conseqüente fragilização do tecido córneo (TOMLINSON et al., 2004; VAN RIET et al., 2013).

Aminoácidos sulfurados, como cisteína e metionina, são importantes para os processos de queratinização (WENDT, 2011). A cisteína compõe a lâmina epidermal parcialmente queratinizada e estabelece o envelope celular que proporciona a resistência e rigidez da parede celular contra a ação de enzimas proteolíticas (TOMLINSON et al., 2004; VAN RIET et al., 2013). Apesar do efeito da suplementação de metionina para suínos na qualidade dos cascos não ser conhecida (VAN RIET et al., 2013), há relatos de que a suplementação de metionina em

níveis elevados para bovinos resultou na formação de queratina de baixa resistência, fragilizando a cápsula córnea. Isto se deve, possivelmente, pelo fato desta suplementação limitar as concentrações de cisteína e, assim, a formação das pontes dissulfeto durante a queratinização (VERMUNT & GREENOUGH, 1995; VAN RIET et al., 2013).

A resistência do casco, além de ser definida pelo tipo de queratina que o constitui, está relacionada com sua composição mineral. Os níveis de cálcio, fósforo, cobre e zinco são altos na queratina “dura”, como na parede do casco, enquanto água, sódio, potássio e ferro estão presentes em níveis mais altos na queratina “mole”, como nas almofadas plantares (ANIL et al., 2007; VAN RIET et al., 2013). Deficiências na suplementação destes minerais podem resultar na redução da resistência do casco, predispondo-o a lesões.

Níveis altos de selênio ou deficiência de biotina, dos aminoácidos sulfurados, cálcio e fósforo, assim como dos microminerais zinco e cobre podem contribuir para o desenvolvimento de rachaduras na parede do casco (VAN AMSTEL & SHEARER, 2001; LEAN et al., 2013).

O consumo insuficiente de cálcio na dieta reduz a disponibilidade e concentração plasmática do mineral, reduzindo sua disponibilidade aos queratinócitos. Com isso, ocorre diminuição na ação da transglutaminase epidermal, e consequente disqueratose (MÜLLING et al., 1999; TOMLINSON et al., 2004; VAN RIET et al., 2013).

Os microminerais zinco, manganês, cobre e selênio, principalmente, participam de vários processos enzimáticos durante a queratinização (TOMLINSON et al., 2004). O fornecimento de níveis adequados de microminerais biodisponíveis é fundamental, especialmente porque sua demanda aumenta durante o final da gestação e início da lactação (McDOWELL, 2003 apud VAN RIET et al., 2013). A suplementação inadequada, tanto em quantidade, como em qualidade, ou a interrupção na sua difusão para os queratinócitos resulta na produção de tecido córneo de baixa resistência, predispondo os animais ao desenvolvimento de lesões de casco e claudicação (TOMLINSON et al., 2004; VAN RIET et al., 2013).

O zinco é o micromineral mais abundante no meio intracelular e faz parte de mais de 200 sistemas enzimáticos. Participa na formação de proteínas estruturais durante o processo de queratinização e na regulação enzimática durante a diferenciação dos queratinócitos, sendo fundamental para garantir a integridade celular (MÜLLING et al., 1999; TOMLINSON et al., 2004; VAN BARNEVELD & VANDEPEER, 2008).

Pouco considerado no que diz respeito à integridade do casco, o cromo é um micromineral essencial, por ser cofator na ativação da insulina e, assim, presente no metabolismo

da glicose. Se a absorção da glicose é prejudicada, pode haver redução no seu fluxo derme-epiderme, prejudicando a produção e a resistência dos tecidos queratinizados (VAN RIET et al., 2013).

As vitaminas também exercem papel importante na integridade dos cascos. A vitamina A, é demandada durante os processos de diferenciação celular (MÜLLING et al., 1999; VAN RIET et al., 2013). As vitaminas D e E também participam dos processos de produção dos tecidos queratinizados (TOMLINSON et al., 2004).

A biotina, por sua vez, é possivelmente a vitamina de maior importância no processo de queratinização (TOMLINSON et al., 2004) e a que recebeu maior atenção no meio científico em relação à saúde dos cascos dos suínos (VAN RIET et al., 2013). Trata-se de uma vitamina hidrossolúvel do complexo B, requerida no processo de queratinização e essencial para a produção da substância cementante intercelular (MÜLLING et al., 1999; VAN BARNEVELD & VANDEPEER, 2008).

A qualidade da água fornecida aos animais também tem impacto na saúde do casco. Aspectos como palatabilidade, pH, composição mineral e quantidade de sólidos dissolvidos podem predispor o desenvolvimento de lesões, especialmente o sobre-crescimento das unhas.

- **Idade dos Animais**

Com relação à idade dos animais, trabalhos mostraram que fêmeas com até cinco partos tem maior probabilidade de desenvolver lesões de linha branca (ANIL et al., 2007) e porcas com até cinco partos tem maior prevalência de claudicação em relação a porcas mais velhas (WILLGERT et al., 2014). Isto pode estar relacionado com o ambiente onde os animais são mantidos e especialmente com o período de recria e adaptação das leitoas, uma vez que ambientes com maior umidade, especialmente na fase de recria, favorecem o desenvolvimento de lesões abaxiais de linha branca e estas, por sua vez, são de difícil recuperação.

