

CONSTATAÇÃO DO PRINCÍPIO MENDELIANO DA SINDACTILIA EM SUÍNOS DE RAÇA INDEFINIDA EM UM PEQUENO PLANTEL NO OESTE PARANAENSE

ANTUNES, Ivens Correia¹
MAIA, Tatiana Peres de Assis²

RESUMO

Em paralelo a existente preocupação para com a preservação da diversidade genética intra e interespecífica das espécies; o presente artigo, demonstra a existência de suínos de raça indefinida detentores do raro fenótipo sindactilo, em determinada localidade da região oeste do Paraná, relatando a aferição do genótipo de tais animais, através da observação do fenótipo de prole originada do cruzamento entre exemplar sindactilo e exemplar não sindactilo. Os princípios mendelianos, subsidiários dos estudos em genética qualitativa, proveram através da literatura consultada, embasamento teórico para as determinações afirmadas no presente estudo; assim como também pode ser percebido nos demais trabalhos consultados e referenciados, também descritores de formas de ocorrência de determinadas características qualitativas nos animais domésticos. Relações numerais de frequências alélicas e genotípicas referentes a sindactilia no casco, no plantel de suínos estudado, também foram elucidadas conforme a literatura consultada.

PALAVRAS-CHAVE: Casco fendido. Segregação. Alelo. Ninhada. Heterozigoto.

CONFIRMATION OF THE MENDELIAN PRINCIPLE OF SYNDACTYLY IN PIGS OF INDEFINITE BREED IN A SMALL PLANT IN WEST PARANAENSE

ABSTRACT

In parallel, the existing concern for the preservation of intra and interspecific genetic diversity of species; this article explains the existence of indefinite breed swine with the rare syndactyl phenotype, in a certain location in the western region of Paraná, reporting the genotype assessment of such animals, through the observation of the offspring phenotype originated from the cross between a syndactyl and non-syndactyl specimen. The Mendelian principles, subsidiary to studies in qualitative genetics, provided, through the consulted literature, a theoretical basis for the determinations stated in the present study; as can also be seen in the other works consulted and referenced, also descriptors of the form of occurrence of certain qualitative characteristics in domestic animals. Numeral relationships of allelic and genotypic frequencies referring to syndactyly in the hoof, in the swine herd studied, were also elucidated according to the consulted literature.

KEYWORDS: Split hull. Segregation. Allele. Brooding. Heterozygous.

1. INTRODUÇÃO

Em muitas propriedades rurais brasileiras, a criação de suínos caipiras, faz-se uma alternativa para a obtenção de alimento de alto valor nutritivo, através da conservação das raças nativas, as quais caracterizam-se por sua rusticidade frente as condições do semi-arido, conforme afirmado por Araújo *et al* (2020) ao desenvolverem trabalho que teve por um de seus objetivos a preservação da raça suína nativa Piau, na região norte do estado de Minas Gerais. Verde *et al* (2019) também elucidaram a prevalência de animais caipiras, ao descrever a simbiose agroindustrial, na destinação dos resíduos

¹ Graduando em medicina veterinária pelo centro universitário FAG. E-mail: icantunes@minha.fag.edu.br

² Bióloga pela UNIOESTE. Mestre em genética e biologia molecular, pela UEL. Professora do centro universitário FAG. E-mail: tatianamaia@fag.edu.br

de cevada resultantes da fabricação de cerveja artesanal, utilizados como fonte alternativa na alimentação dos referidos animais.

A relevância do material genético dos animais de raça nacional foi evidenciada por Ferreira (2016), que constatou que o cruzamento de matrizes da raça Moura, com macho MS115, melhorou o peso dos leitões ao desmame, sendo este cruzamento, segundo o autor condição de interesse para a promoção do melhoramento do desempenho dos animais.

