

Associações genéticas entre características de interesse econômico e identificação de haplótipos para doenças genéticas em vacas da raça Holandesa criadas no Brasil

Fabrizio Pilonetto¹, Giovanni Coelho Ladeira¹, Mayara Salvian¹, Izally Carvalho Gervásio¹, Aline Zampar² e Diego de Córdova Cucco²

¹ Universidade de São Paulo - USP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-ESALQ/Piracicaba, São Paulo, Brasil

fpilonetto@usp.br

² Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/Chapecó, Santa Catarina, Brasil

Resumo

As GPTAs (*Genomic Predicted Transmitting Ability*), tornaram-se importantes para a seleção dos touros leiteiros no Brasil, no entanto, não é comumente utilizada para as fêmeas. O presente estudo objetivou analisar o perfil genético de fêmeas bovinas da raça Holandês, do Oeste de Santa Catarina. Os registros genômicos foram analisados e correlacionados entre si, para as características de produção de leite e sólidos, reprodução e lineares (corpo, úbere, pernas e pés). A maioria das médias de GPTA foram negativas, principalmente para produção de leite, gordura e proteína. Foram encontradas associações positivas entre as características de volume de leite e sólidos (0,37 a 0,79), e negativas entre os teores de sólidos (-0,54 a -0,48) e características de reprodução (-0,09 a -0,35). A maioria das características lineares se associaram fracamente com as características de produção e reprodução. Foi identificado animais com alto potencial genômico para as características estudadas, no entanto, as médias foram negativas, a qual revelam a necessidade em melhorar geneticamente os índices produtivos. Além disso, as correlações encontradas neste estudo, podem nortear os programas de seleção para melhorar os índices reprodutivos.

Palavras-chave: correlação genética, características lineares, produção, GPTA, reprodução

Genetic associations between traits of economic interest and identification of haplotypes for genetic diseases in Holstein cows raised in Brazil

Abstract

Genomic Predicted Transmitting Ability (GPTA) have become important for the selection of dairy bulls in Brazil, however, it is not commonly used for females. The present study aimed to analyze the genetic profile of Holstein cows, from Western Santa Catarina. The genomic records were analyzed and correlated to each other, for production traits of milk and solids, reproduction and linear (body, udder, legs and feet). The majority of GPTA averages were negative, mainly for milk, fat and protein production. Positive associations were found between milk with solids volume (0.37 to 0.79, and negative associations with solids contents (-0.54 to -0.48) and reproduction characteristics (-0.09 to -0.35). Most of the linear traits were little associated with production and reproduction traits. In this study, animals with genetic potential were identified for the traits analyzed, however, the means were negative, which reveal the need to improve genetically the productive indexes. In addition, the correlations found in this study can be used in selection programs to improve productive indexes.

Keywords: genetic correlation, GPTA, linear traits, production, reproduction

Introdução

Sabe-se que os animais mais lucrativos são aqueles que produzem maior quantidade de leite (Degroot et al 2002). Desta forma, desde os primórdios a seleção dos animais leiteiros é realizada com base no desempenho produtivo, ou seja, as características ligadas ao aumento da produção de leite são as mais utilizadas nos programas de melhoramento genético em bovinos leiteiros (Campos et al 2015). Inúmeros trabalhos relatam as possíveis relações entre as diversas características de interesse econômico. Por exemplo, a seleção para aumentar o volume de leite pode beneficiar a quantidade de gordura e proteína, no entanto, existe uma associação antagônica com estes teores, que resulta na redução destes constituintes na medida que aumenta o volume de leite (Degroot et al 2002; Rennó et al 2003; Sneddon et al 2015).

A fertilidade das fêmeas é um dos fatores que deve ser levado em consideração nos programas de melhoramento genético, devido à importância econômica para o sistema produtivo (Hoekstra et al., 1994). Entretanto, estas características são de difícil mensuração e geralmente possuem baixos coeficientes de herdabilidade e se tornam um entrave no progresso genético dos rebanhos leiteiros. Além disso, ao longo do anos, houve declínio da fertilidade dos bovinos leiteiros por consequência da forte seleção para aumento de produção de leite, devido a associação desfavorável que existe entre elas,

comprometendo o ciclo produtivo em decorrência do aumento do intervalo entre gerações (VanRaden et al., 2004). Assim, o estudo das associações genéticas entre as características reprodutivas com produção e conformação, podem auxiliar na tomada de decisão entre os critérios a serem adotados na seleção dos animais.

Adicionalmente, algumas doenças genéticas foram associadas indiretamente a redução da produtividade, devido ao decréscimo no desempenho reprodutivo e na longevidade dos animais (Meydan et al 2010). Estas doenças são geneticamente herdadas e reduzem a eficiência reprodutiva dos animais, como Brachyspina (Agerholm, & Peperkam 2007), os haplótipos da raça Holandês (HH1, HH2, HH3, HH4 e HH5) (VanRaden, Olson, Null, & Hutchison, 2011), Deficiência de colesterol (HCD) (Kipp et al., 2016), a Deficiência da Adesão Leucocitária Bovina (BLAD) (Meydan et al., 2010) e o Complexo da Malformação Vertebral (CVM).

O Brasil comumente importa material genético de touros leiteiros de países que disponibilizam a avaliação genômica para diversas características zootécnicas e para a identificação de portadores de haplótipos recessivos. No entanto, não há relatos científicos sobre a portabilidade destes haplótipos em fêmeas pertencentes a rebanhos brasileiros. Além disso, a seleção dos animais no país é realizada com base, muitas vezes, apenas nos maiores valores de GPTA dos touros, sendo inexistente para as fêmeas. Geralmente os critérios adotados para a seleção das vacas, baseiam-se nas observações visuais dos fenótipos e, quando disponível, informações de pedigree.

Diante disto, o objetivo deste estudo foi elaborar um perfil genético de fêmeas bovinas da raça holandesa, por meio dos valores de GPTA e correlações entre as características de produção de leite, gordura, proteína, reprodução e lineares de corpo, úbere e pernas e pés. Adicionalmente, foi realizado um levantamento sobre os haplótipos para doenças genéticas de importante impacto na bovinocultura leiteira.

Material e métodos

População

Foram utilizadas neste estudo um total de 391 vacas da raça Holandesa, nascidas entre 2008 e 2015, pertencentes a 30 fazendas, com mínimo de 10 e máximo de 30 animais em cada propriedade, sendo estas localizadas na região Oeste de Santa Catarina, Sul do Brasil. De acordo com o sistema de coordenadas esta região está localizada na latitude 26.938666°, longitude -52.398090° e altitude aproximada de 879 m com temperaturas médias variando de 12 a 26 °C e precipitação mensal entre 125 a 175 mm (INMET, 2018). Nestas fazendas, era comum que a ordenha das vacas ocorresse duas vezes ao dia (início da manhã e final da tarde), com lavagem dos tetos e aplicação de pré e pós-dipping. Além disso, a alimentação dos animais era a base de pastagem, com suplementação de concentrado. Todas as fazendas utilizadas neste estudo usavam material genético de touros da raça Holandesa e a inseminação artificial (IA) como biotécnica reprodutiva.

Genótipos

Para extração do DNA, foram coletadas amostras de pelo da vassoura da cauda de cada animal e posteriormente genotipadas pela empresa Zoetis. Para o teste genômico foi utilizado um chip de 12k (12.000 mil marcadores genéticos, CLARIFIDE®) e assim obtidas as GPTAs (*Genomic Predicted Transmission Ability*) e os haplótipos para as doenças genéticas. Adicionalmente, a base de informação fenotípica utilizada para as predições das GPTAs foi a americana, utilizada para as avaliações genéticas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) em parceria com o CDCB (*Council on Dairy Cattle Breeding*).

