

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO**

**REVISÃO DE LITERATURA DA ANATOMIA DOS OSSOS DA MÃO E DO PÉ NO
SUÍNO, ASSOCIADA À SINDACTILIA.**

Yago Medeiros Pereira

**PORTO ALEGRE
2020/1**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO**

**ANATOMIA DOS OSSOS DA MÃO E DO PÉ NO SUÍNO "CASCO-DE-MULA":
REVISÃO DE LITERATURA**

Autor: Yago Medeiros Pereira

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Medicina
Veterinária, área de ciências morfológicas,
da Universidade Federal do Rio Grande
do Sul, como requisito parcial para a
Obtenção do grau de Médico veterinário.**

**Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Cristina Pacheco de
Araújo**

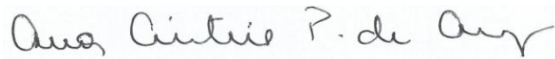
**PORTO ALEGRE
2020/1**

Yago Medeiros Pereira

**ANATOMIA DOS OSSOS DA MÃO E DO PÉ NO SUÍNO "CASCO-DE-MULA" -
REVISÃO DE LITERATURA**

Aprovado em 20 de Novembro de 2020

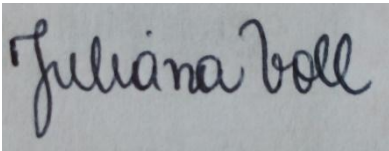
APROVADO POR:



Prof.^a Dr.^a Ana Cristina Pacheco de Araújo
Orientadora e Presidente da Comissão



Prof.^a Dr.^a Sueli Hoff Reckziegel
Membro da Comissão



Prof.^a Dr.^a Juliana Voll
Membro da Comissão

Dedico este trabalho aos meus pais e irmã que sempre estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à minha família, à minha irmã Izadora Pereira e aos meus pais Maria Antônia Cardoso e Silvio Pereira pelo suporte e amor incondicional.

À minha grande amiga Marcia da Luz e sua falange, por sua fé no meu potencial e à seus conselhos nos momentos que mais precisei.

Aos professores, técnicos e alunos que frequentam o laboratório de anatomia animal comparada da Universidade Federal do Rio grande do Sul, pessoas maravilhosas que transformaram esse local no meu "porto seguro" dentro da Universidade.

Em especial à Prof.^a Dr.^a Ana Cristina de Araújo pela amizade, mentoria e paciência durante todos esses anos de graduação, sem você esse trabalho não seria possível.

RESUMO

A sindactilia é uma alteração anatômica que envolve a fusão de um ou mais dedos em um indivíduo. Essa anomalia tem um componente genético, mas pode ocorrer de forma aleatória ou associada com outras más-formações. Na maioria dos animais domésticos (incluindo os de fazenda) essa alteração promove problemas de locomoção, porém, de acordo com os trabalhos avaliados, suínos portadores desta anomalia não tem sua movimentação severamente afetada. Alguns autores até indicam que esses animais podem ser mais resistentes a certas doenças devido a essa característica. No Brasil pode ser encontrado o suíno “casco-de-mula” onde essa característica/anomalia da sindactilia é observada. Esse suíno, de forma geral, tem as falanges médias e distais fusionadas, apresentando um dedo sindactilo. Existem relatos de diversos "graus" de fusão dos dedos, indo de apenas o casco até os ossos das falanges. Contudo, ainda são necessários maiores estudos para avaliar: o efeito desta alteração em animais de idade avançada, melhorar esclarecimento do padrão de fusão do casco afetado e também observar a maior incidência dos membros afetados, já que os pesquisadores indicam que o gene tem penetrância incompleta.

Palavras chaves: Sindactilia. Casco-de-mula. Anatomia.

ABSTRACT

Syndactyly is an anatomical alteration that involves the fusion of one or more fingers in an individual. This anomaly has a genetic component, but it can occur randomly or associated with other malformations. In most domestic animals (including farm animals) this change promotes locomotion problems, however, according to the studies evaluated, pigs with this anomaly do not have their movement severely affected. Some authors even indicate that these animals may be more resistant to certain diseases due to this characteristic. In Brazil, the pig "Casco-de-mula" can be found where this characteristic / anomaly of the syndactyly is observed. This pig, in general, has the middle and distal phalanges fused, presenting a syndactyly finger. There are reports of varying "degrees" of finger fusion, ranging from just the hoof to the phalanx bones. However, further studies are still needed to assess: the effect of this change in animals of advanced age, to improve clarification of the fusion pattern of the affected hoof and also to observe the greater incidence of the affected limbs, since the researchers indicate that the gene has incomplete penetrance .

Keywords: *Syndactyly. Casco-de-mula. anatomy.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1- Imagem da vista craniolateral óssea da porção distal do membro torácico esquerdo do porco. | 13 |
| Figura 2- Imagem da vista craniolateral óssea da porção distal do membro pélvico direito do porco | 14 |
| Figura 3- Imagem exemplo de sindactilia do tipo 1 nas mãos. | 17 |
| Figura 4- Imagem exemplo de sindactilia do tipo 2. | 18 |
| Figura 5- Imagem exemplo de sindactilia do tipo 5. | 19 |
| Figura 6- Imagem das mãos de uma criança com Síndrome de Apert. | 19 |
| Figura 7- Imagens de uma novilha da raça holandesa alemã, evidenciando a sindactilia do membro torácico direito. | 21 |
| Figura 8- Imagens dos membros torácicos e pélvicos de bovinos da raça Angus com sindactilia. | 22 |
| Figura 9- Imagem de um terneiro da raça Angus com sindactilia nos quatro membros. | 22 |
| Figura 10- Imagens da vista palmar e plantar do cão Pastor Belga apresentando união em todos os dígitos. | 23 |
| Figura 11- Imagens fotográficas e radiográficas das mãos, esquerda e direita, de um cão Setter Inglês de três meses de idade. | 24 |
| Figura 12- Exemplar da raça Mulefoot encontrado nos Estados Unidos. | 26 |
| Figura 13- Imagem radiográfica do membro de um suíno pata-de-mula mexicano. | 27 |
| Figura 14- Imagem radiográfica e reconstrução 3-D do pé esquerdo com sindactilia simples | 29 |
| Figura 15- Imagem radiográfica e reconstrução 3-D da mão esquerda de um suíno com Sindactilia Complexa 1. | 29 |
| Figura 16- Imagem radiográfica mão esquerda e imagens tomográficas da mão esquerda e direita de um suíno com sindactilia complexa 2 e fusão do sesamóide distal. | 30 |
| Figura 17- Imagens radiográficas em projeção dorsopalmar e dorsoplantar de um porco com Sindactilia Complexa 2. | 30 |
| Figura 18- Radiografias da mão direita de suíno caso-de-burro, macho, nove meses de idade. | 31 |
| Figura 19- Imagem da mão esquerda congelada de um espécime de porco-casco-mula. | 32 |
| Figura 20- Imagem dos ossos da mão e pé do porco-casco-de-burro após maceração e limpeza. | 33 |

| | |
|---|----|
| Figura 21- Imagens dos ossos da mão (A) e pé (B) de um espécime de porco-casco-de-burro fixados com solda plástica. | 33 |
| Figura 22- Casco-de-Mula encontrado na região Sudeste..... | 36 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | ANATOMIA DOS MEMBROS DOS SUÍNOS. | 12 |
| 2.1 | Extremidade distal dos membros torácicos | 12 |
| 2.2 | Extremidade distal dos membros pélvicos | 14 |
| 3 | SINDACTILIA | 16 |
| 3.1 | Sindactilia em humanos | 16 |
| 3.1.1 | Sindactilia do tipo 1 | 16 |
| 3.1.2 | Sindactilia tipo 2 (Polisindactilia) | 17 |
| 3.1.3 | Sindactilia tipo 3..... | 18 |
| 3.1.4 | Sindactilia tipo 4..... | 18 |
| 3.1.5 | Sindactilia tipo 5..... | 18 |
| 3.2 | Sindactilia no mundo animal | 20 |
| 3.2.1 | Sindactilia em bovinos..... | 20 |
| 3.2.2 | Sindactilia em cães | 23 |
| 3.2.3 | Sindactilia em suínos | 25 |
| 3.2.3.1 | Estudos usando imagens em suínos com sindactilia..... | 26 |
| 3.2.3.2 | Estudos com preparação de peças anatômicas em suínos com sindactilia. | 32 |
| 4 | O SUÍNO CASCO-DE-MULA | 35 |
| 5 | CONCLUSÃO | 37 |
| | REFERÊNCIAS | 38 |

1 INTRODUÇÃO

O suíno casco-de-mula faz parte de um grupo genético que compartilha uma característica em comum: sindactilia (CAVALCANTE-NETO, 2010), ou seja, falanges dos dígitos terceiro e quarto fusionadas, formando um casco único. Esses suínos são considerados como “raça naturalizada” por alguns autores, geralmente criados em condições extensivas ou semiextensivas para subsistência familiar, não existindo dados oficiais de consumo (MARIANTE; MCMANUS; MENDONÇA, 2002).