Controle e Prevenção das Lesões de Casco

Sendo as lesões de casco de origem multifatorial, é fundamental que as medidas de controle e prevenção contemplem as diferentes possibilidades de causas, de acordo com os resultados de avaliações periódicas dos animais e instalações. Quanto mais frequente é a avaliação dos animais, melhores e mais rápidas serão as decisões e ações de controle e tratamento, evitando o agravamento do problema e o seu descarte precoce (ABELL et al., 2014).

É importante que estas avaliações de lesões de casco e claudicação sejam realizadas a cada parto, de forma a compreender a dinâmica e o impacto das lesões no plantel. De forma prática e simples, a avaliação de claudicação pode ser feita no deslocamento das porcas entre gestação e maternidade, e a avaliação das lesões de casco é facilmente realizada com as porcas deitadas, na gaiola de maternidade (KRAMER et al., 2013; KRAMER & ALBERTON, 2014). Há aplicativos disponíveis para tablets que facilitam o procedimento de avaliação e análise das informações (TORRISON et al., 2015). Da mesma forma, a avaliação de claudicação pode ser realizada utilizando plataformas de pressão (force plates) instaladas nas gaiolas dos sistemas eletrônicos de alimentação, nas baias de gestação coletiva, com maior precisão e agilidade em relação a outros sistemas de avaliação (ABELL et al., 2014), auxiliando assim na identificação de animais com prováveis lesões de casco e que merecem atenção.

O prognóstico do tratamento de animais que apresentam lesões de casco depende do tipo e severidade de lesão. Lesões de casco com quadros infecciosos normalmente são identificados em estágios crônicos e, nestes casos, o prognóstico é reservado (PLUYM et al., 2013). Nestas situações, há que se decidir se é possível alcançar a cura com o tratamento do animal ou se o animal deve ser descartado ou eutanasiado (ROWLES, 2001), sendo que, nestes casos, a avaliação post mortem fornece importantes informações para o entendimento do problema (PLUYM et al., 2013).

- **Tratamento Medicamentoso**

Em função das lesões de casco estarem relacionadas com claudicação e esta, por sua vez, ser consequência de dor e inflamação, do ponto de vista de bem-estar animal, é necessário tratar os animais com drogas anti-inflamatórias não-esteroidais (AINES) (PLUYM et al., 2013).

Dois AINES foram avaliados experimentalmente e mostraram efeito positivo na redução da dor relacionada a problemas locomotores não-infecciosos em porcas: cetoprofeno oral (2 mg/kg; SID; 5 dias) e meloxicam injetável (0,4 mg/kg; 2 dias; SID) (FRITON et al., 2003; MUSTONEN et al., 2011; PLUYM et al., 2013). Salicilato de sódio e flunixin meglumine também foram avaliados experimentalmente, mas não tiveram efeito positivo na redução da dor relacionada a problemas locomotores (TAPPER et al., 2013).

O tratamento de lesões infectadas é bastante complicado pela dificuldade na definição do melhor local para o tratamento, pela variedade de microrganismos que podem estar envolvidos e, conseqüentemente, pela incerteza de sucesso. O ideal, quando há a opção de tratamento, é que a lesão infectada seja adequadamente limpa, o tecido necrosado removido e a ferida desinfetada,

para então se fazer a aplicação tópica de antibiótico, além da aplicação parenteral. Dependendo da lesão, pode haver necessidade de casqueamento para acesso à lesão. A associação com AINES, nestes casos, é importante (VAN AMSTEL & SHEARER, 2006; PLUYM et al., 2013).

- **Casqueamento**

Em granjas nas quais há prevalência média a alta de crescimento e erosão do talão, sobre-crescimento de unha e de unha acessória em graus 2 e 3, de acordo com a classificação de Deen et al. (2009), é recomendado o casqueamento como parte da estratégia sanitária e de bem-estar animal (VESTEGAARD et al., 2006; VAN AMSTEL et al., 2008; OSSENT, 2010; WENDT, 2011; FITZGERALD et al., 2012).

Na bovinocultura leiteira, o casqueamento é uma prática rotineira, realizada em todos os animais uma ou duas vezes ao ano (VAN AMSTEL & SHEARER, 2006; PLUYM et al., 2013). Na suinocultura, no entanto, o casqueamento mostra-se mais difícil que em bovinos, em função da dificuldade de contenção dos animais. Bretes de contenção usados para bovinos, não são possíveis de uso com suínos (DEEN, 2014), devido ao estresse manifestado pelos animais. Métodos de contenção normalmente usados em suínos, como o laço com cabo (também denominado cachimbo) podem ser usados para imobilizar as porcas, mas também resultam em estresse significativo, evidenciado por vocalizações e grande relutância quando do uso subsequente do laço (DEEN, 2014). Além disso, em alguns casos, quando do uso do laço com cabo, a porca pode se machucar devido à contenção. Se a porca permanecer em estação, normalmente há relutância em erguer o pé, impossibilitando a inspeção e o casqueamento (DEEN, 2014).

Assim, é necessário o uso de brete de contenção específico para porcas, que possibilite total acesso aos cascos (Figura 11) e permita que o animal seja elevado com segurança, tanto para ele, quanto para a equipe que fará o procedimento (VAN AMSTEL et al., 2008; OSSENT, 2010; ALBERTON et al., 2012).



FIGURA 11. Brete de contenção específico para suínos permite a elevação dos animais para inspeção e realização de procedimentos nos cascos.