As características que tiveram GPTA predita foram as produtivas, como produção de leite (lb), quantidade e concentração de gordura e proteína (lb e %); características de reprodução, que compreende taxa de prenhez (%), taxa de concepção de novilhas e vacas (%), longevidade (meses), facilidade de parto (%) e taxa de natimorto (%); e de tipo/conformação, que foram classificadas em: composição corporal que compreende estatura (baixa e alta), abertura de peito (aberta e fechada), profundidade corporal (pouca e profunda), angulosidade (grosseira e angulosa), ângulo da garupa (alta e inclinada) e largura da garupa (estreita e larga); composição do úbere, composta por inserção de úbere anterior (solto a forte), altura do úbere posterior (baixo a alto), largura do úbere posterior (estreita e larga), ligamento médio (fraco a forte), profundidade de úbere (profundo a raso), colocação dos tetos anterior (aberto a fechado), comprimento do teto (curto a comprido), colocação dos tetos posterior (aberto a fechado); e por fim a composição das pernas e pé, que compreende pernas vista lateral (retas e curvas), pernas vista posterior (fechada a aberta), escore de pernas e pés (baixo e alto) e ângulo de cascos (baixo a inclinado).

Análise estatística

Foi realizada a estatística descritiva para os valores de média, mínima, máxima e desvio padrão de todas as variáveis, com uso do software de análise estatística SAS. Para todas as GPTAs das características previamente descritas. Análises de correlação de Pearson foram realizadas entre todas as características de produção, reprodução e conformação. Todas as correlações foram estimadas pelo RStudio® versão 1.0.136 com nível de significância de 1%.

Adicionalmente, as informações dos haplótipos das doenças genéticas foram avaliadas por um método descritivo e a frequência de portadores na população foi calculada para as seguintes doenças: Condrodisplasia, Citrulinemia, Deficiência de Urídina Monofosfato Sintase (DUMPS), Fator XI, Complexo de Malformações Vertebrais (CVM), Brachyspina,

Haplotipo de Deficiência de Colesterol (HCD), Deficiência de Adesão de Leucócito Bovino (BLAD), HH1, HH2, HH3, HH4 e HH5.

Resultados e discussão

Observa-se que os dados de produção de leite, quantidade de gordura, proteína e a concentração de gordura apresentam médias aritméticas negativas de -82,11, -8,93, -3,48 e -0,02, respectivamente (Tabela 1). Quanto à produção de leite, encontrou-se uma grande discrepância entre os valores de GPTA, que variaram de -1.939,00 a 1.150,00 lb de leite. Além disso, ao analisar individualmente as características produtivas, a grande maioria apresentou GPTAs negativas, que denotam o baixo valor genético médio para produção de leite, gordura e proteína, que implica na transmissão de baixos valores genéticos as progênie.

Ao comparar com as médias de GPTA de 921.330 mil vacas e novilhas de elite avaliadas pelo *Council on Dairy Cattle Breeding* (CDCB), 16,67% das fêmeas utilizadas neste estudo estão acima da média americana que é de 384 libras de leite, para gordura 8,44% estão acima de 17,9 libras de gordura e 9,46% acima da média de 12,9 libras de proteína (CDCB, 2017). No Brasil, grande parte da produção de leite que é captada pela indústria, é oriunda de pequenas unidades de produção, com médias de produção inferiores a países como os Estados Unidos. Para tanto, é possível encontrar animais com altos valores genéticos para as características produtivas, como foi destacado neste estudo.

Para o escore de células somáticas (CCS), a média da GPTA foi de 3,03, com mínima de 2,68 e máximo 3,46, sendo que 25,06% dos animais da população em estudo, possuem valor abaixo da média americana de 2,92 (CDCB, 2017). Isto indica uma maior capacidade genética em apresentar altos valores de CCS e maior susceptibilidade à mastite. Contudo, esta característica é muito influenciada pelo manejo da ordenha, principalmente pelo uso de pré e pós-dipping, que pode afetar na redução dos níveis de CCS no leite.

Em relação às características de reprodução e conformação (lineares), as médias encontradas foram relativamente baixas. Entre as características de reprodução, a taxa de concepção das novilhas e a vida produtiva são as características que apresentaram média negativa (-0,17 e -0,58, respectivamente) e a facilidade de parto apresentou a maior média (8,31). Para os aspectos conformacionais ou características lineares, a maioria apresentou baixos valores médios e negativos, com exceção da abertura de peito (0,04), ângulo de garupa (0,05) e comprimento de tetos (0,10).

Pelo fato da grande maioria das GPTAs para conformação serem negativas, é necessário que estas características sejam consideradas nos programas de melhoramento genético, com foco na seleção de touros e vacas com melhores valores de GPTA e positivo, principalmente, para as características de aprumo e pernas e pés, pois são importantes para garantir uma melhor locomoção e sustentabilidade dos animais.

Tabela 1. Média, desvio padrão, valores de mínima e máxima das GPTAs (*Genomic Predicted Transmitting Ability*), das características de produção, reprodução e conformação, de fêmeas da raça Holandesa, pertencentes a rebanhos leiteiros do Oeste de Santa Catarina

Variável	Unidade	Mínima	Máxima	Média	Desvio-padrão
Características de Produção					
Produção de leite	Libra	-1939,00	1150,00	-82,11	492,87
Quantidade de Gordura	Libra	-64,00	45,00	-8,93	19,00
Quantidade de Proteína	Libra	-60,00	33,00	-3,48	13,03
Concentração de Gordura	%	-0,25	0,29	-0,02	0,08
Concentração de Proteína	%	-0,11	0,08	0,00	0,03
Células somáticas	Escore	2,68	3,46	3,03	0,14
Características de Reprodução					
Taxa prenhez filhas	%	-3,70	5,60	0,41	1,58
Taxa concepção das novilhas	%	-3,90	4,20	-0,17	1,21
Taxa concepção das vacas	%	-4,10	7,10	0,29	1,77
Facilidade de parto fêmea	%	5,30	12,40	8,31	1,21
Taxa de natimorto	%	5,10	14,40	7,89	1,21
Longevidade	Meses	-6,70	5,10	-0,58	1,94
Características Lineares					
Estatuta	Baixa a alta	-2,47	2,64	-0,11	0,89
Abertura de peito	Aberta e fechada	-2,01	1,91	0,04	0,70
Profundidade corporal	Pouca a profunda	-2,23	1,97	-0,03	0,73
Angulosidade	Grosseira a angulosa	-3,37	2,49	-0,15	0,84
Ângulo de garupa	Alta a inclinada	-2,91	2,44	0,05	0,88
Largura de garupa	Estreita a larga	-2,08	2,00	-0,03	0,75
Pernas vista lateral	Retas a curvas	-2,26	1,83	-0,01	0,70
Pernas vista posterior	Fechada a aberta	-2,31	2,07	-0,04	0,73
Ângulo cascos	Baixo a inclinado	-2,29	1,88	-0,09	0,78
Escore de pernas e pés	Baixo a alto	-2,59	1,78	-0,11	0,71
Inserção de úbere anterior	Solto a forte	-2,97	2,54	-0,19	0,95
Altura de úbere posterior	Baixo a alto	-2,88	3,09	-0,07	0,96
Largura de úbere posterior	Estreita a larga	-2,65	2,84	-0,07	0,88
Ligamento médio	Fraco a forte	-2,77	2,53	-0,08	0,87
Profundidade de úbere	Profundo a raso	-3,56	2,83	-0,15	0,95
Colocação de tetos anterior	Aberto a fechado	-2,39	1,96	-0,06	0,81
Colocação de tetos posterior	Aberto a fechado	-2,55	2,53	-0,01	0,92
Comprimento de tetos	Curta a comprida	-2,17	2,63	0,10	0,80

Correlações genéticas

Produção de leite e sólidos

Na tabela 2, são apresentadas as correlações entre GPTAs de produção de leite e sólidos. As correlações entre a produção de leite e o volume de gordura e proteína apresentaram valores de média a alta magnitude (0,37 e 0,79, respectivamente) e associações negativas com as suas concentrações (-0,54 e -0,48, respectivamente). Maiores valores de correlação genética foram relatados por Cucco et al (2017) em um estudo com avaliação de PTA de touros leiteiros da raça holandesa comercializados no Brasil, e encontraram associações genéticas de alta magnitude entre produção de leite e quantidade de gordura (0,80), e menor com a quantidade de proteína (0,53). Estes mesmos autores relataram estimativas de correlação genética semelhante com este estudo, para a concentração de gordura e proteína (-0,43 e -0,40, respectivamente).