A preocupação relativa à manutenção da diversidade genética das espécies iniciou-se com atenção voltada a conservação de espécies silvestres, e acarretou na criação de medidas para o amparo de tal; como a criação de zoológicos, e áreas de preservação. A conservação das espécies refere-se a guarda de um patrimônio, independente da respectiva funcionalidade de cada uma destas. A partir da segunda década do século passado, elevaram-se as preocupações, quanto a manutenção da diversidade inter e intrarraça das espécies domésticas, pois diversas das raças que se tornaram por determinadas razões obsoletas, são portadoras de certas características de interesse (NETO, 2010).

Otto (2006), aborda a sindactilia em suínos como sendo uma malformação genética responsável por fazer com que os cascos dos animais sejam inteiros; por esta razão, estes animais são apelidados de pé-de-mula. Tal característica pode ocorrer igualmente em machos e fêmeas; podendo esta ser percebida em todas as gerações observadas; tal característica é configurada como herança autossômica dominante.

Sollero (2015) afirma que devido a certas peculiaridades que estão relacionadas ao fenótipo sindactilo dos suínos, são necessárias investigações a respeito da distribuição geográfica destes raros animais; o trabalho elaborado, teve por objetivo descrever a ocorrência do fenômeno da sindactilia em um pequeno plantel de suínos sem raça definida (SRD), através da aferição do genótipo de uma fêmea suína sindáctila, por meio do cruzamento desta com um macho homozigoto recessivo (casco normal).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 PRINCÍPIOS DE MENDEL APLICADOS AOS ANIMAIS DOMÉSTICOS

Os propósitos de Gregor Mendel, estudados através do cultivo, mediante diferentes cruzamentos entre variedades da ervilha de jardim (*Pisum sativum*), elucidaram certas condições e termos que na atualidade, continuam constituindo subsídio lógico e experimental aos estudos em genética. Relações e termos atualmente reconhecidos, como os alelos e suas relações de dominância, recessividade e homozigose ou ainda os termos relacionados a ploidia dos indivíduos, somente foram

concluídos devido aos experimentos realizados por Mendel, com a referida espécie vegetal (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

Exemplo de herança genética em espécie animal, possível de ser correlacionada aos ensaios de Mendel, e que também interfere na manifestação de estruturas tegumentares cornificadas, é a presença ou ausência de chifres em bovinos; na qual o padrão mocho foi determinado como sendo dominante em relação a presença de chifres, tendo sido isso determinado através de estudos com diversas raças. Em estudo com a raça nelore, o cromossomo 1 apresentou-se como o detentor do fator determinante da presença ou ausência de chifres (ROSA *et al*, 2020).

Os fundamentos determinados por Mendel, também justificam diversas condições patogênicas congênitas nos animais; a exemplo da ictiose canina, uma doença causadora de descamação cutânea generalizada em cães; abordada por Andrade *et al* (2021), tal patologia pode acometer de forma rara quaisquer raças de cão, sendo relativamente frequente na raça Golden Retriever. A referida condição possui caráter autossômico recessivo, justificado pela afirmação do autor supracitado, de que na ocasião de um planejamento reprodutivo, cães que manifestam esta doença, não necessitam serem excluídos de tal programação, desde que verificado o genótipo do indivíduo escolhido para formar a geração parental juntamente ao animal afetado; o que pode ser feito através do uso de teste comercial, de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR).

As relações de homozigose e heterozigose também podem expressar condições diferentes além da expressão ou não de determinada característica, como exemplificado pela expressão fenotípica da ausência de cauda, em gatos da raça Manx. Na expressão desta característica o alelo mutante Manx (M), compondo genótipo de animal heterozigoto (Mm) para a característica supracitada é provocador de tal fenótipo. A concepção de um novo indivíduo cujo alelo Manx componha genótipo homozigoto (MM) resultará em letalidade (levando o conceito a morte antes do nascimento).

Justolin (2015), descreve sobre os diferentes possíveis padrões de sindactília no casco dos suínos expressores de tal fenótipo, em relação a conformação das estruturas anexas ao casco, para as características de determinação mendeliana, abordadas anteriormente, também são citadas variações relativas a suas respectivas conformações, conforme Rosa *et al* (2020), para o tamanho e formato dos chifres nos bovinos, Andrade *et al* (2021), sobre a forma como a epiderme dos cães é comprometida de modo a causar descamação, e Otto (2006), na constatação de diferentes padrões de ausência de cauda em gatos da raça Manx.