O casqueamento pode ser realizado a partir da avaliação das porcas no momento do desmame. Havendo necessidade do recorte funcional, a porca identificada é deslocada para o procedimento. Esta prática tem sido comum em sistemas de produção em países tradicionais na produção de suínos no mundo. A experiência de mais de cinco anos de uma empresa integradora utilizando brete de contenção de porcas no México mostra que o tempo médio entre o ingresso da porca no brete de contenção e a sua saída é de 4'20" (3'52" a 7'30") (KARKUTT, 2012).

O objetivo do casqueamento é remover o excesso do tecido cornificado e restabelecer a conformação normal do casco, possibilitando a equalização da distribuição de peso entre os membros e unhas (Figura 12) (VAN AMSTEL et al., 2008; OSSENT, 2010).

- **Pedilúvio**

O uso do pedilúvio na bovinocultura de leite tem como indicação o tratamento, controle e prevenção de infecções primárias que acometem os cascos das vacas, como nos casos da dermatite interdigital, causada por *Dichelobacter nodosus* ou *Fusobacterium necrophorum* e da dermatite digital, causada por *Treponema* spp. (VAN AMSTEL & SHEARER, 2006; FJELDAAS et al., 2014). Na suinocultura, as infecções são secundárias às lesões nos cascos, razão pela qual esta indicação do uso dos pedilúvios não existe.

Não há pesquisas recentes publicadas avaliando o uso do pedilúvio para prevenir lesões de casco em porcas (PLUYM et al., 2013). Além disso, há que se considerar que os produtos normalmente utilizados nos pedilúvios, principalmente sulfato de cobre e formol, são



FIGURA 12. Recorte funcional do casco, com objetivo de remover o excesso do tecido cornificado e restabelecer a conformação normal do casco.

prejudiciais ao meio ambiente, tem efeito irritante em mucosas e carcinogênico em humanos, tendo seu uso restrito em vários países (PLUYM et al., 2013; FJELDAAS et al., 2014).

- **Seleção e Recria**

O desenvolvimento e seleção das leitoas merece grande atenção a fim de se reduzir a prevalência e os impactos negativos das lesões de casco (ROWLES, 2001).

Uma vez que vários genes tem sido associados com a conformação e estrutura do aparelho locomotor (FAN et al., 2009), a qualidade do aparelho locomotor deve fazer parte dos critérios de seleção (PLUYM et al., 2013).

Da mesma forma, a seleção considerando a docilidade dos animais possibilita a redução de traumas decorrentes de brigas frequentes entre os animais (WENDT, 2011), especialmente nos sistemas de gestação coletiva.

Diferenças maiores que 1,2 cm no tamanho das unhas e seu crescimento anormal são características hereditárias (RAPP, 2010; PLUYM et al., 2013). Assim, a seleção de leitoas com mesmo tamanho de unhas é benéfico para o controle deste tipo de lesão. É importante, também, para evitar o sobre-crescimento das unhas, que as leitoas sejam transferidas do piso plástico para piso de concreto a partir dos 25 kg de peso corporal (RAPP, 2010), possibilitando melhor desgaste dos cascos.

Características de conformação, incluindo angulação das pernas, posição e alinhamento dos pés devem ser considerados na seleção das leitoas, não só nas granjas núcleo e multiplicadoras, mas também nas granjas comerciais, a fim de garantir a longevidade dos animais (RAPP, 2010; STALDER et al., 2010; NIKKILÄ et al., 2013; AASMUNDSTAD et al., 2014).

- **Nutrição e Manejo Nutricional**

A nutrição desempenha papel importante na prevenção da claudicação e das lesões de casco, pois os nutrientes influenciam na qualidade e integridade dos ossos, cartilagens articulares e qualidade dos tecidos queratinizados. Os componentes nutricionais podem interagir entre si e devem ser balanceados de forma que não ocorram condições de deficiência ou excesso, atendendo as diferentes necessidades de cada fase da produção (VAN RIET et al., 2013).

Da mesma forma, o manejo nutricional é fundamental para garantir a integridade dos animais. Especialmente em sistemas de gestação coletiva, brigas e disputas entre os animais

podem ser evitadas proporcionando acesso individual e seguro ao alimento (WENDT, 2011). No período de recria das leitoas, o alojamento ideal é de seis leitoas por baia (máximo de 10 leitoas por baia), permitindo que variações na condição corporal das fêmeas sejam minimizadas (RAPP, 2010).

Para garantir a longevidade do plantel, as leitoas devem ter um ganho médio de peso de 700 g/dia entre as 10 e 30 semanas de idade. Isto significa que a alimentação deve ser controlada. Além disso, as dietas para leitoas devem ser específicas, uma vez que rações de crescimento e terminação, normalmente utilizadas para leitoas, são formuladas para maximizar o crescimento e, assim, não atendem suas necessidades nutricionais (RAPP, 2010).

Os aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína: 3,6 g/kg de ração gestação; e 5,6 g/kg de ração lactação, respectivamente) são importantes para a produção de queratina (WENDT, 2011). No entanto, há que se levar em conta que suplementação de metionina em doses altas pode prejudicar a disponibilidade de cisteína (VERMUNT & GREENOUGH, 1995).

Os minerais cálcio, zinco, cobre e manganês, e as vitaminas A, D e E e biotina são importantes na produção e manutenção da saúde dos tecidos queratinizados. Aumentar a biodisponibilidade dos microminerais, especialmente zinco, manganês e cobre, melhora sua utilização e, assim, contribui para aumentar a integridade de tecidos como mucosas, pele e cascos (TOMLINSON et al., 2004).