A sindactilia se caracteriza por falha congênita na diferenciação entre dois ou mais dígitos (MALIK, 2012). Segundo Leipold e Morris (1979) a afecção, como característica isolada, foi relatada em bovinos, camundongos, primatas do primeiro mundo, ovinos, cães e galinhas. Em humanos é uma das afecções hereditárias mais comuns (MALIK, 2012). Devido à ocorrência relativamente comum dessa característica, existem controvérsias com relação à caracterização dos suínos casco-de-mula como raça propriamente dita, ou se esse fenótipo poderia ocorrer em qualquer raça de suíno (CAVALCANTE-NETO, 2010).

Em porcos os dígitos compreendem três falanges e há quatro dígitos sendo o primeiro ausente (SISSON, 1981). Através de imagens tomográficas em reconstrução 3-D, Justolin (2015) apresentou casos com diversos graus de sindactilia, afetando somente o casco, assim como as falanges distais e médias. Além da fusão, outras alterações morfológicas foram encontradas. Como por exemplo, a existência de estruturas ósseas entre as falanges média e distal dos dígitos terceiro e quarto em alguns casos (LEMUS, 2003; MINUZZI, *et al* 2015).

O presente estudo tem como objetivo uma revisão de literatura sobre o suíno casco-de-mula, avaliando os estudos comparativos já realizados, incluindo os trabalhos de imagem. Buscando assim aumentar o conhecimento da comunidade acadêmica sobre suas características e anatomia exótica.

2 ANATOMIA DOS MEMBROS DOS SUÍNOS.

De modo geral, os membros do suíno recebem pouca atenção veterinária. Porém, o aumento na incidência de doenças articulares despertou interesse sobre as estruturas e articulações. Em suínos, as principais características que distinguem o esqueleto dos membros são ulnas e fíbulas bem desenvolvidas e em condições de suportar grande peso. Diferentemente dos bovinos, os dedos assessórios possuem complemento ósseo e os cascos são retos (não curvados para dentro nas pontas) (DYCE; SACK; WENSING, 2011).

2.1 Extremidade distal dos membros torácicos

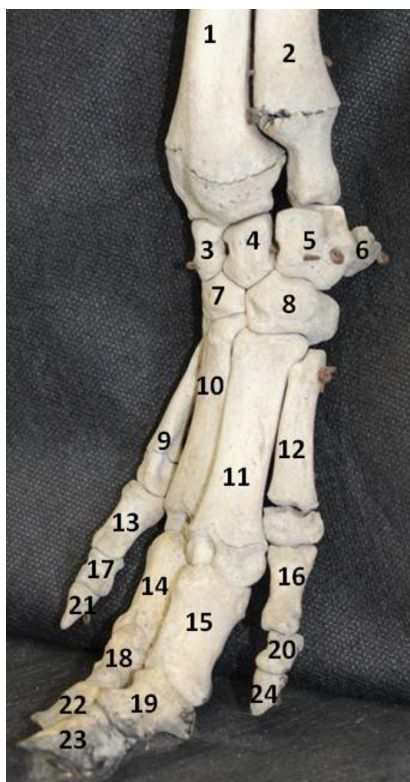
O carpo do suíno é uma região complexa que corresponde ao pulso humano, compreende oito ossos divididos em duas fileiras (uma proximal e outra distal) (Figura 1). Os ossos da fileira proximal são chamados de radial, intermédio, ulnar e acessório, de medial para lateral. Os ossos da fileira distal são numerados de 1 a 4 de medial para lateral. O primeiro osso carpiano é pequeno, alongado dorsopalmarmente, articula-se dorsalmente com o segundo osso carpiano. Este é alto e estreito e articula-se distalmente com o segundo e terceiro ossos metacárpicos. O terceiro osso carpiano articula-se proximalmente com os ossos radial do carpo e intermediário, e com o terceiro osso metacárpico, distalmente. O quarto osso carpiano é o maior osso da fileira; ele se articula proximalmente com o osso intermediário do carpo e com o osso carpo ulnar e, distalmente, com o quarto e quinto ossos metacárpicos (SISSON, 1981; FRANDSON; WILKE; FAILS, 2005).

Os quatro ossos metacárpicos estão presentes. O primeiro está ausente, o terceiro e o quarto são grandes e sustentam os principais dígitos, enquanto o segundo o quinto são bem menores e comportam os dígitos “acessórios”. As extremidades proximais ou bases dos mesmos articulam-se uma com outra e com o carpo. As extremidades fundem-se com os corpos, aproximadamente aos dois anos de idade (SISSON, 1981).

O terceiro e o quarto ossos metacárpicos estão colocados próximos um ao outro. A extremidade distal articula-se com a falange proximal e com os sesamóides proximais. O terceiro osso metacárpico é o mais largo dos dois e articula-se com toda a fileira distal do carpo. O quarto osso metacárpico articula-se essencialmente com o quarto carpiano. O segundo e quinto ossos metacárpicos estão colocados mais distantes e palmarmente aos ossos principais. As extremidades proximais são pequenas e articulam-se com os ossos cárpicos e metacárpicos correspondentes (SISSON, 1981).

Cada dígito principal compreende três falanges e três sesamóides. Apresentam-se dois sesamóides proximais, articulando palmarmente aos côndilos da epífise distal dos metacarpos, e um sesamóide distal, articulando palmarmente ao côndilo da epífise distal da segunda falange e ao côndilo da terceira falange. Os ossos dos dígitos principais são semelhantes no formato aos do bovino e os ossos sesamóides proximais são estreitos e ressaltados palmarmente. As falanges dos dígitos acessórios são semelhantes no formato, mas muito menores e não apresentam sesamóide distal. A fusão das extremidades, ou bases proximais, com os corpos ocorre aproximadamente aos dois anos de idade, para as falanges proximais, e aproximadamente com um ano para as falanges médias (SISSON, 1981).

Figura 1- Imagem da vista craniolateral óssea da porção distal do membro torácico esquerdo do porco.



1- rádio; 2- ulna; 3- carpo radial; 4- carpo intermédio; 5- carpo ulnar; 6- carpo acessório; 7- 3º carpiano; 8- 4º carpiano; 9- 2º metacarpiano; 10- 3º metacarpiano; 11- 4º metacarpiano; 12- 5º metacarpiano; 13 – 16- falanges proximais; 17 – 20- falanges médias; 21 – 24- falanges distais. Fonte: O próprio autor.

2.2 Extremidade distal dos membros pélvicos

O tarso compreende sete ossos e corresponde ao tornozelo humano. A fileira proximal é formada pelo tarso tibial e o tarso fibular (Figura 2). A extremidade distal do tarso tibial sustenta uma tróclea dupla para articulação com o osso central do tarso e quarto tarsiano.

Figura 2- Imagem da vista craniolateral óssea da porção distal do membro pélvico direito do porco



1- tíbia; 2- fíbula; 3- tarso tibial; 4- tarso fibular; 4'- tuberosidade calcânea; 5- osso central do tarso; 6- 3º tarsiano; 7- 4º tarsiano; 8- 5º metatarsiano; 9- 4º metatarsiano; 10- 3º metatarsiano; 11- 2º metatarsiano; 12 - 15- falanges proximais; 16 - 19- falanges médias; 20 - 23- falanges distais.
Fonte: O próprio autor

O osso central do tarso é espesso e forma a fileira central do tarso. O primeiro osso társico é alto e estreito; ele articula-se com osso central do tarso, com o segundo osso társico e com o segundo osso metatársico. O segundo osso társico é pequeno e prismático; ele articula-se com osso central do tarso, proximalmente, com o terceiro osso társico, dorsalmente, com o primeiro osso társico, plantarmente, e com o segundo e terceiro ossos metatársicos distalmente. O terceiro osso társico, bem maior, é largo dorsalmente e estreito plantarmente. Ele articula-se com o osso central do tarso, proximalmente, com o terceiro metatársico, distalmente, com o segundo osso társico, medialmente e com o quarto osso társico, lateralmente. O quarto osso társico é grande, a superfície medial articula-se com osso central do tarso e com o terceiro osso társico. A superfície proximal sustenta o tarso tibial e o tarso fibular, e a superfície distal repousa no quarto e quinto ossos metatársicos. A tuberosidade calcânea funde-se ao restante do osso por volta dos dois anos e meio de idade (SISSON, 1981; FRANDSON; WILKE; FAILS, 2005).

Os quatro ossos metatársicos, são semelhantes aos ossos correspondentes do membro torácico, porém um pouco mais longos. As falanges também são semelhantes aos do membro torácico, com as falanges proximais e médias um pouco mais alongadas (SISSON, 1981).

3 SINDACTILIA

A sindactilia (Grego Syn= junto; Dactylos= dígito) é uma malformação digital onde os dedos das mãos ou pés não se separam durante o desenvolvimento embrionário, podendo envolver a pele, tecido fibroso e/ou ossos (MALIK, 2012).

3.1 Sindactilia em humanos

Em humanos é uma das malformações hereditárias mais comuns representando uma prevalência de 3-10 a cada 10.000 nascimentos (MALIK, 2012). Pode variar de complexidade, ocorrendo unilateralmente ou bilateralmente, além de se apresentar ou não a uma síndrome genética concomitantemente (PEHNKE; SCHMIEG; SHAH, 2020).