Tabela 2. Correlações entre GPTAs de fêmeas da raça Holandesa, pertencentes a rebanhos leiteiros do Oeste de Santa Catarina, para as características de produção de leite (libra), gordura e proteína (libra e teor)

Características	PL (lb) (P-Value)	GORD (lb) (P-Value)	PROT (lb) (P-Value)	GORD (%) (P-Value)
GORD (lb)	0,37 (0,0001)			
PROT (lb)	0,79 (0,0001)	0,59 (0,0001)		
GORD (%)	-0,54 (0,0001)	0,58 (0,0001)	-0,17 (0,0013)	
PROT (%)	-0,48 (0,0001)	0,24 (0,0001)	0,15 (0,0028)	0,64 (0,0001)

PL= Produção de leite, GORD= Gordura, PROT= Proteína

A associação entre as características de produção de leite e sólidos é marcada pelo antagonismo entre o volume de leite e a concentração de proteína e gordura (Boligon et al 2005; Sneddon et al 2015) e pode ser atribuído ao efeito diluidor do leite sob as concentrações dos sólidos, que ocorre na medida em que aumenta a quantidade de leite produzido. Pereira et al (2013) relataram ganho genético para o aumento de proteína e gordura no leite, ao selecionar os animais para aumentar a produção. Assim, as vacas com valores genéticos positivos para produção de leite, podem ser selecionadas com o intuito de aumentar as quantidades de sólidos presentes no leite, no entanto, pode ocorrer redução no percentual destes, devido a correlação negativa com a produção de leite. Para os produtores que buscam maiores níveis percentuais de gordura e proteína, uma alternativa é selecionar animais (tous e vacas), com valores de GPTA positivas para as características produtivas.

Entre as características de volume e teor de sólidos, as correlações variaram de baixa a alta magnitude. O volume de gordura foi moderadamente correlacionado com volume de proteína e percentual de gordura (0,59 e 0,58, respectivamente) e levemente correlacionado com a concentração de proteína (0,24). Além disso, o volume de proteína apresentou fraca associação com a concentração de sólidos, sendo que, em relação ao teor de gordura, o valor foi negativa (-0,17). De acordo com estes resultados, é possível que ocorra a redução da concentração de gordura ao selecionar para o volume de proteína, no entanto, se a seleção for realizada para o teor de gordura, este cenário negativo pode ser amenizado, pois entre as concentrações, a correlação é alta e positiva (0,64).

Resultados superiores foram relatados por Cucco et al (2017), que encontraram moderadas correlações de GPTAs de touros entre volume de gordura e proteína (0,64) e teor de gordura (0,53), e para o teor de proteína, a correlação descrita pelos autores foi menor que a deste estudo (0,14). Desta forma, o volume e teor de gordura são os mais indicados como critérios de seleção para melhorar os ganhos em quantidade e concentração de sólidos no leite. Além disso, a seleção para aumentar o volume de leite pode contribuir no aumento do volume de gordura e proteína.

Características de produção e reprodução

As correlações entre as GPTAs das características de produção e reprodução foram de baixa a média magnitude (Tabela 3). Foram identificadas associações de baixa a média magnitude e negativas entre as características de produção de leite (libra) e reprodução, a qual, o maior coeficiente encontrado foi para taxa de prenhez das filhas (-0,48), seguido da taxa de concepção das vacas e novilhas (-0,35 e -0,17, respectivamente). Tiezzi et al (2012), encontraram correlações genéticas de média magnitude entre a produção de leite, taxa de concepção de vacas de primeira e segunda paridade (-0,55 e -0,51, respectivamente) e de baixa magnitude entre a taxa de concepção das novilhas (-0,15). Os resultados encontrados no presente estudo, apontam que a seleção das fêmeas para aumentar o volume de leite, poderá reduzir a capacidade de prenhez e concepção de vacas e novilhas após o parto e a cada inseminação/serviço.

Tabela 3. Correlações entre GPTA de vacas da raça Holandesa criadas no Brasil, para produção de leite (libra) e sólidos (libra e teor) em relação às características de reprodução

Característica	PL (lb) (P-Value)	GORD (lb) (P-Value)	PROT (lb) (P-Value)	GORD (%) (P-Value)	PROT (%) (P-Value)
TPF	-0,48 (0,0001)	-0,14 (0,0048)	-0,27 (0,0001)	0,25 (0,0001)	0,30 (0,0001)
TCN	-0,17 (0,0007)	0,02 (0,7353)	-0,13 (0,0118)	0,16 (0,0011)	0,09 (0,0640)
TCV	-0,35 (0,0001)	-0,09 (0,0507)	-0,23 (0,0001)	0,22 (0,0001)	0,22 (0,0001)
VP	-0,02 (0,7652)	0,16 (0,0019)	0,13 (0,0162)	0,15 (0,0026)	0,19 (0,0002)
FP	-0,11 (0,0308)	-0,13 (0,0080)	-0,20 (0,0001)	-0,02 (0,6620)	-0,10 (0,0536)
NAT	-0,10 (0,0487)	-0,11 (0,0244)	-0,12 (0,0145)	-0,01 (0,7803)	-0,02 (0,7543)

PL= Produção de leite, GORD= Gordura, PROT= Proteína. TPF= Taxa de prenhez filha, TCN= Taxa concepção novilha, TCV= Taxa concepção vaca, VP= Vida produtiva, FP= Facilidade de parto, NAT= Natimorto

Estudos de Mokhtari et al (2015) e VanRaden et al (2004), confirmam a redução do desempenho reprodutivo dos animais em decorrência da seleção para aumento do volume de leite e sólidos. Além disso, os coeficientes de herdabilidade para grande parte das características reprodutivas são baixos e altamente influenciados pelo ambiente (Montaldo et al 2010), o

que implica em longo período e dificuldade em promover o progresso genético, devido à baixa capacidade de serem herdadas. Neste caso, a seleção direta para as características reprodutivas, como taxa de prenhez e concepção, poderá acelerar o ganho genético para fertilidade (González-Recio & Alenda 2005; Wall et al 2003).

Para o volume de sólidos, foram encontradas baixas correlações com as GPTAs de reprodução. A quantidade de gordura foi negativamente correlacionada com a taxa de prenhez (-0,14) e facilidade de parto (-0,13), da mesma forma, o volume de proteína com taxa de prenhez (-0,27), taxa de concepção das novilhas e vacas (-0,13 e -0,23, respectivamente), facilidade de parto (-0,20) e índice de natimorto (-0,12). Cucco et al (2017) também encontraram baixas correlações entre PTAs de touros para volume de sólidos e características de reprodução, na qual, apontam maior influência do volume de proteína e gordura sob a taxa de prenhez (-0,36 e -0,27, respectivamente).

Diferentemente das correlações encontradas entre as características de volume e reprodução, as concentrações de gordura e proteína, embora de baixa magnitude, correlacionaram-se positivamente com a taxa de prenhez (0,25 e 0,30, respectivamente), taxa de concepção das novilhas (0,16 e 0,09, respectivamente) e taxa de concepção das vacas (0,22 para ambos). Além disso, a vida produtiva apresentou correlações de baixa magnitude e positivas com o volume e teor de sólidos, que variaram de 0,16 e 0,15 para volume e teor de gordura, respectivamente, e 0,19 para teor proteína. Gibson & Dechow (2017), encontraram correlações de maior magnitude para produção de leite, volume de gordura e proteína em relação a vida produtiva (0,25, 0,23 e 0,26, respectivamente). Aparentemente, a seleção para concentração destes sólidos, poderá minimizar o declínio dos índices reprodutivos e reduzir o descarte involuntário dos animais, favorecendo, então, a viabilidade do sistema quando incluído nos programas de melhoramento genético.

Para as demais características não foi encontrada significância entre as correlações, o que reforça a baixa ou nenhuma influência da seleção para concentração de sólidos no índice de natimorto, por exemplo. Além disso, a inclusão das características de fertilidade nos programas de melhoramento genético é uma alternativa, mesmo que a longo prazo, para promover melhorias nos índices reprodutivos do rebanho (Pryce et al 2004).