2.2 O SUINO SINDACTILO

A espécie *Sus scrofa* apresenta variações em seu respectivo cariótipo em relação ao número cromossômico, o qual pode variar entre 36 a 38 cromossomos (NETO, 2010). O último autor; tendo estudado 12 suínos de casco fundido, a fim de conhecer a citogenética destes animais, os quais estão sob risco de extinção; afirmou que estes potencialmente não são miscigenados ao javali, por possuírem número cromossômico = 38.

A Aristóteles, por volta de 350 a. C, foi atribuída a primeira referência a sindactilia em suínos; tal condição, potencialmente afeta somente o casco, tecidos associados, ou ainda pode envolver o os ossos; por esta razão, em um estudo radiográfico de membros torácicos e pélvicos de suínos com sindactilia, de acordo com a conformação óssea das falanges medias e distais, foram adotadas 3 diferentes classificações de sindactilia: Simples, complexa 1 e complexa 2 (JUSTOLIN, 2015).

Conforme Detlefsen e Carmichael (1921 *apud* Neto (2010), o casco fendido nos suínos, é determinado por genótipo homozigoto recessivo (mm), em quanto a condição do casco fendido, é determinada por genótipo contendo ao menos 1 alelo dominante (M--); havendo penetrância incompleta nesta última condição.

3. METODOLOGIA

O experimento genético, foi realizado em uma propriedade rural do município oeste paranaense de Capitão Leônidas Marques, a aproximadamente 2 km da rodovia BR 163, saída para o município de Realeza – PR; latitude 25°30'38" (sul); longitude 53°34'57" (oeste).

Uma fêmea suína de fenótipo dominante para a sindactilia nos cascos (casco fundido) foi submetida ao cruzamento com um cachaço de fenótipo (e genótipo) recessivo para a sindactilia nos cascos (casco fendido). Ambos os reprodutores (geração parental), não possuíam raça definida, tendo pesos aproximados entre 50 e 60 kg; a relação entre o peso dos animais e o fato de estarem sendo submetidos a reprodução corrobora com a afirmação de Dayce, Sack, wensing (2004) de que os suínos domesticados anteriormente ao melhoramento genético despendiam de longos períodos de tempo para atingirem tais faixas de peso.

Para a realização do cruzamento, foi realizada uma monta natural, ocorrendo na primeira semana de novembro de 2021, foram identificados na fêmea os sinais clínicos do estro, como edema e hiperemia vulvar, citados por (Hafez e Hafez, 2004); na identificação do período de aceitação da monta por parte desta última; aplicou-se o teste de pressão lombar, o qual também foi utilizado na pesquisa de Lima *et al* (2016). Foi permitida a copula dos animais por 3 vezes (Figura 1), durante o

período de aceitação da fêmea a monta do macho; nos intervalos entre copulas os animais foram mantidos em baias separadas.

Figura 1 – Cópula entre indivíduos da geração parental; macho e fêmea suínos de raça indefinida.



Fonte: Registros autorais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Decorrido o período de gestação da referida fêmea, o parto desta ocorreu no dia 23 de fevereiro de 2022, atingindo um período de gestação aproximado ao de 115 dias, afirmado por Jackson (2005) para a espécie suína. Após o período de gestação, foram obtidos 6 novos indivíduos (Figura 2), não sendo verificada a ocorrência de conceptos mortos após o parto. Foi possível identificar o fenótipo dos 6 indivíduos da ninhada obtida; determinando assim o genótipo da mãe.

Figura 2 – Fêmea suína amamentando sua respectiva prole, composta por 6 indivíduos, minutos após o parto.



Fonte: Registros autorais.