Segundo MALIK (2012), com o aumento dos registros médicos e antropológicos sobre a deformidade foi possível dividir a classificação da sindactilia humana em três categorias dependendo da abordagem. A primeira seria a abordagem clássica anatômica, onde a categorização depende do número de dígitos envolvidos e extensão da deformidade. A segunda é uma abordagem descritiva e embriológica. Essa classificação considera se a sindactilia envolve tecido mole, esquelético ou apenas pele. Um dos principais objetivos é ajudar a adotar a melhor cirurgia reconstrutiva, restaurando o número correto de dedos e sua forma adequada. A terceira é uma abordagem clínica e genética, uma classificação essencialmente baseada em uma apresentação fenotípica, avaliando o padrão e segregação da doença em famílias numerosas (MALIK, 2012 *apud* TEMTAMY E MCKUSICK, 1978).

O esquema de classificação atual da sindactilia em humanos incorpora os desenvolvimentos clínicos, genéticos e moleculares desses campos. O padrão de hereditariedade da sindactilia em humanos e suínos se caracteriza, em sua maioria, por um padrão dominante de transmissão genética (SY/-) (LEIPOLD; MORRIS, 1979; OLLIVIER; SELLIER, 1982). Baseado na classificação atual, Lima e Scarfon (2000) dividiram as sindactilias humanas em seis tipos principais.

3.1.1 Sindactilia do tipo 1

É representado pelas sindactilias entre os terceiro e quarto dedos das mãos (Figura 3) e segundo e terceiro dedos dos pés. Em 50% dos casos é bilateral nas mãos e 66% das

vezes bilateral nos pés. A incidência nas mãos é de 3:100.000, nos pés 12/100.000, é mais comum em homens que em mulheres na proporção de 2:1 (LIMA; SCARFON, 2000).

Figura 3- Imagem exemplo de sindactilia do tipo 1 nas mãos.



Mão esquerda de um paciente apresentando sindactilia entre o terceiro e quarto dedos.

Fonte: Boyd (2018).

3.1.2 Sindactilia tipo 2 (Polisindactilia)

Sindactilia entre terceiro e quarto dedos das mãos e quarto e quinto dedos dos pés. É comum a presença de duplicação parcial ou completa de um dedo (Polidactilia) formando uma polisindactilia (Figura 4). Radiografias mostram vários graus da polidactilia com fusão de metacarpos e metatarsos e parcial ou completa duplicação das falanges. É uma condição atípica (LIMA; SCARFON, 2000).

Figura 4- Imagem exemplo de sindactilia do tipo 2.



Pé direito de uma criança evidenciando a duplicação e sindactilia do quinto dedo (polisindactilia).
Fonte: Harris (2013).

3.1.3 Sindactilia tipo 3.

Corresponde a sindactilias com variáveis cutâneas e ósseas entre o terceiro ao quinto dedos das mãos. A fusão pode ser incompleta ou completa, onde a união pode se estender até as unhas. O quarto e quinto dedos são geralmente os mais acometidos. Radiologicamente é visto a fusão das falanges distais, a falange mediana do quinto dedo é frequentemente menor ou ausente (LIMA; SCARFON, 2000).

3.1.4 Sindactilia tipo 4.

Sindactilia completa cutânea dos dedos das mãos e/ou pés, com polidactilia evidenciada radiograficamente e hipoplasia ou presença de três falanges no polegar (LIMA; SCARFON, 2000).

3.1.5 Sindactilia tipo 5.

A condição essencial desta anormalidade é a sindactilia do quarto e quinto metacarpos (que estão encurtados), variando entre completa, bilateral, proximal ou distal (Figura 5). Pode haver hipoplasia da falange distal, braquidactilia (encurtamento dos dedos de forma geral) e anormalidades no aparelho urogenital. A fusão dos metacarpos quarto e

quinto sem outras anormalidades dos dedos é provavelmente uma condição separada (LIMA; SCARFON, 2000).

Figura 5- Imagem exemplo de sindactilia do tipo 5.



Imagem das mãos de uma criança evidenciando a sindactilia com notada deformação/encurtamento dos dedos.
Fonte: Lima e Scarfon (2000).

3.1.6 Sindactilia Completa

Sindactilia completa do segundo ao quinto dedo, podendo estar incluídos também os dedos dos pés. Raramente vista como anormalidade isolada, estando normalmente relacionada com Síndrome de Apert (Figura 6), condição genética onde se manifestam cranioestenose com braquicefalia e hipoplasia do terço médio da face (LIMA; SCARFON, 2000).

Figura 6- Imagem das mãos de uma criança com Síndrome de Apert.



Notável sindactilia envolvendo todos os dígitos.
Fonte: Lima e Scarfon (2000).

3.2 Sindactilia no mundo animal

A sindactilia como característica isolada, foi observada em bovinos, camundongos, primatas do novo mundo, ovinos, cães e galinhas. Devido ao número elevado de casos em diferentes espécies, nessa revisão serão avaliados os relatados em animais domésticos (cães) e domésticos de fazenda (bovinos e suínos).

3.2.1 Sindactilia em bovinos

Em bovinos a sindactilia é comumente encontrada na raça Holstein-Friesian (popularmente conhecido como gado holandês) (HANSON, 2019), relatada em Angus (BARR, 1981), Parda Alpina (ZEPETA-BATISTA, 2018), Hereford, cruzamentos de Chianina (LEIPOLD *et al.*, 1998) e em diversas outras raças em menor número. É uma anomalia genética homozigótica recessiva (*sy/sy*) que envolve mais os membros torácicos que os pélvicos (HANSON, 2019).

Além da herança genética, tem se demonstrado uma mutação no gene LRP4 que codifica para um membro da família de receptores de lipoproteínas de baixa densidade. Essas lipoproteínas atuam na regulação da morfogênese óssea que causa uma enfermidade que pode ser chamada de "doença do pé-de-mula" nos bovinos (tradução literal de "*mulefoot disease*"). Tal mutação tem relação direta com o aparecimento de sindactilia em bovinos, porém são necessários maiores estudos para melhor definir sua relevância na afecção (JOHNSON *et al.*, 2006; DROGEMULLER *et al.*, 2007).

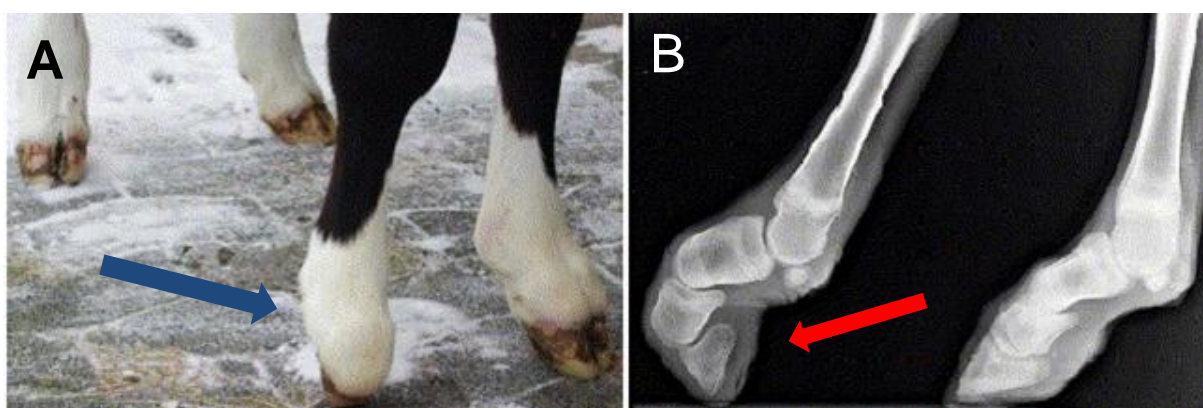
Segundo Barr (1981), em bovinos, têm-se observado quatro grupos de fusão do casco: casco sem nenhum sinal de fusão externa; casco parcialmente fundido na borda axial-coronal; cascos fundidos, mas com encaixe do dedo para a extremidade do casco; cascos completamente fundidos. Contudo, animais diferentes podem ter diferentes números de membros afetados e com diferentes graus de severidade. O bovino com sindactilia caminha vagarosamente, locomove-se com passos mais altos e mostra-se mais propenso à hipertermia (HANSON, 2019).

No gado holandês o primeiro relato é de Eldridge, Smith e McLeod (1951), onde descrevem o aparecimento de uma novilha holandesa com ambos os membros torácicos apresentando sindactilia. O animal às cinco semanas de idade não apresentava limitações na

sua movimentação, porém os membros afetados apresentavam falta de estabilidade e flexibilidade. Aos cinco meses foi relatado que o membro esquerdo curvou-se palmarmente interferindo em alguma extensão no movimento.

Drogemuller e Distl (2006) em um estudo sobre sindactilia em gado holandês alemão avaliou uma novilha com dois meses de idade com sindactilia no membro direito torácico (Figura 7). Ambos os membros torácicos demonstraram encurtamento nos tendões flexores profundos e o casco sindactilo se apresentava com uma aparência de "cone truncado". O animal andava lentamente apoiando-se na ponta do casco alterado.