A relação do zinco e da biotina na formação da queratina pode ser entendida considerando a analogia entre o tecido cornificado da cápsula córnea e uma parede de tijolos (Figura 2) (MÜLLING et al., 1999). O zinco é demandado para ativação dos sistemas enzimáticos necessários para a formação de uma estrutura celular resistente (tijolos), enquanto a biotina é necessária para a produção da substância cementante intercelular (cimento) (MÜLLING et al., 1999; TOMLINSON et al., 2004; VAN BARNEVELD & VANDEPEER, 2008).

Os estudos são contraditórios a respeito dos benefícios da suplementação de biotina para leitoas e porcas adultas. Estas diferenças nos resultados podem ser decorrentes de variações na concentração basal da dieta, dos níveis de suplementação, da biodisponibilidade da biotina, além de variações no manejo, instalações e genética (PLUYM et al., 2013; VAN RIET et al., 2013). Os ingredientes que compõem a ração também estão relacionados, uma vez que a biotina não é limitada em rações à base de milho (ROWLES, 2001).

A suplementação de zinco, manganês e cobre complexados com aminoácidos para os animais de reprodução tem sido relado como importante na redução da incidência, prevalência e severidade das lesões de casco, melhorando a longevidade e o desempenho dos animais e de sua progênie, tanto em sistemas de gestações em gaiolas individuais, como em gestações coletivas (ANIL et al., 2009; ANIL et al., 2010; DA SILVA et al., 2010; SOUZA & KRAMER, 2013; WILSON et al., 2013a; WILSON et al., 2013b). Esta melhoria se deve à melhor absorção e biodisponibilidade dos minerais, com consequente melhora na integridade dos cascos (TOMLINSON et al., 2004; ANDRIEU, 2008; VAN RIET et al., 2013).

- **Instalações e Manejo**

As condições do piso são fundamentais para garantir a integridade dos cascos. O piso deve ser áspero o suficiente para evitar que os animais escorreguem, mas ao mesmo tempo moderadamente abrasivo, para garantir o desgaste das unhas e evitar o sobre-crescimento. Pisos excessivamente abrasivos devem ser corrigidos, a fim de se evitar erosões de sola e almofada plantar (WENDT, 2011; VERMEER, 2012). Os pisos de instalações novas ou reformados devem ser tratados com carbonato de cálcio antes do primeiro alojamento (WENDT, 2011).

As instalações devem ser livres de umidade e dejetos. Para tanto, o piso deve ter declividade e permeabilidade adequadas, a fim de possibilitar o escoamento dos líquidos, sem, entretanto, permitir que os animais escorreguem ou se lesionem (VERMEIJ et al., 2009; WENDT, 2011). Pisos totalmente ripados normalmente têm maior permeabilidade que pisos parcialmente ripados. Pisos parcialmente ripados somente têm a mesma permeabilidade que pisos totalmente ripados se os vãos entre as barras forem maiores, o que favorece a ocorrência de lesões traumáticas (VERMEIJ et al., 2009), não sendo adequados para os suínos (WEBB, 1984).

A largura das barras e o seu espaçamento no piso ripado podem ser definidos utilizando-se uma equação que considera o peso corporal e que tem como resultado o percentual máximo de vazio, levando em consideração a segurança aos animais (WEBB, 1984). Para porcas, o vazio máximo é de 50%, o que resulta em uma relação 1:1 entre barra e espaçamento no piso ripado. Esta é a relação que deve ser considerada quando se utilizam barras de ferro triangular (ferro tribar) no piso ripado. Pisos ripados de concreto, em instalações para porcas, podem ter um vazio máximo de 20%, o que resulta em uma relação 4:1 entre barra e espaçamento no piso ripado (VERMEIJ et al., 2009). No entanto, apesar destas relações, o espaçamento entre as barra do piso ripado deve respeitar os espaçamentos máximos, de acordo com a idade/tamanho dos animais (Tabela 3).

TABELA 3. Medidas recomendadas para o piso ripado de concreto.

Fase	Largura da barra (mm)	Largura do vão (mm)
Leitões na maternidade	≥50	≤11
Leitões na creche	≥50	≤14
Crescimento e terminação	≥80	≤18
Leitoas pós-cobertura e porcas	≥80	≤20

Adaptado de MUL et al., 2010.

Barras de ferro cilíndricas, sejam lisas ou corrugadas (como as utilizadas na construção civil), devem ser evitadas na construção do piso ripado, pelo fato delas diminuírem a superfície de contato com a sola. Nestes casos, a pressão exercida na região plantar do casco é muito alta, com consequente aumento no risco do desenvolvimento de lesões na linha branca e na junção entre sola e almofada plantar. Além disso, pisos ripados com barras de ferro corrugadas proporcionarem desgaste anormal da parede do casco.

As extremidades do piso ripado devem ser arredondadas e não pode haver diferenças de nível no piso (WENDT, 2011). Irregularidades e defeitos devem ser imediatamente corrigidos. O uso de piso ripado plástico não melhora a saúde dos cascos (PLUYM et al., 2013). Os degraus nas instalações devem ser substituídos por rampas antiderrapantes (WENDT, 2011).

O uso de bebedouros tipo taça ou uma camada de concreto mais resistente no piso sob o bebedouro diminui a degradação do concreto (PLUYM et al., 2013).

O controle da temperatura, umidade e ventilação das instalações ajuda a evitar a ocorrência de pisos úmidos e escorregadios, potencialmente danosos à integridade dos cascos (WENDT, 2011).