4.1 JUSTIFICATIVA DA PRESENTE DETERMINAÇÃO GENOTÍPICA

Após o nascimento dos 6 novos indivíduos, foi possível identificar 3 machos e 3 fêmeas, sendo 4 destes (2 machos e 2 fêmeas) detentores de genótipo heterozigoto para a sindactilia nos cascos (Mm) por apresentarem fenótipo de casco fundido (Figura 3). Desta forma 2 dos referidos animais (sendo estes, 1 macho e 1ª fêmea), possuem genótipo homozigoto recessivo (mm), por manifestarem fenótipo de casco fendido (Figura 4).

Figura 3 – Um dos 4 exemplares de suínos sindactilos, com 7 semanas de vida, obtidos através do cruzamento entre macho não sindactilo e fêmea sindactila.



Fonte: Registros autorais.

Figura 4 – Um dos 2 exemplares de suínos não sindactilos, com 7 semanas de vida, obtidos através do cruzamento entre macho não sindactilo e fêmea sindactila.



Fonte: Registros autorais.

Através da prole, foi possível determinar o genótipo da fêmea envolvida no experimento (a qual através da manifestação fenotípica do casco fundido, poderia ser detentora de genótipo homozigoto

dominante “MM”, ou heterozigota “Mm”) como sendo heterozigota; pois como foram obtidos indivíduos de manifestação fenotípica indicadora de genótipo homozigoto recessivo, a fêmea em questão é portadora de alelo recessivo para a referida característica, de modo que este, no processo meiótico de formação gamética; foi segregado a 2 dos ovócitos liberados, originadores da prole em análise.

O macho, componente da geração parental, por ser homozigoto recessivo (mm), é capaz de segregar apenas alelos recessivos para a formação haploide de seus respectivos espermatozoides. Tais justificativas, são embasadas através da interpretação das descrições fornecidas por Griffiths *et al* (2002), para os estudos de Gregor Mendel, e formação haploide dos gametas.

4.2 INCIDÊNCIA DO ALELO DOMINANTE EM PEQUENO PLANTEL DE SUINOS SRD

Os princípios da Teoria da Evolução das Espécies, de Charles Darwin (século XIX) associados as determinações propostas por Mendel, redescobertas em 1900, foram subsidiários do surgimento, em 1930, de um novo campo de estudos, caracterizados por serem análises genéticas envolvendo determinadas populações; a genética de populações (SNUSTAD; SIMMONS, 2001).

Após o nascimento dos 6 novos indivíduos descritos, considerando que no plantel utilizado haviam mais 12 indivíduos de fenótipo não sindactilo (portanto homozigotos recessivos), e 1 outro indivíduo sindactilo de sexo masculino, detentor de genótipo heterozigoto (condição confirmada através de cruzamento deste indivíduo sindactilo com fêmea não sindactila, e posterior nascimento de ninhada composta por indivíduos de ambos os fenótipos) não abordados até então no presente estudo, foi possível conforme descrições e relações numerais expressas por Griffiths *et al* (2002), calcular a frequência do alelo dominante “M”(p) causador da sindactilia no pequeno plantel objeto do presente estudo (Calculo 1). Para tal 2 pontos relevantes foram abordados, conforme interpretação das descrições fornecidas pelos autores supracitados: 1 – O número total de alelos em estudo é = 42, pois este é 2x o tamanho da amostra (21 animais); 2 – A frequência de cada alelo individualmente (F. $M = (p)$ e F. $m = (q)$), é igual ao número de homozigotos $x2$ + o número de heterozigotos.

Não havendo animais homozigotos dominantes para a característica em questão, o total de indivíduos portadores do alelo (M), é igual ao número de heterozigotos; sendo este 6. Todos os 21 animais portam o alelo recessivo para a sindactilia (m), de modo que 15 destes o possuem em dose dupla (homozigotos recessivos “mm”).

Calculo 1 – Expressão matemática 1

$$F: M (p): 6/42 = 0,142$$

$$F: m (q): 1 - 0,142 = 0,858$$

$$(0,858 + 0,142 = 1)$$

Fonte: Registros autorais.