Figura 7- Imagens de uma novilha da raça holandesa alemã, evidenciando a sindactilia do membro torácico direito.



(A) Notável sindactilia e deficiência de apoio no membro torácico direito (seta azul). (B) Radiografia dos membros torácicos direito e esquerdo. Membro sindactilo mostrado à esquerda (seta vermelha). Fonte: Adaptado de Drogemuller e Distl (2006).

Leipold *et al.* (1998) reportou entre os anos de 1979 e 1994 vinte e cinco animais Angus com sindactilia provenientes de 16 rebanhos distintos em dez estados nos Estados Unidos. O estudo avaliou materiais anatômicos cedidos pelos produtores correspondentes de cada rebanho. O autor relata que 21 animais (84%) apresentaram os quatro membros sindactilos, três (12%) três membros sindactilos e um (4%) dois membros sindactilos. Todos os animais afetados andavam com extrema dificuldade e o casco tinha uma aparência de "cone truncado" onde a base seria a banda coronária (Figura 8). Radiografias e dissecações de membros de 19 animais revelaram um padrão consistente de fusão. As alterações incluíam uma ou mais das seguintes características: desaparecimento dos encaixes intertrocleares metacarpais ou metatarsais; fusão horizontal de um ou mais ossos carpais ou tarsais; fusão de sesamóides proximais; um sesamóide distal e fusão de falanges. Os dados foram consistentes com a herança recessiva (sy/sy) em um único locus.

Figura 8- Imagens dos membros torácicos e pélvicos de bovinos da raça Angus com sindactilia.



Notar a forma de “cone truncado” nos quatro membros.

Fonte: Leipold *et al.* (1998).

No ano 2014 foi relatado por Benavente (2017) em um estabelecimento criador com 400 vacas Angus localizado no Uruguai a aparição de quatro terneiros com malformações nos quatro membros. O autor afirma que o rebanho é portador da anomalia, os animais encontrados mostraram grandes dificuldades em se manterem em pé e havia sindactilia nos quatro membros (Figura 9). Na necropsia de um dos animais afetados se encontrou encurtamento de ambos os ossos tibiais e união das falanges.

Figura 9- Imagem de um terneiro da raça Angus com sindactilia nos quatro membros.



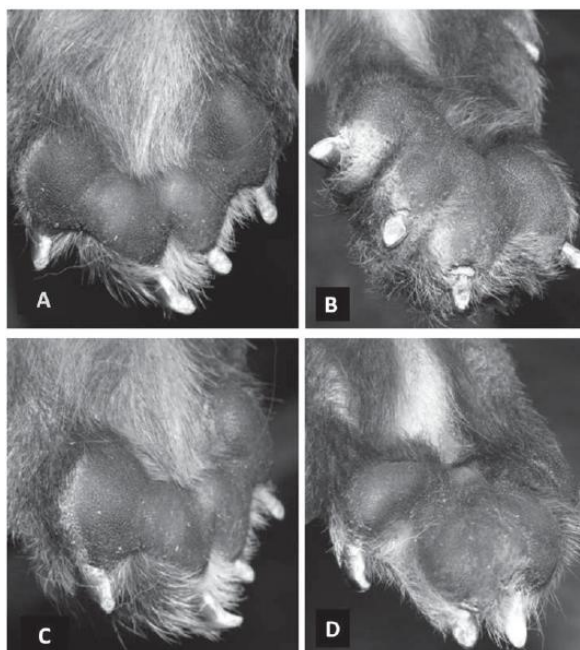
Fonte: Benavente (2017).

3.2.2 Sindactilia em cães

Segundo Jezyk, Newton e Nunamaker (1985) em cães e gatos geralmente as formas genéticas são bilaterais, enquanto os casos esporádicos, unilaterais. A afecção aparentemente não é frequente, com número relativamente pequeno de casos registrados (RICHARDSON; WEY; HOFFMAN, 1994; TOWLE *et al.*, 2007; RODRÍGUEZ-ALARCÓN *et al.*, 2014; DI DONA *et al.*, 2016). Porém essa síndrome pode ser mais comum, pois muitos casos são reportados associados a malformações em geral (JEZYK; NEWTON; NUNAMAKER, 1985; DI DONA *et al.*, 2016). As informações sobre sindactilia em pequenos animais são esparsas, com poucas referências sobre incidência, herança genética, etiologia e/ou prognóstico. Além disso, os casos reportados são em sua maioria isolados, com um único indivíduo afetado (TOWLE *et al.*, 2007)

Rodríguez-Alarcón *et al.* (2014) descreveram o caso de um cão, Pastor Belga de dois meses de idade, com sindactilia simples (sem fusão óssea) e agenesia do coxim do tarso/metacarpo em todos os quatros membros (Figura 10).

Figura 10- Imagens da vista palmar e plantar do cão Pastor Belga apresentando união em todos os dígitos.

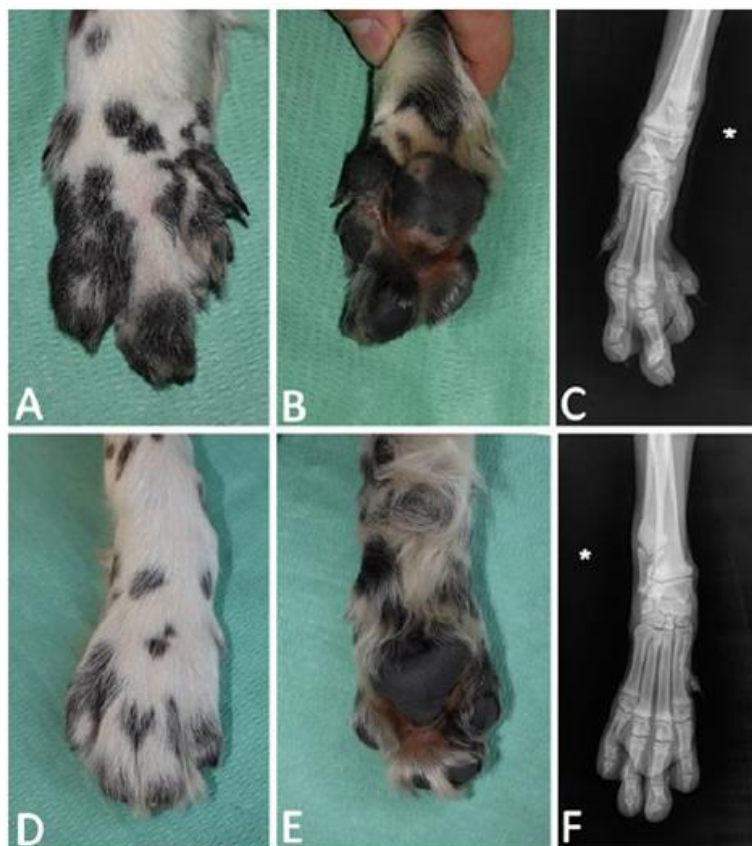


(A) Membro torácico direito, (B) torácico esquerdo, (C) Pélvico direito e (D) Pélvico esquerdo.
Fonte: Rodríguez-Alarcón *et al.* (2014).

O animal apresentava contratura do tendão flexor digital profundo nos membros torácicos e pélvicos, sendo necessária a tenotomia no membro torácico, vista a presença de claudicação intermitente no exercício. Ele foi o único da ninhada com problema e não apresentava outras alterações congênicas.

O relato mais recente de sindactilia em cães é de Di Dona *et al.* (2016). Os autores descrevem o caso de um Setter Inglês fêmea de três meses de idade apresentado malformações no membro torácico esquerdo (Figura 11).

Figura 11- Imagens fotográficas e radiográficas das mãos, esquerda e direita, de um cão Setter Inglês de três meses de idade.



(A e B) vista dorsal e palmar da mão esquerda, observar a deformidade dos dígitos quarto e quinto. (C) radiografia dorso-palmar da mão esquerda, observar a alteração óssea do quarto e quinto metacarpianos. (D e E) vista dorsal e palmar da mão direita, não apresentando nenhuma deformação. (F) radiografia dorso-palmar mostrando desenvolvimento normal da mão direita. Fonte: Di Dona et al. (2016).

No exame físico, os dígitos quarto e quinto do membro estavam menores que o normal. A articulação do ombro esquerdo apresentava edema local e as manobras ortopédicas provocavam dor. O restante do exame físico estava dentro da normalidade e não revelou nenhuma anomalia adicional. No exame radiográfico, os dígitos quarto e quinto do membro afetado tinham metacarpos curtos. As falanges proximais e médias do quinto dígito apresentavam-se hipoplásicas e fusionadas à falange proximal do quarto dígito (figura 11-C). O quinto dedo foi o mais afetado e apenas a falange distal foi claramente identificável, enquanto a falange proximal apareceu como um esboço isolado, mais curto e mais fino do que o normal.