A forte seleção para a produção de leite pode prejudicar, não só a fertilidade, mas também a integridade física dos animais (Degroot et al 2002) e as características de conformação podem estar diretamente ligadas aos parâmetros produtivos de um rebanho (Madrid & Echeverri 2014). De acordo com Berry et al (2004), as características não produtivas, ou seja, aquelas que não são responsáveis diretas pela produção de leite e sólidos, tornaram-se importantes nos projetos de melhoramento genético, devido ao efeito negativo na saúde e longevidade dos animais.

Características de produção e tipo/conformação

Neste estudo, foram encontradas correlações de baixa a média magnitude entre as características de conformação e a produção de leite (Tabela 4). A angulosidade foi a característica que obteve maior coeficiente de correlação entre as características de composição corporal e produção de leite (0,45), e menores valores foram encontrados para estatura (0,21), profundidade corporal (0,25) abertura de peito e largura de garupa (0,15 e 0,19, respectivamente), que apresentaram correlações, embora de baixa magnitude, positivas com a produção de leite.

Diferentes resultados foram relatados por Campos et al (2015) e Cucco et al (2017), que encontraram pouca ou nenhuma influência entre estas características. Isto sugere que animais mais produtivos são aqueles que apresentam melhor composição corporal, maior habilidade leiteira, mais altos, angulosos e com maior capacidade de ingestão de alimento. No entanto, deve-se atentar para a estatura dos animais, pois os animais de estatura alta, tendem a apresentar menor longevidade no rebanho, diferentemente de animais moderados, que podem ser mais longevos (Wasana et al 2015).

Tabela 4. Correlações entre GPTAs de fêmeas da raça Holandês, pertencentes a rebanhos leiteiros do Oeste de Santa Catarina, para produção de leite e as características de conformação

	PL (lb) (P-Value)	GORD (lb) (P-Value)	PROT (lb) (P-Value)	GORD (%) (P-Value)	PROT (%) (P-Value)
Composição corporal					
EST	0,21 (0,0001)	0,24 (0,0001)	0,29 (0,0001)	0,028 (0,5758)	0,07 (0,1606)
AP	0,15 (0,0001)	0,24 (0,0001)	0,19 (0,0001)	0,09 (0,0837)	0,03 (0,6074)
PC	0,25 (0,0001)	0,31 (0,0001)	0,28 (0,0001)	0,06 (0,2371)	-0,01 (0,8182)
ANG	0,45 (0,0001)	0,39 (0,0001)	0,49 (0,0001)	-0,06 (0,2630)	-0,01 (0,7819)
AG	0,11 (0,0287)	0,09 (0,0719)	0,08 (0,1317)	-0,01 (0,8583)	-0,06 (0,2731)
LG	0,19 (0,0002)	0,28 (0,0001)	0,26 (0,0001)	0,09 (0,0868)	0,07 (0,1494)
Composição de úbere					
IAU	0,02 (0,6368)	0,16 (0,0014)	0,15 (0,0031)	0,12 (0,0159)	0,17 (0,0009)
AUP	0,25 (0,0001)	0,37 (0,0001)	0,38 (0,0001)	0,11 (0,0328)	0,13 (0,0124)
LU	0,25 (0,0001)	0,37 (0,0001)	0,38 (0,0001)	0,11 (0,0329)	0,126 (0,0124)
LM	0,19 (0,0001)	0,18 (0,0003)	0,27 (0,0001)	-0,01 (0,8992)	0,08 (0,1053)
PU	-0,16 (0,0018)	0,03 (0,6232)	-0,01 (0,8724)	0,16 (0,0001)	0,24 (0,0001)
CTA	0,18 (0,0004)	0,17 (0,0008)	0,27 (0,0001)	-0,00 (0,0572)	0,10 (0,0572)
CTP	0,17 (0,0008)	0,13 (0,0104)	0,24 (0,0001)	-0,03 (0,1383)	0,08 (0,1383)
CT	0,11 (0,0264)	0,02 (0,7466)	0,01 (0,8304)	-0,08 (0,0011)	-0,17 (0,0011)
Composição Pernas e Pés					
PVL	0,02 (0,6545)	0,09 (0,0679)	0,08 (0,1213)	0,06 (0,2045)	0,08 (0,1359)
PVP	0,14 (0,0049)	0,27 (0,0001)	0,27 (0,0001)	0,12 (0,0190)	0,15 (0,0031)
AC	0,11 (0,0384)	0,18 (0,0003)	0,19 (0,0002)	0,07 (0,1787)	0,09 (0,0764)
EPP	0,11 (0,0278)	0,23 (0,0001)	0,26 (0,0001)	0,11 (0,0381)	0,18 (0,0004)

PL= Produção de leite, GORD= Gordura, PROT= Proteína, EST= estatura, AP= Abertura de peito, PC= Profundidade corporal, ANG= Angulosidade, AG= Ângulo de garupa, LG= Largura de garupa. Composição de úbere: IAU= Inserção anterior de úbere, AUP= Altura de úbere posterior; LU= Largura de úbere, LM=Ligamento médio, PU=Profundidade de úbere, CTA=Colocação de tetos anterior, CTP= Colocação de tetos posterior, CT= Comprimento de tetos, PVL= Pernas vista lateral, PVP= Pernas vista posterior, AC= Ângulo de casco, EPP=Escore de pernas e pés

Para as características de úbere e composição de pernas e pés, foram encontradas correlações de menores magnitudes que para a composição corporal em relação a produção de leite. A altura de úbere posterior e largura de úbere foram as características que apresentaram as maiores associações com a produção de leite (0,25) e menores valores foram encontrados em relação ao ligamento médio (0,19), colocação dos tetos anterior e posterior (0,18 e 0,17, respectivamente) e pernas vista posterior (0,14). Além disso, a profundidade de úbere foi associada negativamente com a produção de leite (-0,16).

Estes resultados estão de acordo com Berry et al (2004), que encontraram correlações de baixa a média magnitude entre as características de composição corporal e produção de leite. Diferentes associações genéticas entre estas características foram relatadas por Esteves et al (2004), que encontraram valores de correlações maiores para altura e largura de úbere (0,30 e 0,60, respectivamente) e fracas associações negativas entre colocação dos tetos anteriores, ligamento médio e profundidade de úbere (-0,09, -0,04, -0,15, respectivamente).

Gibson & Dechow (2017), encontraram correlação genética para altura de úbere (0,20) e maior para largura de úbere (0,48) e para profundidade de úbere (-0,40), em relação a produção de leite em animais da raça Pardo Suíço. Para esta mesma raça, Rennó et al (2003) encontraram correlação positiva de moderada a alta para altura e largura de úbere, no entanto, relataram fraca associação negativa entre ligamento médio e colocação dos tetos em relação a produção de leite (-0,09 e -0,07, respectivamente), e maior correlação genética negativa com a profundidade de úbere (-0,30). Resultados de Harris & Freeman (1992) sugerem que a seleção para o aumento da produção de leite levará a aumentos correlacionados da angulosidade, altura, largura e profundidade de úbere, em contrapartida, o úbere apresentaria inserção e ligamento fracos.

De acordo com as correlações entre as GPTAs de produção de leite e composição de úbere, encontradas neste estudo, a capacidade de produção está associada a úberes maiores, com alta capacidade de suporte e melhor conformação dos tetos. No entanto, a correlação negativa entre profundidade de úbere e o volume de leite, apesar de fraca, indica o aumento da produção de leite em decorrência de úberes mais profundos. Neste caso, não é interessante para a produção de leite, visto a maior susceptibilidade a traumas e desenvolvimento de patologias ocasionadas pela proximidade com o solo.

Da mesma forma, úberes rasos possuem capacidade de produção de leite reduzida, por não suportarem a alta produção, sendo assim, úberes medianos tendem a preservar a saúde e integridade física do sistema mamário. Além disso, as características locomotoras pouco influenciam a produção de leite, devido as fracas correlações encontradas entre estas características. Entretanto, Penev et al (2017), mostraram resultados em que fêmeas de maior capacidade de produção, tendem a apresentar uma melhor locomoção do que as de baixa produção. Isto é, muito provavelmente, devido a facilidade em buscar alimento e água.