Considerações Finais

As lesões de casco estão entre as principais causas de claudicação e descarte de fêmeas.

A integridade do casco é fundamental para a saúde do aparelho locomotor, que, por sua vez, é pré-requisito para o bem-estar e longevidade dos animais, para o desempenho produtivo e consequente retorno financeiro.

Todas as granjas apresentam animais com lesões de casco, em maior ou menor severidade, independente do sistema de alojamento.

Desta forma, avaliar os animais com frequência possibilita a adoção de medidas corretivas rapidamente, aumentando a possibilidade de recuperação dos animais.

Entender as causas e fatores de risco permite a adoção de medidas preventivas que minimizem a prevalência e a gravidade das lesões.

Ainda há muito o que se conhecer a respeito das lesões de casco e do aparelho locomotor. No entanto, o conhecimento e as técnicas disponíveis atualmente já permitem um grande avanço, especialmente nas condições de produção no Brasil.

Referências Bibliográficas

AASMUNDSTAD, T.; OLSEN, D.; SEHESTED, E. & VANGEN, O. The genetic relationships between conformation assessment of gilts and sow production and longevity. *Livestock Science*. 167, 33-40. 2014.

ABELL, C.E. The use of selection to improve sow longevity. Theses. Iowa State University, Ames, IA, USA. 2013.

ABELL, C.E.; JOHNSON, A.K.; KARRIKER, L.A.; ROTHSCCHILD, M.F.; HOFF, S.J.; SUN, G.; FITZGERALD, R.F. & STALDER, K.J. Using classification trees to detect induced sow lameness with a transient model. *Animal*. 8(6), 1000-9. 2014.

ABELL, C.E.; JONES, G.F.; STALDER, K.J. & JOHNSON, A.K. Using the genetic lag value to determine the optimal maximum parity for culling in commercial swine breeding herds. *The Professional Animal Scientist*. 26, 404-411. 2010.

ALBERTON, G.C.; SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D.; MORÉS, N.; DONIN, D.G.; OLIVEIRA, S. J. Doenças dos aparelho locomotor. In: SOBESTIANSKY, J. & BARCELLOS, D. 2 ed, Goiânia: Cãnone Editorial, 2012. p. 507-550.

ANDRIEU, S. Is there a role for organic trace element supplements in transition cow health? *The Veterinary Journal*. 176, 77-83. 2008.

ANIL, S.S.; ANIL, L.; DEEN, J.; BAIDOO, S.K. & WALKER, R.D. Factors associated with claw lesions in gestating sows. *Journal of Swine Health and Production*. 15(2), 78-83. 2007.

ANIL, S.S.; ANIL, L.; DEEN, J.; BAIDOO, S.K.; WILSON, M.E. & WARD, T.L. Comparison of claw lesion scores in sows housed in gestation stalls and in group pens with electronic sow feeders (ESF) during gestation. Proceedings of the Alen D. Leman Swine Conference (Saint Paul, MN, USA). 2009.

ANIL, S.S.; DEEN, J.; ANIL, L.; BAIDOO, S.K.; WILSON, M.E. & WARD, T.L. Evaluation of the supplementation of complexed trace minerals on the number of claw lesions in breeding sows. Proceedings of the Manipulating Pig Production XII, Australian Pig Science Association, (Cairns, Australia). 2010

BACKUS, G.B.C.; VERMEER, H.M.; ROELOFS, P.F.M.M.; VESSEUR, P.C.; ADAMS, J.H.S.M.; BINNENDIJK, G.P.; SMETTS, J.J.J.; PEET-SCHWEERING, C.M.C. & VAN DER WILT, F.J. Comparison of four housing systems for non-lactating sows. *Report P5.1*. Research Institute for Pig Husbandry Rosmalen. 1997.

BORDERAS, T.F.; PAWLUCZUK, B.; DE PASSILLÉ, A.M. & RUSHEN, J. Claw hardness of dairy cows: relationship to water content and claw lesions. *Journal of Dairy Science*. 87, 2085-2093. 2004.

BRADLEY, C.L.; FRANK, J.W.; MAXWELL, C.V.; JOHNSON, Z.B.; POWELL J.G.; VAN AMSTEL, S.R. & WARD, T.L. Characterization of claw lesions associated with lameness in the University of Arkansas sow herd. *Arkansas Animal Science Department Report*. 2007.

BRADLEY, C.L.; FRANK, J.W.; MAXWELL, C.V.; JOHNSON, Z.B.; WILSON, M.E. & WARD, T.L. The interaction of claw lesion scoring indexes and walking score on sow performance in the University of Arkansas sow herd over an 18-month period of time. *Arkansas Animal Science Department Report*. 2009.

CADOR, C.; POL, F.; HAMONIAUX, M.; DORENOR, V.; EVENO, E.; GUYOMARC'H, C. & ROSE, N. Risk factors associated with leg disorders of gestating sows in different group-housing systems: A cross-sectional study in 108 farrow-to-finish farms in France. *Preventive Veterinary Medicine*. 116, 102-110. 2014.

CARVALHO, V.C.; NÄÄS, I.A.; MOLLO NETO, M. & de SOUZA, S.R.L. Measurement of pig claw pressure distribution. *Biosystems Engineering*. 103, 357-363. 2009.

DA SILVA, A.; DEEN, J.; OSSENT, P. & WILSON, M. Correlation between clinically visible claw lesions in sows and inflammation of the underlying corium. Proceedings of the 41st American Association of Swine Veterinarians (Omaha, NE, USA). 2010.