3.2.3 Sindactilia em suínos

O primeiro relato conhecido sobre sindactilia em suínos é atribuído a Aristóteles por volta de 350AC. Ele os descreveu como “dualizadores”, onde alguns apresentam casco fendido e outros, particularmente em Illyria e Paeonia, casco sólido como cavalos e mulas (MADGWICK; FORES; BEGLANE, 2011). Em suínos não existem informações sobre prevalência e/ou incidência de sindactilia. Porém, existem indícios que essa anormalidade pode ocorrer tanto isoladamente quanto associada ao gene podendo ser transmitida para a progênie (MADGWICK; FORES; BEGLANE, 2011). Na literatura é comum encontrar relatos de sindactilia em porcos na raça *mulefoot* nos Estados Unidos e no suíno "casco-de-mulo" encontrado na América do Sul.

Segundo Kapke, Jorgensen e Rothchild (1996), a raça suína *Mulefoot* foi desenvolvida nos Estados Unidos e tem a característica de ter o casco fusionado (sindactilo) sem anormalidades adicionais relacionadas. Os autores relataram que a origem da raça é incerta, mas provavelmente é resultado do cruzamento entre o javali Berkshire e o nativo Razorback. A raça foi popular no vale do Mississippi no final do século XIX, porém com o passar do tempo sua popularidade diminuiu. Segundo a Lista de Observação Mundial para a Diversidade Animal Doméstica, esta raça está em estado crítico de extinção (SHERF, 2000).

São muito poucas as informações encontradas sobre a anatomia e padrão de fusionalidade de casco dessa variedade de suíno encontrada na América do norte. Os relatos apresentam o animal geralmente tendo coloração preta com eventuais pontos brancos (KAPKE; JORGENSEN; ROTHCHILD, 1996) e aparentemente todos os cascos são afetados pela anomalia não prejudicando a movimentação do animal (PERRY, 2014) (Figura 12).

Figura 12- Exemplar da raça Mulefoot encontrado nos Estados Unidos.



Observar a sindactilia bilateral nas mãos e pés.
Fonte: Perry (2014).

O suíno casco-de-mula, também chamado de pata-de-burro ou pata-de-mula, é um grupo genético brasileiro que não deve ser confundido com a raça *mulefoot*. Cavalcante-neto (2010) constatou que o casco-de-mula encontrado no Brasil tem origem genética ibérica introduzida no período colonial, constituindo um grupamento nativo e não naturalizado. O autor demonstrou também que esses suínos possivelmente não estão misturados com o javali. Atualmente, dos treze grupos genéticos de suínos nativos identificados, doze estão ameaçados de extinção, e o grupo contendo o fenótipo casco-de-mula é o que tem suas populações em estado mais crítico (MARIANTE; MCMANUS; MENDONÇA, 2002; CAVALCANTE-NETO, 2010). Esse grupo será melhor apresentado em tópico exclusivo, uma vez que é o objetivo deste trabalho.

3.2.3.1 Estudos usando imagens em suínos com sindactilia

Lemus *et al.* (2003) em um estudo sobre características morfológicas de porcos nativos mexicanos, relatou um caso de um suíno “Pata-de-mula” nativo que possuía sindactilia nos membros torácicos e pélvicos. Através de radiografia, a primeira falange mostrou-se similar à dos porcos sem sindactilia, as segundas falanges mostraram-se mais curtas e entre elas notou-se a presença de falange “extra” nos membros afetados (Figura 13), apresentando cinco falanges médias ao invés de quatro. O autor relata que as falanges

médias e distais estão fusionadas, o que não permite a separação dos dedos principais. Ele indica que essa anormalidade pode oferecer vantagens como resistência à febre aftosa e menos problemas locomotores (LEMUS, 2003 *apud* ARIAS, 2000). Não foi mencionado no estudo se o animal encontrado possuía alguma alteração nas falanges distais além do fusionamento ou se essa variedade tem ou não relação com o *Mulefoot* americano.

Figura 13- Imagem radiográfica do membro de um suíno pata-de-mula mexicano.



Notar a falange “extra” entre as falanges médias do terceiro e quarto dedos (seta). Não mencionados qual o membro radiografado.

Fonte: Adaptado de Lemus *et al.* (2003).

Através de exames radiográficos e tomográficos Justolin (2015) avaliou três machos e duas fêmeas portadores de sindactilia (grupo 2, numerados de 6 à 10). O intuito do trabalho foi avaliar a locomoção desses animais comparando com um grupo controle composto de cinco animais anatomicamente normais (grupo 1, numerados de 1 à 5).

Foram utilizados no total dez miniporcões brasileiros (*Sus Domesticus*), com idade entre seis e oito meses e pesos entre 10,5 e 18,5 Kg (Média= 13,64 Kg). Segundo o autor, o método de classificação da sindactilia foi baseado exclusivamente no exame clínico e nas imagens, assim, os animais do grupo 2 tiveram as anomalias classificadas em:

- Sindactilia Simples (S)- Comprometendo apenas o casco, sem fusão óssea.

- Sindactilia Complexa 1 (C1)- Comprometimento do casco e fusão das falanges distais dos dígitos terceiro e quarto dígitos
- Sindactilia Complexa 2 (C2)- Comprometimento do casco e fusão tanto das falanges médias quanto distais dos dígitos terceiro e quarto.

A tabela 1, apresenta os membros de cada animal do Grupo 2 conforme a classificação do autor. Todos os cinco animais tinham todos os membros afetados em diferentes graus, como por exemplo o macho 10 que apresentou as três classificações em diferentes membros.

Tabela 1- Classificação da sindactilia nos membros torácicos e pélvicos em duas fêmeas e três machos de miniporcós.

| Identificação do animal (número, sexo) | Membro torácico | Membro torácico | Membro pélvico | Membro pélvico |
|--|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | direito | esquerdo | direito | esquerdo |
| Fêmea, n°6 | C2 | C2 | S | S |
| Fêmea, n°7 | C2 | C2 | C2 | C2 |
| Macho, n°8 | C2 | C1 | C2 | C1 |
| Macho, n°9 | C2 | C2 | C2 | C2 |
| Macho, n°10 | C2 | C1 | S | S |

Fonte: adaptado de Justolin (2015).

Nos casos de sindactilia simples foram visualizadas duas estruturas entre os dígitos. Uma de formato arredondado posicionada entre as falanges médias dos dígitos terceiro e quarto, e outra de formato triangular posicionada entre as falanges distais dos dígitos terceiro e quarto (Figura 14, seta).

Figura 14- Imagem radiográfica e reconstrução 3-D do pé esquerdo com sindactilia simples.



(a) Imagem radiográfica em projeção dorso-plantar. (b e c) Reconstrução 3-D. Notar o não fusionamento ósseo e estruturas radiopacas entre as falanges médias e distais (setas brancas).
Fonte: Adaptado de Justolin (2015).

Dos três membros com sindactilia complexa 1, dois apresentaram fusão total da falange distal (Figura 15), enquanto um, fusão parcial da falange distal.

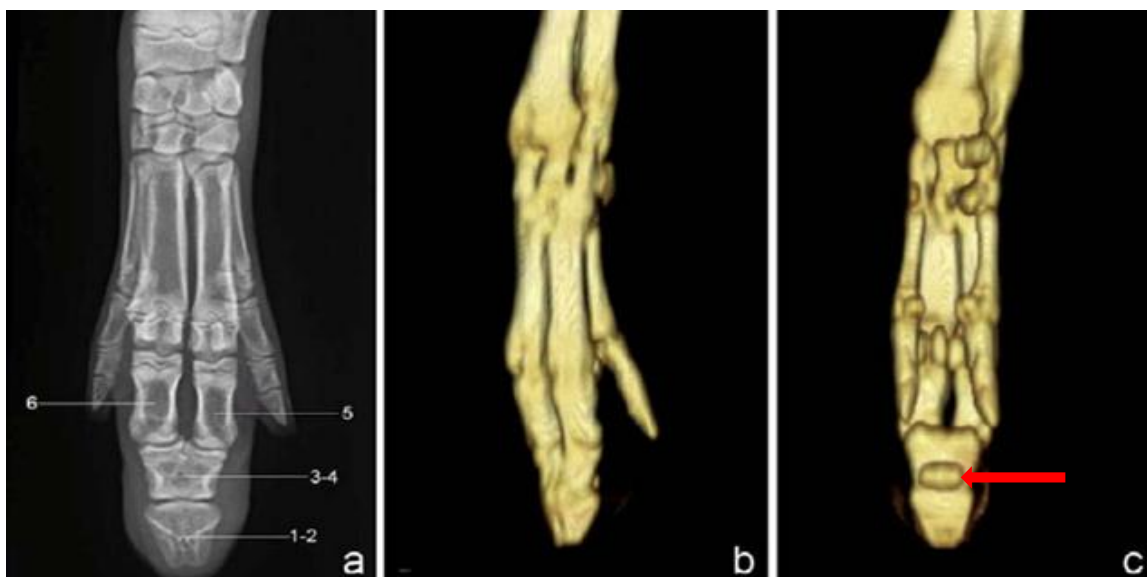
Figura 15- Imagem radiográfica e reconstrução 3-D da mão esquerda de um suíno com Sindactilia Complexa 1.



(a) Imagem radiográfica em projeção dorso-palmar. (b) Imagem tomográfica em reconstrução 3-D. Notar a fusão completa das falanges distais.
Fonte: Justolin (2015).