* Conforme as descrições de Griffiths *et al* (2002), para a frequência (F) dos alelos recessivo (m (q)) e dominante (M (p)) para a sindactilia no casco do plantel de suínos SRD analisado.

4.3 CORRELAÇÃO DAS PROPOSIÇÕES DE HARDY-WEIMBERG AO PRESENTE ESTUDO

O conhecimento das frequências alélicas de determinada população, torna possível determinar suas respectivas frequências genotípicas através das formulas: p^2 (frequência de homozigotos dominantes), q^2 (frequência de homozigotos recessivos) e $2pq$ (frequência de heterozigotos) (GRIFFITHS *et al*, 2008). Quando determinada população não é atingida por ações de seleção e migração de seus integrantes, mutações, desvios meióticos, ou deriva genética; suas respectivas frequências genotípicas, permanecem as mesmas ao longo das gerações; sendo tal condição denominada de equilíbrio de Hardy-Weinberg (MORAES *et al*, 2018); em homenagem a Godfrey Hardy e Wilhelm Weinberg, que de modo independente alcançaram tal proposição. Descoberta independente de tal equilíbrio é também atribuída ao russo Sergei Chetverikov (GRIFFITHS *et al*, 2008).

Certamente o equilíbrio de Hardy-Weinberg, não é possível de ser atribuído a população suína, componente do pequeno plantel estudado, pois este sofre a constante ocorrência de ações que impedem que tal equilíbrio seja estabelecido; como a inclusão e retirada de animais, e a seleção de animais reprodutores. Todavia, as mesmas relações matemáticas utilizadas na determinação das frequências genotípicas de populações que se reproduzem aleatoriamente ($p^2, q^2, 2pq$), de forma a potencialmente manifestarem o equilíbrio de Hardy-Weinberg; podem ser aplicadas na determinação das frequências genotípicas dos mais diversos planteis; tendo sido isso realizado com o plantel de suínos estudado (Calculo 2).

Calculo 2 – Expressão matemática 2

F: MM (p^2): $0,142 \cdot 0,142 = 0,020$

F: mm (q^2): $0,858 \cdot 0,858 = 0,736$

F: Mm ($2pq$): $0,858 \cdot 0,142 \cdot 2 = 0,243$

$(0,020 + 0,736 + 0,243 = 1)$

Fonte: Registros autorais (2022).

* Conforme as descrições de Griffiths *et al* (2002), para a frequência (F) dos genótipos homocigoto recessivo (mm (q^2)), homocigoto dominante (MM (P^2)) e heterocigoto (Mm ($2pq$)) do plantel de suínos SRD analisado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi descrita a ocorrência de suínos SRD, detentores do raro fenótipo da sindactília nos cascos em certa localidade da região oeste do Paraná. De acordo com as descrições contidas na literatura, sobre os estudos de Gregor Mendel e segregação dos alelos, na ocasião da formação meiótica haploide dos gametas, tanto masculinos como femininos, foi possível determinar o genótipo da fêmea suína sindactila analisada, como sendo heterocigoto, pois sua respectiva prole obtida, através do cruzamento com macho não sindactilo, foi composta por 6 indivíduos sendo dentre estes, animais sindactilos e não sindactilos.

Obteve-se também, através da literatura consultada suporte teórico para a determinação das frequências alélicas e genotípicas envolvidas na determinação do fenótipo da sindactília nos cascos dos suínos integrantes do plantel objeto da presente análise.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. M de; RAMOS, G. M; COBUCI, J. A; FERNANDES, D. F. Características clínicas e genéticas da ichtiose em cães: artigo de revisão. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v.15, n.4, p.340-348, out./dez. 2021.

ARAÚJO, G. G de. A; VALENTIM, J. K; MARQUES, O. F. C; LOPES, I. M. G; SOUZA, J. P de; MACIEL, F. R; SILVA, B. A. N. Potencialidades e valorização da raça de suíno nativo piau no contexto dos assentamentos de reforma agrária. **Revista online de extensão e cultura realização**, v. 7, n.13, p. 145-154, mai./jun. 2020.