DEEN, J. O brete de contenção Feet First faz com que o recorte funcional dos cascos seja mais seguro e mais fácil. *FeetFirst Update*. 11. 2014.

DEEN, J.; ANIL, S.S. & ANIL, L. Claw lesions as a predictor of lameness in breeding sows. Proceedings of the 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production (Dublin, Ireland). 2007.

DEEN, J.; SCHUTTERT, M.; VAN AMSTEL, S.; OSSENT, P. & van BARNEVELD, R. FeetFirst from Zinpro: Lesion Scoring Guide. Zinpro Corporation. 2009.

DEWEY, C.E.; FRIENDSHIP, R.M. & WILSON, M.R. Clinical and postmortem examination of sows culled for lameness. *Canadian Veterinary Journal*. 34, 555-556. 1993.

ENOKIDA, M. & KOKETSU, Y. Floor slat direction related to severity of superficial claw lesions in gestating pigs, but not reproductive performance or behaviour. Proceedings of the Alen D. Leman Swine Conference (Saint Paul, MN, USA). 2010.

ENOKIDA, M.; SASAKI, Y.; HOSHINO, Y.; SAITO, H. & KOKETSU, Y. Claw lesions in lactating sows on commercial farms were associated with postural behavior but not with suboptimal reproductive performance or culling risk. *Livestock Science*. 136, 256-261. 2011.

FAN, B.; ONTERU, S.K.; MOTE, B.E.; SERENIUS, T.; STALDER, K.J. & ROTHSCHILD, M.F. Large-scale association study for structural soundness and leg locomotion traits in the pig. *Genetics Selection Evolution*. 41, 14. 2009.

FITZGERALD, R.F.; STALDER, K.J.; KARRIKER, L.A.; SADLER, L.J.; HILL, H.T.; KAISAND, J. & JOHNSON, A.K. The effect of hoof abnormalities on sow behavior and performance. *Livestock Science*. 145, 230-238. 2012.

FJELDAAS, T.; KNAPPE-POINDECKER, M.; BØE, K.E. & LARSSSEN, R.B. Water footbath, automatic flushing, and disinfection to improve the health of bovine feet. *Journal of Dairy Science*. 97, 2835-2846. 2014.

FRITON, G.; PHILIPP, H.; SCHNEIDER, T. & KLEEMANN, R. Investigation on the clinical efficacy and safety of meloxicam (MetacamReg.) in the treatment of non-infectious locomotor disorders in pigs. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*. 116, 421-426 (abstract). 2003.

GJEIN, H. & LARSSSEN, R.B. Housing of pregnant sows in loose and confined systems - a field study. 2. Claw lesions: morphology, prevalence, location and relation to age. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 36, 433-442. 1995.

GREGORY, N.; CRAGGS, L.; HOBSON, N. & KROGH, C. Softening of cattle hoof soles and swelling of heel horn by environmental agents. *Food and Chemical Toxicology*. 44, 1223-1227. 2006.

GUIMARAES, A.M.S.; ALTHAUS, L.K.; TULLIO, D.M.; DECONTO, I.; SILVA, A.W.; FERRARI, M.V.; BIONDO, A.W. & ALBERTON, G.C. Laminitis in culled sows from commercial swine farms of southern Brazil. *Archives of Veterinary Science*. 13(2), 140-144. 2008.

HIGUCHI, H.; KURUMADO, H.; MORI, M.; DEGAWA, A.; FUJISAWA, H.; KUWANO, A. & NAGAHATA, H. Effects of ammonia and hydrogen sulfide on physical and biochemical properties of the claw horn of Holstein cows. *The Canadian Journal of Veterinary Research*. 73, 15-20. 2009.

HOOFS, A.I.J. Zeugenklauwen check (2006). Disponível em: www.archief.verantwoordeveehouderij.nl/Netwerken/Enquete/ZeugenKlauwencheck/Klauwencheck.pdf. Acessado em 2 de Novembro de 2014.

JOHNSTON, A.M. & PENNY, R.H. Rate of claw horn growth and wear in biotin-supplemented and non-supplemented pigs. *Veterinary Record*. 125, 130-132. 1989.

KARKUTT, T. Results of a 2 years programme to increase longevity of 65,000 sows. Proceedings of the 4th Feet First Sow Lameness Seminar (Castelldefels/Barcelona, Spain). 2012.

KILBRIDE, A.; GILLMAN, C.; OSSENT, P. & GREEN, L. Impact of flooring on the health and welfare of pigs. *In Practice*. 31, 390-395. 2009.

KNAUER, M.; STALDER, K.J.; KARRIKER, L.; BAAS, T.J.; JOHNSON, C.; SERENIUS, T.; LAYMAN, L. & McKEAN, J.D. A descriptive survey of lesions from cull sows harvested at two Midwestern US facilities. *Preventive Veterinary Medicine*. 82, 198-212. 2007.

KRAMER, T. & ALBERTON, G.C. Prevalência de claudicação de porcas e condições das gaiolas de gestação em granjas no Sul e Sudeste do Brasil. Anais do 7. Fórum Internacional de Suinocultura (Foz do Iguaçu, PR, Brasil). 2014.

KRAMER, T.; SOUZA, T.C.G.D.; TEIXEIRA, A.P. & ALBERTON, G.C. Prevalência de lesões de casco em porcas da região Sul e Sudeste do Brasil. Anais do 16. Congresso Abraves (Cuiabá, MT), 2013.