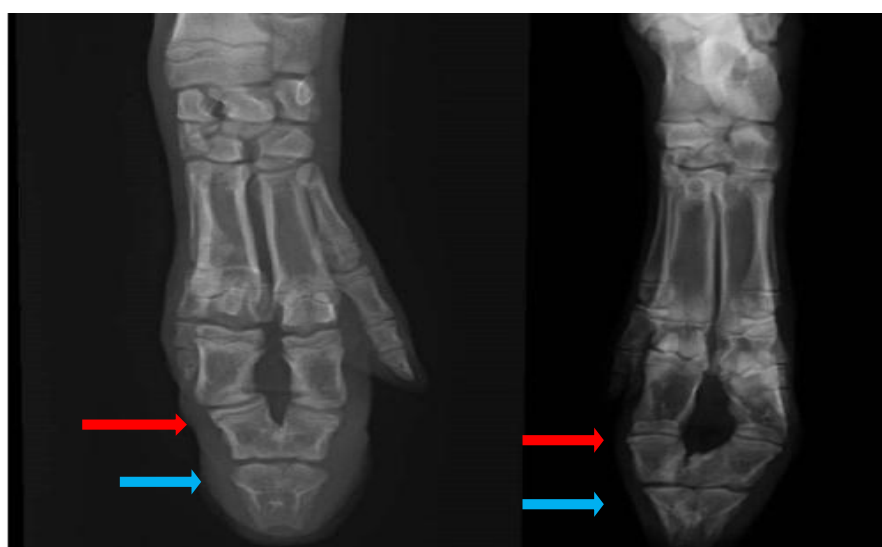
Por sua vez, dos 13 membros com sindactilia complexa 2, seis apresentaram fusão total da falange média e distal (Figura 16), Destes, somente um animal apresentou fusão dos sesamóides distais (Figura 16c). Os outros sete, apresentaram fusão parcial da falange média e total da falange distal (Figura 17).

Figura 16- Imagem radiográfica mão esquerda e imagens tomográficas da mão esquerda e direita de um suíno com sindactilia complexa 2 e fusão do sesamóide distal.



(a) Imagem radiográfica em projeção dorso-palmar da mão esquerda. (b) Imagem tomográficas em reconstrução 3-D da mão esquerda. (c) Imagem tomográfica em reconstrução 3-D da mão direita. Notar (seta vermelha) a fusão dos sesamóides distais do terceiro e quarto dígitos. Fonte: adaptado de Justolin (2015).

Figura 17- Imagens radiográficas de um porco com Sindactilia Complexa 2.

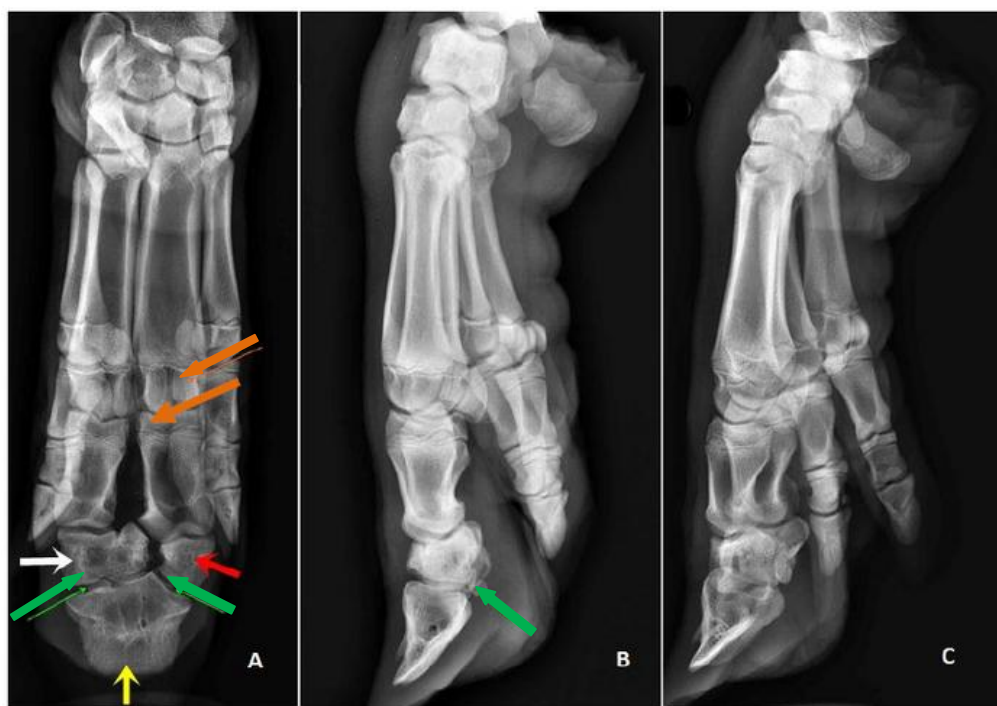


(A) Mão esquerda em projeção dorso-palmar. (B) Pé esquerdo em projeção dorso-plantar. Observar fusão parcial das falanges médias (seta vermelha) e completa das distais (seta azul). Fonte: Adaptado de Justolin (2015).

Nesse estudo, as fusões ósseas envolveram predominantemente as falanges média e distal dos dígitos terceiro e quarto. Não foram identificadas pelo autor outras alterações nos ossos do carpo/tarso ou metacarpo/metatarso. Também não foram detectados sinais de doença degenerativa secundária. Com relação à locomoção os animais afetados se moviam de forma similar à dos considerados clinicamente saudáveis.

Em um trabalho exclusivamente anatômico Minuzzi *et al.* (2015) analisou o membro de um indivíduo casco-de-mula de nove meses de idade através de radiografias. Os autores verificaram a fusão das falanges distais dos dedos terceiro e quarto e revelaram uma falange média do quarto dedo maior de desenvolvendo transversalmente na direção da falange do terceiro dedo (Figura 18A). Eles concluíram que a ossificação entre a falange média do quarto e a falange “extra” entre as falanges médias, apresentada por Lemus *et al.* (2002), ocorre provavelmente entre os dois e nove meses devido a idade do animal.

Figura 18- Radiografias da mão direita de suíno caso-de-burro, macho, nove meses de idade.



(A) Projeções dorso-palmar. (B) Projeção látero-medial. (C) Projeção dorso-látero-palmar oblíqua (C). Fusão das falanges distais dos dedos 3° e 4° (seta amarela); falange média do 4° dedo (seta branca); falange média do 3° dedo (seta vermelha); ossos sesamóides distais (setas verdes); ossos sesamóides proximais (seta laranja).
Fonte: Adaptado de Minuzzi *et al.* (2015).

3.2.3.2 Estudos com preparação de peças anatômicas em suínos com sindactilia.

Na literatura o único registro com montagem de peças anatômicas é de Brauner (2016) onde ele descreve a maceração e montagem de mãos e pés de um porco Casco-de-mula. Na realização da técnica foram utilizados mão (Figura 19) e pé esquerdos de um espécime de porco-casco-de-mula de idade adulta (sem definição exata de idade), os quais se encontravam armazenados e congelados no Laboratório de Anatomia Veterinária da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Figura 19- Imagem da mão esquerda congelada de um espécime de porco-casco-mula.

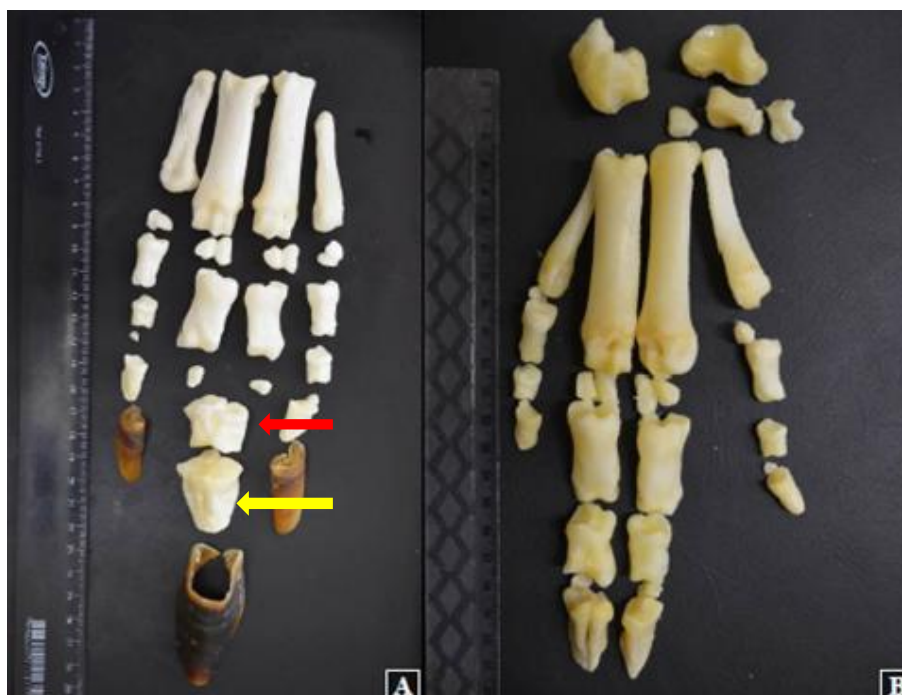


(A) Vista palmar. (B) Vista dorsal. (C) Vista lateral.
Fonte Brauner (2016).