Foram encontradas correlações de baixa a média magnitude entre as GPTAs de volume de gordura e proteína em relação às características de composição. As correlações entre GPTAs de volume de gordura e proteína, em relação às características de conformação, em geral, foram de baixa magnitude. Para a composição corporal, foram encontrados maiores valores de correlação para o angulosidade em relação ao volume de gordura e proteína (0,39 e 0,49, respectivamente). Entre as GPTAs de estatura, abertura de peito, profundidade corporal e largura de garupa, as correlações foram positivas e tiveram pouca variação entre gordura e proteína (variou de 0,19 a 0,31). O mesmo foi encontrado para as características de composição de úbere que variou de 0,13 a 0,37 para gordura e 0,15 a 0,38 para proteína e para composição de pernas e pés, as correlações foram de baixa magnitude (0,18 a 0,27, em relação ao volume de sólidos).

Misztal et al (1992), Bohlouli et al (2015) relataram valores de correlação genética semelhantes às correlações obtidas neste estudo. Além disso, Misztal et al (1992) encontraram correlações moderadas e negativas entre profundidade do úbere e

volume de sólidos, diferentemente deste estudo, que não foram encontradas associações significativas entre estas características. Harris et al (1992), relataram resultados semelhantes ao deste estudo, em animais da raça Guernsey. Wasana et al (2015), encontraram fracas correlações genéticas entre características de úbere em relação a produção de gordura e proteína, para fêmeas de primeira e segunda lactação.

Neste estudo, grande parte das correlações entre as concentrações de gordura e proteína em relação às características de conformação, não foram significativas. O percentual de gordura apresentou fraca associação com a profundidade de úbere (0,16) e negativa com comprimento de tetos (-0,08). Para o teor de proteína, as correlações apresentaram baixas magnitudes, sendo o maior coeficiente encontrado para a profundidade de úbere (0,24) e negativo com o comprimento de tetos (-0,17). O mesmo foi relatado por Cucco et al (2017), que encontraram pouco ou nenhum efeito das concentrações de sólidos nas características de conformação de animais Frisian-Holandês.

Tabela 5. Correlações entre GPTAs de reprodução de conformação, de fêmeas da raça Holandês pertencentes a rebanhos leiteiros do Oeste de Santa Catarina

Característica	TPF (P-Value)	TCN (P-Value)	TCV (P-Value)	FP (P-Value)	NAT (P-Value)	VP (P-Value)
EST	-0,25 (0,0001)	-0,06 (0,2272)	-0,26 (0,0001)	-0,20 (0,0001)	-0,17 (0,0008)	-0,17 (0,0006)
AP	-0,25 (0,0001)	-0,14 (0,0044)	-0,29 (0,0001)	-0,00 (0,9957)	-0,05 (0,3127)	-0,25 (0,0001)
PC	-0,42 (0,0001)	-0,21 (0,0001)	-0,43 (0,0001)	0,01 (0,7814)	-0,04 (0,4202)	-0,35 (0,0001)
ANG	-0,47 (0,0001)	-0,14 (0,0046)	-0,41 (0,0001)	-0,12 (0,0145)	-0,13 (0,0128)	-0,24 (0,0001)
AG	-0,07 (0,1624)	-0,03 (0,5056)	-0,07 (0,1783)	0,00 (0,9981)	0,09 (0,0760)	-0,11 (0,0370)
LG	-0,15 (0,0024)	0,04 (0,3999)	-0,15 (0,0034)	-0,08 (0,1303)	-0,11 (0,0360)	-0,12 (0,0163)
IAU	0,08 (0,1257)	0,12 (0,0187)	0,06 (0,2129)	-0,38 (0,0001)	-0,20 (0,0001)	0,40 (0,0001)
AUP	-0,07 (0,1612)	0,15 (0,0025)	-0,05 (0,3636)	-0,29 (0,0001)	-0,22 (0,0001)	0,23 (0,0001)
LU	-0,07 (0,1627)	0,15 (0,0025)	-0,05 (0,3662)	-0,29 (0,0001)	-0,22 (0,0001)	0,23 (0,0001)
LM	-0,14 (0,0046)	0,08 (0,1167)	-0,13 (0,0133)	-0,26 (0,0001)	-0,19 (0,0005)	0,13 (0,0087)
PU	0,22 (0,0001)	0,19 (0,0002)	0,19 (0,0001)	-0,38 (0,0001)	-0,17 (0,0010)	0,44 (0,0001)
CTA	-0,12 (0,0198)	-0,04 (0,4886)	-0,14 (0,0065)	-0,23 (0,0001)	-0,10 (0,0531)	0,08 (0,1382)
CTP	-0,16 (0,0012)	-0,00 (0,9588)	-0,15 (0,0023)	-0,17 (0,0009)	-0,10 (0,0497)	0,00 (0,9488)
CT	-0,21 (0,0001)	-0,17 (0,0007)	-0,21 (0,0001)	0,09 (0,0759)	-0,02 (0,6328)	-0,22 (0,0001)
PVL	-0,02 (0,6994)	0,02 (0,7240)	0,03 (0,5723)	-0,02 (0,7105)	-0,04 (0,3980)	-0,02 (0,6405)
PVP	-0,03 (0,5014)	0,02 (0,6345)	-0,05 (0,3218)	-0,33 (0,0001)	-0,23 (0,0001)	0,20 (0,0001)
AC	-0,07 (0,1596)	-0,01 (0,8508)	-0,10 (0,0611)	-0,25 (0,0001)	-0,17 (0,0008)	0,13 (0,0090)
EPP	-0,03 (0,5587)	0,08 (0,1342)	-0,04 (0,4175)	-0,36 (0,0001)	-0,26 (0,0001)	0,23 (0,0001)

PF= Taxa de prenhez das filhas, TCN= Taxa de concepção de novilhas, TCV= Taxa de concepção de vacas, FP= Facilidade de parto, NAT= natimorto, VP= Vida produtiva; EST= estatura, AP= Abertura de peito, PC= Profundidade corporal, ANG= Angulosidade, AG= Ângulo de garupa, LG= Largura de garupa; IAU= Inserção anterior de úbere, AUP= Altura de úbere posterior, LU= Largura de úbere, LM=Ligamento médio, PU=Profundidade de úbere, CTA=Colocação de tetos anterior, CTP= Colocação de tetos posterior, CT= Comprimento de tetos; PVL= Pernas vista lateral, PVP= Pernas vista posterior; AC= Ângulo de casco, EPP=Escore de pernas e pés

Embora grande parte das características morfológicas e de tipo apresentam fraca associação com o volume de gordura e proteína, estes resultados indicam que a seleção dos animais para volume de sólidos pode contribuir para melhorar as características de conformação dos animais. De acordo com Cucco et al (2017), as correlações negativas encontradas para colocação e comprimento dos tetos, pouco podem influenciar no teor de gordura e proteína, sendo estas, mais importantes para a integridade e saúde do úbere e para o manejo da ordenha.

Características de reprodução e tipo/conformação

Em relação às correlações entre GPTAs para as características de reprodução e conformação (Tabela 5), a taxa de prenhez das filhas foi negativamente correlacionada com as características de conformação, exceto para profundidade de úbere, que foi positiva e de fraca magnitude (0,22). Entre estas características, o maior coeficiente de correlação encontrado foi entre profundidade corporal (-0,42) e angulosidade (-0,47). Estes resultados indicam que selecionar para taxa de prenhez das filhas, poderá acarretar em animais com menor habilidade leiteira e capacidade para produção de leite, devido às correlações negativas encontradas entre as características de composição corporal (estatura, abertura de peito, profundidade corporal e angulosidade).