KRONEMAN, A.; VELLENGA, L.; VAN DER WILT, F.J. & VERMEER, H.M. Review of health problems in group-housed sows, with emphasis on lameness. *Veterinary Quarterly*. 15(1), 26-29. 1993.

LEAN, I.J.; WESTWOOD, C.T.; GOLDBERGER, H.M. & VERMUNT, J.J. Impact of nutrition on lameness and claw health in cattle. *Livestock Science*. 156, 71-87. 2013.

LISGARA, M.; KOSTOULAS, P.; SKAMPARDONIS, V. & LEONTIDES, L. Claw lesions in individually and loose housed sows in Greek swine farms. Proceedings of the 23rd International Pig Veterinary Society (IPVS) Congress (Cancun, Mexico). 2014.

LOPEZ, A.C.; SOBESTIANSKY, J.; COIMBRA, J.B.S. & AFONSO, S.B. Lesões nos cascos e claudicações em suínos. *Boletim informativo de Pesquisa, Embrapa Suínos e Aves e Extensão*. 6(10), 1-23. 1997.

MEISZBERG, A.M.; JOHNSON, A.K.; ENGBLOM, L.I.; STALDER, K.J.; LAYMAN, L.L. & KARRIKER, L.A. A comparative study of hoof lesion presence in sows when housed in individual stalls: how does parity affect this? *Animal Industry Report*. AS 656, ASL R2549. 2010.

MUL, M.; VERMEIJ, I.; HINDLE, V. & SPOOLDER, H. EU-Welfare legislation on pigs. Pub. Livestock Research, Wageningen, UR. Report: 273. 2010.

MÜLLING, C.K.W. & GREENOUGH, P.R. Applied physiopathology of the foot. Proceedings of the 24th World Buiatrics Congress (Nice, France). 2006.

MÜLLING, C.K.W.; BRACULLA, H.H.; REESE, S.; BUDRAS, K.-D. & STEINBERG, W. How structures in bovine hoof epidermis are influenced by nutritional factors. *Anatomia Histologia Embryologia*. 28, 103-108. 1999.

MÜLLING, C.K.W.; DÖPFER, D.; EDWARDS, T.; LARSON, C.; TOMLINSON, D. & BRANINE, M. Cattle lameness and claw lesions: identify, prevent, control. Zinpro Corporation. p. 20-24. 2014.

MÜLLING, C.K.W.; HAGEN, J.; BAKE, S. & KAUTZSCH, P. What's new in biomechanics and claw lesion pathogenesis? Proceedings of the FeetFirst Partner Meeting (Prague, Czech Republic). 2013.

MUSTONEN, K.; ALA-KURIKKA, E.; ORRO, T.; PELTONIEMI, O; RAEKALLIO, A.; VAINIO, O. & HEINONEN, M. Oral ketoprofen is effective in the treatment of non-infectious lameness in sows. *The Veterinary Journal*. 190, 55-59. 2011.

NALON, E.; CONTE, S.; MAES, D.; TUYTTENS, F.A.M. & DEVILLERS, N. Assessment of lameness and claw lesions in sows. *Livestock Science*. 156, 10-23. 2013.

NIKKILÄ, M.T.; STALDER, K.J.; MOTE, B.E.; ROTHSCHILD, M.F.; GUNSETT, F.C.; JOHNSON, A.K.; KARRIKER, L.A.; BOGGESS, M.V. & SERENIUS, T.V. Genetic parameters for growth, body composition, and structural soundness traits in commercial gilts. *Journal of Animal Science*. 91, 2034-2046. 2013.

OSSENT, P. An introduction to sow lameness, claw lesions and pathogenesis theories. Zinpro Corporation. 2010.

PLUYM, L.; VAN NUFFEL, A. & MAES, D. Treatment and prevention of lameness with special emphasis on claw disorders in group-housed sows. *Livestock Science*. 156, 36-43. 2013.

PLUYM, L.; VAN NUFFEL, A.; DEWULF, J.; COOLS, A.; VANGROENWEGHE, F.; VAN HOOREBEKE, S. & MAES, D. Prevalence and risk factors of claw lesions and lameness in pregnant sows in two types of group housing. *Veterinari Medicina*. 56, 101-109. 2011.

POLLITT, CC - Anatomy and physiology of the inner hoof wall. *Clinical Techniques in Equine Practice*. 3, 3-21. 2004.

RAPP, C. Better sow performance starts with good prevention. *Pig Progress*. 26(8). 2010.

ROWLES, C. Sow lameness. *Journal of Swine Health and Production*. 9(3), 130-131. 2001.

SEDDON, Y.; RIOJA-LANG, F.; EITHER, S. & BROWN, J. Evaluation of lameness prevalence in a large Canadian sow herd and an intervention to reduce prevalence. Proceedings of the 23rd International Pig Veterinary Society (IPVS) Congress (Cancun, Mexico). 2014.

SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; DA SILVEIRA, P.R.S.; MUNARI, J. & DE FREITAS, A.R. Ocorrência e caracterização das lesões nos cascos de fêmeas suínas reprodutoras. *Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo*. 26(2), 235-240. 1989.

SOUZA, T.C.G.D & KRAMER, T. Minerais complexados com aminoácidos no tratamento e prevenção de lesões de casco em porcas. Anais do 16. Congresso Abraves (Cuiabá, MT). 2013.

STALDER, K.J.; JOHNSON, A.K. & KARRIKER, L.A. Selection of gilts - biomechanics. Proceedings of the 2nd FeetFirst Sow Lameness Symposium (Minneapolis, MN, USA). 2010.