O material foi descongelado e os tecidos moles foram removidos o máximo possível com a utilização de bisturi e pinça. Em seguida as peças foram colocadas em uma panela de alumínio em uma solução de peróxido de hidrogênio (10%) e fervidas. Após a fervura por uma hora o material encontrava-se mais claro e com os tecidos moles restantes amolecidos. Foram então retirados os resíduos ainda aderidos aos ossos através de raspagem com auxílio de bisturi, pinça e cureta, até que os estivessem limpos (Figura 20). A montagem das peças

foi realizada com a utilização de uma solda plástica (reação Bisfenol-A e Resina Époxi), sendo fixados através da superfície articular (Figura 21).

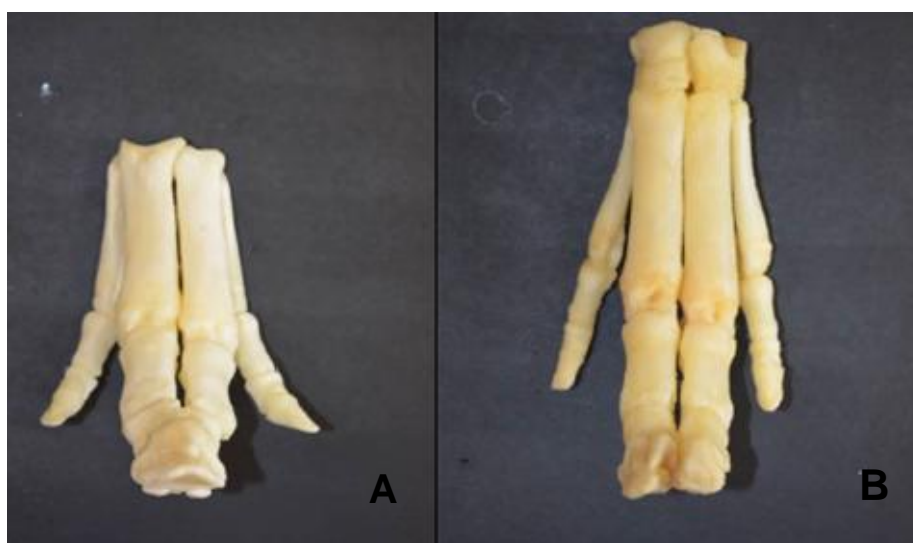
Figura 20- Imagem dos ossos da mão e pé do porco-casco-de-burro após maceração e limpeza.



(A) mão: notar apenas a presença dos metacarpianos, dedos, ossos sesamóides proximais e distais e o casco fusionado. Fusão das falanges médias (seta vermelha) e distais (seta amarela) dos terceiro e quarto dedos. (B) pé: notar a presença da fileira distal do tarso, metatarsos, dedos e ossos sesamóides. Não há evidência de fusão óssea entre falanges.

Fonte: Adaptado de Brauner (2016).

Figura 21- Imagens dos ossos da mão (A) e pé (B) de um espécime de porco-casco-de-burro fixados com solda plástica.



Fonte: Adaptado de Brauner (2016).

Na mão, a falange proximal apresentou uma estrutura semelhante às demais raças suínas. Já as falanges médias do terceiro e quarto dedos apresentaram os ossos fusionados. As falanges distais dos dedos terceiro e quarto apresentam-se fundidas, encobertos por um único casco, sendo assim uma sindactilia. Os sesamóides distais e proximais mantiveram o padrão das demais raças suínas. No pé, a estrutura óssea apresentou-se semelhante ao suíno convencional, porém, externamente apresentava um casco fundido, mas com uma fissura interdigital (BRAUNER, 2016).

4 O SUÍNO CASCO-DE-MULA

Hoje o casco-de-mula é encontrado majoritariamente em propriedades de agricultores familiares onde é praticada uma suinocultura de subsistência. Apesar de sua característica anatômica exótica não existem relatos de esses animais apresentarem problemas de locomoção diretamente relacionados à anomalia.

Segundo Cavalcante-neto (2010) dos grupos genéticos de suínos nativos do Brasil os únicos reconhecidos pelo Ministério da Agricultura como raça são a Piau e a Moura. Pois, para serem registrados precisam seguir o "padrão da raça" independente de serem descendentes de animais registrados. Como por exemplo, as raças *Wessex* e *Hampshire* que exigem uma faixa branca, porém alguns indivíduos podem nascer com a faixa irregular ou sem a faixa, sendo estes recusados. Assim, o suíno casco-de-mula encontrado no Brasil é considerado um "grupo genético" e não uma raça. Visto que atende os requisitos biológicos existentes no conceito de raça, mas não aos convencionais, que são necessários para o seu reconhecimento.

Para maior elucidação de suas características e variabilidade genética Cavalcante-neto (2010) analisou 110 animais com o fenótipo pertencentes a 32 rebanhos de três regiões distintas do Brasil (35 animais no Sudeste, 46 no Nordeste e 29 no Centro-Oeste). O autor relata que coletou amostras de sangue dos animais e as comparou com amostras de animais nativos e javalis provenientes de Portugal, Espanha e EUA (incluindo o *mulefoot*). De modo geral o estudo genético apresentou a existência de um *pool* genético amplo entre os animais das três regiões, referente à diversidade do DNA de origem materna (DNA mitocondrial). Não houve diferença significativa entre os grupos do Sudeste e Nordeste, sendo eles homogêneos geneticamente. Somado a isso, foi observado que esses animais não são oriundos do *mulefoot* e através de análise citogenética o autor afirma que possivelmente os animais não tenham miscigenação com o javali.

Há quem aponte que o suíno casco de mula é natural do Brasil (CASTRO, 2007), mas outros consideram a possibilidade de ter origem na raça *mulefoot* (MARIANTE; MCMANUS; MENDONÇA, 2002; CASTRO, 2007). Porém, esta hipótese foi refutada por Cavalcante-neto (2010) através das análises genéticas. E como não existem indícios desse fenótipo em toda a Europa, o autor conclui que provavelmente esses animais constituem um grupo nativo, e não naturalizados, de origem de raças ibéricas introduzidas no Brasil no período colonial.

Cavalcante-neto (2010) ainda afirma que a condição de casco fundido é produzida por um genótipo dominante (SY/_) enquanto o casco normal tem um genótipo recessivo (sy/sy), assim como em humanos. Ele alega que a característica de casco-de-mula tem penetrância incompleta, assim, indicando que a anomalia pode não afetar igualmente os cascos do mesmo animal acometido (figura 22). Neste trabalho não foi esclarecida a frequência e/ou quais os membros mais afetados pela alteração nos animais desse grupo genético.

Figura 22- Casco-de-Mula encontrado na região Sudeste



Notam-se os cascos do membro pélvico fusionados, enquanto os do membro torácico fendidos. Fonte: Cavalcante-neto (2010).

Com o início de práticas de melhoramento genético no início do século XX muitos produtores começaram a usar raças importadas realizando cruzamentos absorventes sobre as raças nativas como o casco-de-mula. Essa prática contribuiu muito para a redução da diversidade genética dos suínos no Brasil (SOLLERO, 2006). Assim, alguns autores (MARIANTE;MCMANUS; MENDONÇA, 2002; SOLLERO, 2006; CAVALCANTE-NETO *et al.*, 2013) defendem que esses animais devem ser preservados não apenas por sua importância histórico cultural, mas também pela conservação dos recursos genéticos provenientes de animais bem adaptados aos nichos ecológicos.

5 CONCLUSÃO

A sindactilia é uma alteração que pode ser tanto genética quanto hereditária. Em humanos os principais esforços estão em realizar técnicas cirúrgicas onde buscam melhorar a estética e a funcionalidade do membro afetado. Nos animais domésticos (incluindo os animais domésticos de fazenda) na grande maioria dos casos as anomalias afetam diretamente a locomoção dos animais afetados promovendo claudicações ou até mesmo a impossibilidade de movimento. Entretanto, nos casos encontrados de suínos, a anomalia não afetou significativamente a movimentação desses animais. Pelo contrario, alguns autores afirmam que essa característica faz com que esses animais sejam menos propensos a algumas doenças como febre aftosa. Porém, não está claro se essa possível resistência está diretamente ligada ao gene da sindactilia ou se a adaptação proveniente de séculos de exposição ao ambiente rústico tem participação nessa característica. Assim, ainda são necessários mais estudos genéticos que comprovem essa hipótese e que também melhor esclareçam qual o grau de parentesco entre o suíno casco-de-mula brasileiro e os outros suínos nomeados "pata-de-mula" encontrados nos países latino-americanos. Somado a isso, estudos que envolvam animais de varias idades e pesos seria ideal para analisar o quanto os animais afetados tem ou não sua movimentação afetada.