TPF= Taxa de prenhez das filhas, TCN= Taxa de concepção de novilhas, TCV= Taxa de concepção de vacas, FP= Facilidade de parto, NAT= natimorto, VP= Vida produtiva; EST= estatura, AP= Abertura de peito, PC= Profundidade corporal, ANG= Angulosidade, AG= Ângulo de garupa, LG= Largura de garupa; IAU= Inserção anterior de úbere, AUP= Altura de úbere posterior, LU= Largura de úbere, LM=Ligamento médio, PU=Profundidade de úbere, CTA=Colocação de tetos anterior, CTP= Colocação de tetos posterior, CT= Comprimento de tetos; PVL= Pernas vista lateral, PVP= Pernas vista posterior, AC= Ângulo de casco, EPP=Escore de pernas e pés.

Estes resultados corroboram com Berry et al (2004), que encontraram correlações genéticas negativas de média a alta magnitude entre a fertilidade e as características corporais. Os autores relataram que animais mais profundos, largos e mais angulosos, tinham menor potencial genético para taxa de prenhez. Diante disso, as correlações encontradas neste estudo, para a taxa de prenhez das filhas e as características de úbere, indicam que a seleção para aumentar a taxa de prenhez das filhas, poderá acarretar em úberes mais profundos e com ligamento central fraco, tetos compridos e fechados.

Para a taxa de concepção das novilhas, as correlações entre as características de conformação foram de baixa magnitude (-0,21 a 0,19), as quais, denotam o baixo efeito ao selecionar para estas características. No entanto, a taxa de concepção da vaca obteve maiores coeficientes de correlação, principalmente com a profundidade corporal (-0,43), angulosidade (-0,41), estatura (-0,26) e abertura de peite (-0,29). Assim, a seleção para aumentar a taxa de concepção da vaca pode reduzir a profundidade corporal e a angulosidade dos animais. Além disso, o aumento da taxa de concepção pode estar associado a animais de estatura mais baixa, menor abertura de peito, garupa estreita, úbere profundo e solto, tetos mais compridos e

fechados. Wall et al (2005), encontraram pouca associação entre ângulo e largura de garupa, ligamento central e altura de úbere posterior em relação ao intervalo entre partos, taxa de não retorno ao estro e dias para a primeira inseminação, a qual, sugere-se que estas características possuem pouco efeito sobre a fertilidade.

Espera-se que a seleção para as características de corpo apresentem pouca influência na fertilidade dos animais, diferentemente das características de úbere, as quais, apresentaram os maiores valores de correlação para taxa de concepção. Esta relação pode ser explicada pela associação negativa entre a produção de leite e a fertilidade, logo, animais com melhor conformação de úbere tendem a apresentar maior produção de leite e menor desempenho reprodutivo (Wall et al 2005; Tiezzi et al 2012; Mokhtari et al 2015; VanRaden et al 2004).

A facilidade de parto e o índice de natimortos, apresentaram correlações de baixa a média magnitude e negativos, com as características de conformação. Para facilidade de parto, os maiores coeficientes encontrados foram entre as características de úbere, que variaram de -0,17 para comprimento de tetos posterior a -0,38 para inserção anterior de úbere e profundidade de úbere, e para locomoção, os valores variaram de -0,25 para ângulo de casco a -0,36 para escore de pernas e pés. Menores valores foram encontrados para estatura (-0,20) e angulosidade (-0,12).

Em relação ao índice de natimortos, foram encontradas correlações fracas e negativas entre as características de conformação, sendo que os maiores valores foram para escore de pernas e pés e pernas vista posterior (-0,26 e -0,23, respectivamente). Estes resultados indicam que animais com melhor conformação de úbere, mais angulosos e com melhor escore de pernas e pés tendem a apresentar menor taxa de natimortos. Além disso, espera-se que animais com maior dificuldade de parto apresentem maior risco de bezerros nascidos mortos.

Isto pode ser observado mediante as correlações encontradas entre as características de habilidade leiteira e conformação de úbere, a qual, animais com melhor conformação para produção, tendem a apresentar fertilidade reduzida. Além disso, estas características tendem a apresentar forte influência do ambiente, neste caso, a seleção pela observação do desempenho reprodutivo dos animais é a maneira mais eficiente para melhorar, diretamente, a fertilidade do rebanho (Jamrozik et al 2005).

Em relação a vida produtiva, as correlações entre GPTAs das características de composição corporal, foram de baixa magnitude e negativas (-0,12 a -0,35), assim como para comprimento de tetos (-0,22). Em relação às características de úbere, pernas e pés, as correlações encontradas foram de baixa a média magnitude e positivas, onde profundidade de úbere, foi a característica que obteve o maior coeficiente de correlação (0,44). Wall et al (2003), sugeriram que a melhoria da vida produtiva/longevidade dos animais, poderia melhorar sua fertilidade, de forma a reduzir o intervalo entre partos, número de inseminações por parto e dias para a primeira inseminação. Pérez-Cabal et al (2006) encontraram pouco efeito das características de pernas e pés sobre a longevidade dos animais, com variação de -0,10 a 0,05 entre as características.

Estes resultados indicam que animais com maior vida produtiva são aqueles com menor estatura, abertura de peito e menor habilidade leiteira. Além disso, possuem úbere melhor conformado, mais largo, melhor inserido, mais alto e profundo e possuem melhor locomoção e conformação de pernas e pés.

Haplótipos para doenças genéticas

Com o avanço nas técnicas de genotipagem e avaliação genômica dos animais, é possível selecionar os touros com base nas informações de portabilidade das doenças, devido a compra de material genético importado. Os distúrbios genéticos conhecidos em bovinos são causados principalmente por genes autossômicos recessivos, geneticamente herdados e expressos fenotipicamente, na grande maioria, em homozigose (Meydan et al 2010). Estas doenças podem causar malformações do feto e redução do desempenho reprodutivo (Latter et al 2006).

Não foram encontradas fêmeas portadoras de haplótipos para Cndrodysplasia, Citrulinemia, DUMPS e Fator XI (Tabela 6). A Brachyspina foi a doença que apresentou maior frequência de animais portadores, na qual, 30 vacas de um total de 391 (7,67% da população), seguida da CVM, que apresentou 24 animais portadores (6,14%). Para BLAD, quatro animais apresentaram portabilidade (1,03%), seguido da HCD na qual, de 337 animais avaliados 1,28% foram identificados como portadores e 0,26% como suspeito de portabilidade. Adicionalmente, foram identificados cinco haplótipos para a raça Holandês, a qual, HH1 foi o haplótipo com maior frequência, seguido do HH5 e HH3 (22, 17 e 10 animais portadores, respectivamente) e em menor frequência, HH4 e HH2, com aproximadamente 0,51% e 0,26%, respectivamente.

Tabela 6. Frequências de haplótipos para doenças em fêmeas da raça Holandês pertencentes a rebanhos da região Oeste de Santa Catarina

Doença	Número de Observações	Número de portadores	Frequência de portadores (%)
Condrodisplasia	325	0	0
Citrulinemia	391	0	0
DUMPS	391	0	0
Fator XI	391	0	0
CVM	391	24	6,14
Brachyspina	391	30	7,67
BLAD	390	4	1,03
HCD	337	1* 5	1,28
HH1	337	3* 1	0,26
HH2	391	22	5,63
HH3	391	1	0,26
HH4	391	10	2,56
HH5	391	2	0,51
	391	17	4,35

1*Portador; 3* Portador suspeito – origem do haplótipo não pode ser confirmado pelo pedigree

Neste estudo, não foram identificados animais portadores de haplótipos para Condrodisplasia, Citrulinemia, DUMPS e Deficiência de Fator XI. Latter et al., (2006) relataram a ocorrência de condrodisplasia em bovinos da raça Angus no norte de New South Wales e no Brasil foi relatada a presença de animais portadores desta doença no Rio Grande do Sul, identificados em bovinos da raça Jersey, Shorthorn e búfalos Murrah (Coelho et al 2013).

A Citrulinemia foi identificada em população australiana de gado Holandês-Friesian (Winderson & Aerholm, 2009), em um touro da raça holandesa nos Estados Unidos (Robinson et al 1993) e em 0,23% de uma população de 868 touros holandeses na China e, nesta mesma população, relataram a presença de aproximadamente 0,12% de animais portadores de DUMPS (Sun et al 2011). Para a deficiência do Fator XI, Meydan et al (2010), identificaram 1,2% de animais portadores, do total de 350 vacas da raça Holandês na Turquia. No Brasil, não há relatos científicos sobre a portabilidade de haplótipos para Citrulinemia, DUMPS e Deficiência de Fator XI, nos rebanhos leiteiros.