STALDER, K.J.; LACY, R.C.; CROSS, T.L.; CONASTER, G.E. & DARROCH, C.S. Net present value analysis of sow longevity and the economic sensitivity of new present value to changes in production, market price, feed cost, and replacement gilt costs in a farrow-to-finish operation. *The Professional Animal Scientist*. 16, 33-40. 2000.

STEIN, T.E.; DIJKHUIZEN, A.; D'ALLAIRE, S. & MORRIS, R.S. Sow culling and mortality in commercial swine breeding herds. *Preventive Veterinary Medicine*. 9(2), 85-94. 1990.

TAPPER, K.R.; JOHNSON, A.K.; KARRIKER, L.A.; STALDER, K.J.; PARSONS, R.L.; WANG, C. & MILLMAN, S.T. Pressure algometry and thermal sensitivity for assessing pain sensitivity and effects of flunixin meglumine and sodium salicylate in a transient lameness model in sows. *Livestock Science*. 157, 245-253. 2013.

TOMLINSON, D.J.; MÜLLING, C.H. & FAKLER, T.M. Formation of keratins in the bovine claw: roles of hormones, minerals, and vitamins in functional claw integrity. *Journal of Dairy Science*. 87, 797-809. 2004.

TORRISON, J. Sow claw lesion pathology. Proceedings of the 2nd FeetFirst Sow Lameness Symposium (Minneapolis, MN, USA). 2010.

TORRISON, J.; WILSON, M; PARSLEY, M.; KRAMER, T.; RAMBO, Z.; HEMANN, M. & WILSON, B. Novel tool for on-farm quantification of prevalence and severity of sow claw lesions and lameness. Proceedings of the 46th Annual Meeting of the American Association of Swine Veterinarians (AASV) (Orlando, FL, USA). 2015 - in press.

VAN AMSTEL, S. & DOHERTY, T. Claw horn growth and wear rates, toe length, and claw size in commercial pigs: a pilot study. *Journal of Swine Health Production*. 18, 239-243. 2010.

VAN AMSTEL, S. Practical understanding of claw lesions. Proceedings of the 2nd FeetFirst Sow Lameness Symposium (Minneapolis, MN, USA). 2010.

VAN AMSTEL, S.; DEEN, J.; SCHUTTERT, M.; OSSENT, P. & van BARNEVELD, R. FeetFirst from Zinpro: Claw Trimming Guide. Zinpro Corporation. 2008.

VAN AMSTEL, S.R. & SHEARER, J.K. Abnormalities of hoof growth and development. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*. 17(1), 73-91. 2001.

VAN AMSTEL, S.R. & SHEARER, J.K. Manual for the treatment and control of lameness in cattle. Blackwell Publishing Professional. 2006.

- VAN BARNEVELD, R. & VANDEPEER, M. The role of nutrition in sow foot health. Proceedings of the Zinpro Feet First Symposium (Minneapolis, MN, USA). 2008.
- VAN RIET, M.M.J.; MILLET, S.; ALUWÉ, M. & JANSSENS, G.P.J. Impact of nutrition on lameness and claw health in sows. *Livestock Science*. 156, 24-35. 2013.
- VERMEER, H.M. Flooring: the gravity induced interface. Proceedings of the 3rd FeetFirst Sow Lameness Symposium (Minneapolis, MN, USA), 2012.
- VERMEIJ, I.; ENTING, J. & SPOOLDER, H.A.M. Effect of slatted and solid floors and permeability of floors in pig houses on environment, animal welfare and health and food safety: a review of the literature. Pub. Animal Sciences Group, Wageningen, UR. Report: 186. 2009.
- VERMUNT, J.J. & GREENOUGH, P.R. Structural characteristics of the bovine claw: horn growth and wear, horn hardness and claw conformation. *British Veterinary Journal*. 151, 157-180. 1995.
- VESTERGAARD, K.; BÆKBO, P. & WACHMANN, H. The effect of claw trimming on productivity and longevity of sows. Proceedings of the 19th International Pig Veterinary Society (IPVS) Congress (Copenhagen, Denmark). 2006.
- WEBB, N.G. Compressive stresses on, and the strength of, the inner and outer digits of pigs' feet, and the implications for injury and floor design. *Journal of Agricultura Engineering Research*. 30, 71-80. 1984.
- WENDT, M. Risk factors and prevention of lameness. Proceedings of the 3rd European Symposium of Porcine Health Management - ESPHM (Espoo, Finland). 2011.
- WILLGERT, K.J.E.; BREWSTER, V.; WRIGHT, A.J. & NEVEL, A. Risk factors of lameness in sows in England. *Preventive Veterinary Medicine*. 113, 268-272. 2014.
- WILSON, M.E.; RAPP, C.; TORRISON, J. & WARD, T. Effects of partial replacement of trace metal amino acid complexes during gestation and lactation on sow performance over three parities. Proceedings of the ASAS Midwest Section (Des Moines, IA, USA), 2013a.
- WILSON, M.E.; RAPP, C.; TORRISON, J. & WARD, T. Effect of supplementing Zn, Mn and Cu metal amino acid complexes for two reproductive cycles on performance of sows. Proceedings of the ASAS Midwest Section (Des Moines, IA, USA), 2013b.
- WILSON, M.E.; WARD, T.L. & RAPP, C. Lameness hurts sow reproduction. Proceedings of the Alen D. Leman Swine Conference (Saint Paul, MN, USA). 2009.