DYCE, K. M; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G.; **Tratado de anatomia veterinária**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

FERREIRA, R. V. **Potencial reprodutivo de fêmeas suínas da raça moura criadas em sistema semi intensivo**: 2016. Dissertação (mestrado em ciência e tecnologia animal) – Universidade estadual paulista; Júlio de Mesquita Filho; campus ilha solteira – 2016. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/144523/ferreira_rv_me_ilha.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 9 jun.2022.

GRIFFITHS, A. J. F; MILLER, J. H; SUZUKI, D.T; LEWONTIN, R. C; GELBART, W. M. **Introdução à genética**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

GRIFFITHS, A. J. F; WESSLER, S. R; LEWONTIN, R. C; CARROL, S. B. **Introdução à genética**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

HAFEZ, B; HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. 7. ed. Barueri: Manole, 2004.

JACKSON, P. G. G. **Obstetrícia veterinária**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2006.

JUSTOLIN, P. L. T. **Análise da locomoção e estudo por imagens em porcos com sindactilia**: 2015. Dissertação (mestrado em biotecnologia) - Universidade estadual paulista; faculdade de medicina veterinária e zootecnia; campus de Jaboticabal – 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139381/000858185.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jul.2022.

LIMA, G. M. M; SOBRINHO, W. A. M. C; FILHO, N. M. L; MACEDO, M. B; CARVALHO, L. C de; SILVA, G. A. L da; LIMA, W. F; FILHO, S. T. R. Eficiência reprodutiva de fêmeas suínas em sistema de monta natural oriundas de granja comercial no nordeste paraense. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte - MG, v.40, n.4, p.512-513, out./dez. 2016.

MORAES, J. D; FILIPON, L. F; CANDIAGO, N. T; ANSILIERO, R; GELINSKI, J. M. L. N. Simulações de populações mendelianas e o equilíbrio de Hardy-Weinberg proposta metodológica em sala de aula. **Anuário pesquisa e extensão UNOESC**, Videira – SC, 2018.

NETO, A. C. **Origem do suíno casco-de-burro e sua relação genética com populações ibéricas e americanas**: 2010. Tese (doutorado em zootecnia) - Universidade estadual paulista; faculdade de ciências agrárias e veterinárias; campus de Jaboticabal – 2010. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102799/cavalcanteneto_a_dr_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 9 jun.2022.

OTTO, P. G. **Genética básica para a veterinária**. 4. ed. São Paulo: Roca, 2006.

ROSA, A. J de. M; YOKOO, M. J; ROSA, A do. N. F; MAGNABOSCO, C de. U; SILVA, M. V. G. B da; TILLIO, R. R; REGINATO, L. C de. A. **Análise de Associação Genômica para o Fenótipo Mocho em Bovinos da Raça Nelore**: primeira edição, 2020. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 369; Embrapa cerrados, Planaltina – DF, dez. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139381/000858185.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jul.2022.

SNUSTAD, D. P; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de genética**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SOLLERO, B. P. **Diversidade genética das raças naturalizadas de suínos no Brasil por meio de marcadores microsatélites**: 2006. Dissertação (mestrado em ciências agrárias) – Universidade de Brasília faculdade de agronomia e medicina veterinária; Brasília – DF, nov. 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/174896/1/Diversidade-genetica-das-racas->

[naturalizadas-de-suínos-no-Brasil-por-meio-de-marcadores-microsatelites..pdf](#). Acesso em: 29 jul.2022.

VERDE, A de. A; CUCOLO, M. C; OLIVEIRA, M. L. C de; CAVALIERI, F. L. B; ANDEAZZI, M. A; EMANUELLI, I. P. Destino sustentável de resíduos de cervejaria artesanal: Um estudo de caso em uma granja de suínos. **Revista Valore**, Volta Redonda, 4 Ed. Esp., p.84-93, set./nov, 2019.