Neste estudo, a maior frequência de fêmeas portadoras foi para CVM e Brachyspina (BS) (6,14% e 7,67%, respectivamente). A BS já foi relatada em outros países, tais como Itália (Testoni et al 2008), China (Fang et al 2013), Holanda e Dinamarca (Agerholm & Peperkam 2007) e a CVM foi identificada em rebanhos da China, Turquia, Suíça e Dinamarca (Sun et al 2011; Meydan et al 2010).

No Brasil, foi identificada a presença de portadores de CVM (1,53%) em animais da raça Girolando (Paiva et al 2013), diferentemente para BS, que não há relatos científicos sobre a portabilidade em rebanhos brasileiros. Estas duas doenças possuem sintomas e aspectos fenotípicos semelhantes, com ocorrência de aborto ao longo da gestão e malformações congênicas do feto. Desta forma, é importante que os produtores de leite da região devem estar atentos para a seleção das fêmeas, para evitar a disseminação da CVM e BS e reduzir a frequências de portadores.

No Brasil, foi identificada a portabilidade Paiva et al (2013), identificaram uma menor frequência de portadores do que desse estudo para BLAD (0,77%). Ribeiro et al (2000), em uma população de 88 vacas da raça Holandês, encontraram frequência de 5,7% de portadoras de BLAD. Para HCD não há relatos científicos de animais portadores para esta doença no Brasil, no entanto, em outros países já foram identificadas frequências maiores que as encontradas neste estudo, como por exemplo na Alemanha, reportado por Kipp et al (2016), com valor aproximado de 4,2% de portadores da raça Holandês.

Sun et al (2011) relataram uma frequência semelhante à deste estudo para BLAD, em uma população chinesa de reprodutores da raça Holandês (aproximadamente 1,38% de portadores). Também foi relatado casos de portadores na Turquia com 4,0% de portadores (Meydan et al 2010) e nos Estados Unidos, com alto percentual de animais portadores entre touros (15%) e vacas (6%) (Shuster et al 1992).

Além das doenças genéticas conhecidas pela redução da fertilidade, alguns autores encontraram haplótipos recessivos associados, principalmente, perdas embrionárias e aborto em vacas leiteiras homocigotas, aos 60 a 180 dias após inseminação (Norman et al 2012). Estes foram denominados como HH1, HH2, HH3, HH4 e HH5, descobertos na raça Holandês por VanRaden et al (2011) e Fritz et al (2013).

Neste estudo foi identificada a presença dos cinco haplótipos na população, com maior frequência de animais portadores para HH1, HH2, HH3 e HH5. O efeito destes haplótipos é importante economicamente e relatos científicos apontam não haver diferença fenotípica entre portadores e não portadores. Além disso, relatados científicos mostram possíveis reduções nos valores genômicos de efeito direto para as características de produção de leite e sólidos e redução da longevidade, além do decréscimo da taxa de prenhez das filhas e concepção de novilhas e vacas (Cole et al 2016).

Estes resultados implicam não só nas perdas reprodutivas e produtivas dos rebanhos, mas afetam diretamente a economia da produção, devido ao aumento dos custos no manejo reprodutivo do rebanho (Cole et al 2016). Além disso, conhecer geneticamente os rebanhos leiteiros, em especial, a presença de portadores de doenças, pode impedir que ocorram acasalamentos recessivos (Cole et al 2016). Contudo, em populações em que não se conhece o genoma, a seleção das fêmeas pode ser feita por meio da escolha dos melhores fenótipos para fertilidade e os touros de acordo com o desempenho produtivo, reduzindo assim, o impacto dos efeitos destes distúrbios genéticos e permitindo que ocorra progresso genético.

No Brasil, não há relatos científicos sobre a portabilidade destes haplótipos recessivos, o que contribui, ainda mais, para que os resultados encontrados neste estudo sejam relevantes para a seleção dos animais, principalmente para o Oeste de Santa Catarina.

Conclusão

- O rebanho de fêmeas da região Oeste do estado de Santa Catarina, apresenta um perfil genotípico de proteínas e propriedades tecnológicas interessante para a produção de derivados lácteos, devido à presença em maior frequência de alelos e genótipos associados a maior capacidade de rendimento industrial e produção de leite.
- há presença de animais portadores para algumas doenças genéticas, estas, podem estar associadas a redução da fertilidade e da produção de leite.
- Estas informações podem ser utilizadas como critério de seleção dos animais, para que a frequência de animais portadores seja reduzida e os haplótipos recessivos não sejam transmitidas às gerações futuras.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001 e Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina (FAPESC). Os autores também agradecem a DNA Genética do Comércio do Brasil pelo fornecimento do banco de dados.

Referências

- Agerholm J and Peperkamp K 2007** Familiar occurrence of Danish and Dutch cases of the bovine brachyspina syndrome. BMC Veterinary Research, 3(8). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1876211/>
- Berry D P, Buckley F, Dillon P, Evans R D and Veerkamp R F 2004** Genetic relationships among linear type traits, milk yield, body weight, fertility and somatic cell count in primiparous dairy cows. Irish Journal of Agricultural and Food Research, 43, 161-176.
- Bohlouli M, Alijani S and Varposhti R M 2015** Genetic relationships among linear type traits and milk production traits of Holstein dairy cattle. Annals of Animal Science, 15(4), 903-917. <https://content.sciendo.com/view/journals/aoas/15/4/article-p903.xml>
- Boligon AA, Rorato NR R, Ferreira B B G, Weber T, Kippert J C and Andreazza J 2005** Herdabilidade e tendência genética para as produções de leite e de gordura em rebanhos da raça holandês no estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia, 34(5), 1512-1518. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982005000500011
- Campos R V, Cobuci JA, Kern E L, Costa C N and McManus C M 2015** Genetic parameters for linear type traits and milk, fat and protein production in Holstein cows in Brazil. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 28(4), 476-484. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25656190>
- CDCB-USDA** The Council on Dairy Cattle Breeding. December 2017 elite cow and heifer statistics. <https://queries.uscdcb.com/eval/summary/elitestat.cfm>
- Coelho A C B, Marcolongo-Pereira C, Soares M P, Quevedo P S, Riet-Correa F, and Schild A L 2013** Condrodisplasia em bovinos do Sul do Rio Grande do Sul. Pesquisa Veterinária Brasileira, 33(10), 1195-1200.
- Cucco D C, Pilonetto F, Calgareo J T, Capelesso A, Ticiani E, Gaya L G, Soares M P and Zampar A 2017** Estudo das correlações entre as PTAs (capacidade prevista de transmissão) de touros da raça Holandês com avaliação genética disponíveis no Brasil: características de produção, reprodução e conformação. Livestock Research for Rural Development, 29(1). <http://www.lrrd.org/lrrd29/1/cucco29001.html>
- DeGroot B J, Keown J F, Van Vleck L D and Marotz E L 2002** Genetic parameters and responses of linear type, yield traits, and somatic cell scores to divergent selection for predicted transmitting ability for type in Holstein. Journal Dairy Science, 85, 1578-1585. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030202742276?via%3Dihub>
- Esteves A M C, Bergmann J A G, Durães M C, Costa C N and Silva H M 2004** Correlações genéticas e fenotípicas entre características de tipo e produção de leite em bovinos da raça Holandesa. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, 56(4), 529-535 <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v56n4/21991.pdf>
- Fang L, Li Y, Shang Y, Sun D, Liu L, Zhang Y and Zhang S 2013** Identification of brachyspina syndrome carriers in Chinese Holstein cattle. Journal of Veterinary Diagnostic, 25(4), 508-510. https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1040638713488387?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rft_dat=cr_pub%3Dpubmed
- Fritz S, Capitain A, Djari A, Rodriguez S C, Barbat A, Baur A, Grohs C, Weiss B, Boussaha M, Esquerré D, Klopp C, Rocha D and Boichard D 2013** Detection of haplotypes associated with prenatal death in dairy cattle and identification of deleterious mutation in GART, SHBG and SLC37A2. Plos One, 8(6), 1-8.
- Gibson K D and Dechow C D 2017** Genetic parameters for yield, fitness, and type traits in US Brown Swiss dairy cattle. Journal of Dairy Science, 101, 1-7. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(17\)31089-5/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(17)31089-5/pdf)
- González-Recio O and Alenda R 2005** Genetic parameters for female fertility traits and a fertility index in Spanish Dairy Cattle. Journal of Dairy Science, 88, 3282-3289. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030205730113?via%3Dihub>
- Harris B L and Freeman A E 1992** Genetic and phenotypic parameters for type and production in Guernsey dairy cows. Genetic parameters for yield, fitness, and type traits in US Brown Swiss dairy cattle, 75, 1147-1153 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030292778606?via%3Dihub>
- Hoekstra J, van der Lugt A W, Van Der Werf J H J and Ouweltjes W 1994** Genetic and phenotypic parameters for milk production and fertility traits in upgraded dairy cattle. Livestock Production Science, 40, 225-232. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301622694900906?via%3Dihub>