Anatomicamente grande parte dos animais domésticos afetados apresentaram sindactilia associada a outras malformações. No suíno casco-de-mula a principal alteração encontrada é a sindactilia propriamente dita envolvendo na maior parte dos casos as falanges distais e médias dos dígitos principais sem nenhuma outra alteração relevante concomitante (deleções e malformações). Além disso, é apresentada a existência de uma estrutura óssea entre os dígitos principais em alguns casos. Essas estruturas talvez estejam relacionadas ao padrão de fusionalidade desses cascos. Seriam necessários estudos que acompanhassem os suínos desse grupo genético com radiografias em diferentes etapas do crescimento para verificar se todos apresentam estas estruturas em algum ponto do seu desenvolvimento. Nenhum autor esclarece qual a incidência da anomalia ou se algum membro é o mais afetado no suíno casco-de-mula.

REFERÊNCIAS

BARR, M. SYNDACTYLY. **Angus Journal**, [Estados Unidos], v. 4, p. 34-35, jan. 1981.

BENAVENTE, A. R. **GENOTIPADO PARA MSUD, OSTEOPETROSIS Y SINDACTILIA EN BOVINOS DE CARNE DE LA REGIÓN ESTE DE URUGUAY**. 2017. 59 p. Tese (Mestrado em Medicina veterinária) - Universidad de La República, Montevideo, 2017.

BOYD, S. A. B. Anormalidades congênitas dos membros. **Manual MSD**, California. 2018. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/ptbr/profissional>. Acesso em: 1 out. 2020.

BRAUNER, R. K. **Anatomia Comparada dos Animais Domésticos e Silvestres**. 2016. 42 p. Relatório apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de estágio curricular supervisionado, Faculdade de veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

CASTRO, G. Situación de los Recursos Genéticos Locales en Uruguay. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 56, p. 783-788, 2007.

CAVALCANTE-NETO, A. *et al.* O SUÍNO CASCO-DE-BURRO DA AMÉRICA: CONSERVAÇÃO E USO NA AGRICULTURA FAMILIAR. **Revista Computadorizada de Produção Porcina**, v. 20, n. 2, p. 63-69, 2013.

CAVALCANTE-NETO, A. **ORIGEM DO SUÍNO CASCO-DE-MULA E SUA RELAÇÃO GENÉTICA COM POPULAÇÕES IBÉRICAS E AMERICANAS**. 2010. 291 p. Tese de doutorado (Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP, fev. 2010.

DI DONA, F. *et al.* Congenital deformity of the distal extremities in three dogs. **Open Veterinary Journal**, Napoli, Italy, v. 6, n. 3, p. 228-233, nov. 2016.

DROGEMULLER, C. *et al.* Congenital syndactyly in cattle: four novel mutations in the low density lipoprotein receptor-related protein 4 gene (LRP4). **BMC Genetics**, [S.L.], v. 8, n. 5, não paginado, feb. 2007. Disponível em: <https://bmegenet.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2156-8-5>, Acesso em: 02/11/20120

DROGEMULLER, C.; DISTL, O. Genetic analysis of syndactyly in German Holstein cattle. **The Veterinary Journal**, v. 171, n. 1, p. 120-125, Jan. 2006.

DYCE, K. M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro, Rj: Guanabara Kogan, 2011. 663 p.

ELDRIDGE, F. E.; SMITH, W. H.; MCLEOD, W. M. SYNDACTYLISM IN HOLSTEIN-FRIESIAN CATTLE: Its Inheritance, Description and Occurrence. **Journal of Heredity**, v. 42, n. 5, p. 241-250, set. 1951.

FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D. **Anatomia e Fisiologia dos Animais de Fazenda**. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Kogan, 2005. 454 p.

HANSON, R.R. **Congenital and inherited anomalies of the musculoskeletal system in multiple species**. **the Merck Veterinary Manual**, 2019. Disponível em: <https://www.merckvetmanual.com/en-ca/musculoskeletal-system/congenital-and-inherited-anomalies-of-the-musculoskeletal-system>, Acesso em: 22 out. 2020.

HARRIS, E. How to treat polysyndactyly and syndactyly of the foot. **Podiatry Today**, [S.L], v. 26, n. 1, p. 56-66, jan. 2013. Disponível em: <https://www.podiatrytoday.com/how-treat-polysyndactyly-and-syndactyly-foot>. Acesso em: 22 out. 2020.

JEZYK, P. F; NEWTON, C. D. (ed.); NUNAMAKER, D. M. (ed.). **Textbook of Small Animal Orthopaedics**. Ithaca, New York: International Veterinary Information Service, 1985, p. 637- 654.

JOHNSON, E.B. *et al.* Defective splicing of Megf7/Lrp4, a regulator of distal limb development, in autosomal recessive mulefoot disease. **Genomics**, v. 88, n. 5, p. 600-609, nov. 2006.

JUSTOLIN, P. L. T. **ANÁLISE DA LOCOMOÇÃO E ESTUDO POR IMAGENS EM PORCOS COM SINDACTILIA**. 2015. 75 p. Dissertação de mestrado (Biotecnologia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, ago. 2015.

KAPKE, P.; JORGENSEN, H. P.; ROTHCHILD, M. F. A Study of Genetic Diversity in a Rare U.S. Pig Breed – The Mulefoot Pig. **Animal Science Research Reports**, [Iowa], 2 p., 1996.

LEIPOLD, H. W *et al.* Hereditary syndactyly in Angus cattle. **J Vet Diagn Invest**, v. 10, p. 247-254, 1998.

LEIPOLD, H. W; MORRIS, L. N. Syndactyly. *In*: ANDREWS, E. J. (ed.); WARD, B. C. (ed.); ALTMAN, N.H.(ed.). **Spontaneous animal models of human disease**, New York: Academic Press, 1979. cap. 256, p. 213-214, 2v.

LEMUS, F.C. *et al.* Morphological characteristics in Mexican native pigs. **Archivos de zootecnia**, Nayarit, México, v. 52, n. 197, p. 105-108, 2003.

LIMA, P.T.; SCARFON, C.A.R. Malformações das Mãos e Pés. *In*: MUSTACCHI, Z; PERES, S. **Genética baseada em evidências: síndromes e heranças**. [S.L], Cid editora, 2000. cap. 20, p. 801-815. Disponível em: <http://www.sindromedownload.com.br/wp-content/uploads/2015/05/capitulo20.pdf>. Acesso em: 9 out. 2020.

MADGWICK, R.; FORES, V.; BEGLANE, F. Syndactyly in pigs: A review of Previous Research and the Presentation of Eight Archaeological Specimens. **International Journal of Osteoarchaeology**, [S.L.], n. 1260, p. 1-15, jun. 2011.

MALIK, S. Syndactyly: Phenotypes, genetics and current classification. **European Journal of Human Genetics**, Islamabad, Pakistan, v. 20, p. 817-824, feb. 2012.

MARIANTE, A. S.; MCMANUS, C.; MENDONÇA, J. F. **COUNTRY REPORT ON THE STATE OF ANIMAL GENETIC RESOURCES BRASIL**. Brasília, DF, Embrapa (Documentos 99), 2002, 121 p.

MINUZZI, J. S. *et al.* Anatomia radiográfica da mão de suíno “casco-de-burro”. *In: VII SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO*, 7. [2015]. Universidade Federal do Pampa, **Anais do VII salão internacional de ensino, pesquisa e extensão**, Uruguaiana, RS, [2015], não paginado.

OLLIVIER, L.; SELIER, P. Pig genetics: a review. **Annales de génétique et de selection animale**. [S.L], vol. 14, n. 481, p. 481-544, oct.1982.

PEHNKE, M.; SCHMIEG, S.; SHAH, A. S. Congenital- Syndactyly. *In: ABZUG, J. M; KOZIN, S. H; NEIDUSKI, R. Pediatric Hand Therapy*. San Diego: Elsevier, 2020. cap.7, p. 93-107.

PERRY, B. **Heritage Hog Carcass Yields: Mulefoot Hog**. Kentucky, UKnowledg, 2014. 23 p.

RICHARDSON, E. F.; WEY, P. D.; HOFFMAN, L. A. Surgical management of syndactyly in a dog. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 205, n. 8, p. 1149-1151, sep. 1994.

RODRÍGUEZ-ALARCÓN, C. A. *et al.* Syndactyly and concurrent multiple pad agenesis in all four limbs with secondary deep digital flexor contracture in a puppy - a case report. **VETERINARSKI ARHIV**, Chihuahua, México, v. 84, n. 3, p. 319-329, 2014.

SHERF, B. D. **WATCH LIST: for domestic animal diversity**. 3ed. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2000, 739 p.

SISSON, S. Osteologia do suíno. *In: ROSENBAUM, C. E. (coord); GHOSHAL, N. G. (coord); HILLMANN, D. (coord). Anatomia dos animais domésticos/ Robert Getty*. 5ed. Rio de Janeiro, RJ: Interamericana Ltda, 1981, cap. 37, p.1139- 1175, 2 vol.

SOLLERO, B. P. **Diversidade genética das raças naturalizadas de suínos no Brasil por meio de marcadores microssatélites**. 2006, 101 p., Dissertação de mestrado (Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2006.

TOWLE, H. A. *et al.* Syndactyly in a litter of cats. **Journal of Small Animal Practice**, [Indiana, EUA], v. 48, n. 5, p. 292-296, may 2007.

ZEPETA-BATISTA, J. L. Screening genetic diseases prevalence in Braunvieh cattle. **Tropical Animal Health and Production**, [México], v. 51, p. 25-31, july 2018.