- Jamrozik J, Fatehi J, Kistemaker G J and Shcaeffler L R 2005** Estimates of genetic parameters for Canadian Holstein female reproduction traits. *Journal of Dairy Science*, 88, 2199-2208. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030205728952?via%3Dihub>
- Kipp S, Segelk D, Schierenbeck S, Reinhardt F, Reents R, Wurmser C, Pausch H, Fries R, Thaller G, Tetens J, Pott J, Haas D, Raddarz B B, Hewicker-Trautwein M, Proios I, Schmicke M and Grunberg W 2016** Identification of a haplotype associated with cholesterol deficiency and increased juvenile mortality in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 99, 8915-8931.
- Latter M R, Latter B D, Wilkins J F and Windsor P A 2006** Inheritance of proportionate dwarfism in Angus cattle. *Australian Veterinary Journal*. *Australian Veterinary Journal*, 84(4), 122-128.
- Madrid S and Echeverri J 2014** Association between conformation traits and productive performance in Holstein cows in the department of Antioquia, Colombia. *Veterinaria y Zootecnia*, 8(1), 35-47. <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v8n1a03.pdf>
- Meydan H, Yildiz M A and Agerholm J S 2010** Screening for bovine leukocyte adhesion deficiency, deficiency of uridine monophosphate synthase, complex vertebral malformation, bovine citrullinaemia, and factor XI deficiency in Holstein cows reared in Turkey. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 52(56), 1-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2959049/>
- Misztal I, Lawlor T J, Short T H and VanRaden P M 1992** Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model. *Journal of Dairy Science*, 75, 544-551. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(92\)77791-1/abstract](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(92)77791-1/abstract)
- Mokhtari M S, Moradi Shahrabak M, Nejati Javaremi A and Rosa G J M 2015** Genetic relationship between heifers and cows fertility and milk yield traits in first-parity Iranian Holstein dairy cows. *Livestock Science*, 182, 76-82. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141315300263>
- Montaldo H H, Castillo-Juárez H, Valencia-Posadas M, Cienfuegos-Rivas E G and Ruiz-López F J 2010** Genetic and environmental parameters for milk production, udder health, and fertility traits in Mexican Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93(5), 2168-2175. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20412932>
- Norman H D, Miller R H, Wright J R, Hutchison J L and Olson K M 2012** Factors associated with frequency of abortions recorded through Dairy Herd Improvement test plans. *Journal of Dairy Science*, 95, 4074-4084.
- Paiva D S, Fonseca I, Pinto I S B, Ianella P, Campos T A, Caetano A R, Paiva S R, Silva M V and Martins M F 2013** Incidence of bovine leukocyte adhesion deficiency, complex vertebral malformation, and deficiency of uridine-5-monophosphate synthase carriers in Brazilian Girolando cattle. *Genetics and Molecular Research*, 12(3), 3186-3192. <https://www.geneticsmr.com/articles/2377>
- Penev T, Marinov I, Gergovska Z, Mitev J, Miteva T, Dimov D and Binev R 2017** Linear type traits for feet and legs, their relation to health traits connected with them, and with productive and reproductive traits in dairy cows. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23(3), 467-475.
- Pereira R J, Ayres D R, Faro L E, Filho A E V, Verneque R da S and Albuquerque L G de 2013** Genetic parameters for production traits of dairy Gyr (*Bos indicus*) × Holstein cattle estimated with a random regression model. *Livestock Science*, 158(1-3), 24-31. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141313004174>
- Pérez-Cabal M A, García C, González-Recio O and Alenda R 2006** Genetic and phenotypic relationships among locomotion type traits, profit, production, longevity, and fertility in spanish dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(5), 1776-1783. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030206722469?via%3Dihub>
- Pryce J E, Royal M D, Garnsworthy P C and Mao I L 2004** Fertility in the high-producing dairy cow. *Livestock Production Science*, 86, 125-135. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622603001453>
- Rennó F P, Vieira de Araújo C, Pereira J C, de Freitas M S, Torres R A, Navajas Rennó L, Azevêdo J A G and Kaiser F R 2003** Correlações genéticas e fenotípicas entre características de conformação e produção de leite em bovinos da raça Pardo-Suíça no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(6), 1419-1430. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151635982003000600017&script=sci_abstract&tlng=pt
- Ribeiro LA, Baron E E, Martinez M L and Coutinho L L 2000** PCR screening and allele frequency estimation of bovine leukocyte adhesion deficiency in Holstein and Gir cattle in Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, 23(4) 831-834
- Robinson J L, Burns J L, Magura C E and Shanks R D 1993** Low incidence of citrullinemia carriers among dairy cattle of the United States. *Journal of Dairy Science*, 76, 853-858
- Sneddon N, Lopez-Villalobos N, Davis S, Hickson R and Shalloo L 2015** Genetic parameters for milk components including lactose from test day records in the New Zealand dairy herd. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 58(2), 97-107. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00288233.2014.978482>
- Sun D X, Fan X H, Xie Y, Chu Q, Sun Y, Zhang Y, Zhang S L, Gong W J, Chen S H, Li Y H and Zhang Y 2011** Short communication: Distribution of recessive genetic defect carriers in chinese Holstein. *Journal of Dairy Science*, 94, 5695-5698.
- Testoni S, Diana A, Olzi E and Gentile A 2008** Brachyspina syndrome in two Holstein Calves. *The Veterinary Journal*, 177, 144-146. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023307001177?via%3Dihub>
- Tiezzi F, Maltecca C, Cecchinato A, Penasa M and Bittante G 2012** Genetic parameters for fertility of dairy heifers and cows at different parities and relationships with production traits in first lactation. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7355-7362. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030212007588?via%3Dihub>
- VanRaden P M, Sanders A H, Tooker M E, Miller R H, Norman H D, Kuhn M T and Wiggans G R 2004** Development of a National Genetic Evaluation for Cow Fertility. *Journal of Dairy Science*, 87(7), 2285-2292, 2004. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030204700491?via%3Dihub>
- VanRaden P M, Olson K M, Null D J, Hutchison J L 2011** Harmful recessive effects on fertility detected by absence of homozygous haplotypes. *Journal of Dairy Science*, 94, 6153-6161.
- Wall E, Brotherstone S, Woolliams J A, Banos G, Coffey M P 2003** Genetic Evaluation of Fertility Using Direct and Correlated Traits. *Journal of Dairy Science*, 86(12), 4093-4102. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030203740235?via%3Dihub>
- Wasana N, Cho GH, Park SB, Kim SD, Choi JG, Park BH, Park CH and Do CH 2015** Genetic relationship of productive life, production and type traits of Korean Holstein at early lactations. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(9), 1259-1265.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4554865/>

Windsor PA and Agerholm J S 2009 Inherited diseases of Australian Holstein-Friesian cattle. Australian Veterinary Journal, 87(5), 193-199.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1751-0813.2009.00422.x>

Received 16 August 2019; Accepted 6 November 2019; Published 2 December 2019

[Go to top](#)