

**Perfil genético de vacas Holandesas para caseínas e lactoglobulina do leite e a associação genética entre produção de leite e sólidos**

Fabrizio Pilonetto<sup>1\*</sup>, Aline Zampar<sup>2</sup>, Diego de Córdova Cucco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

<sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC Oeste, Chapecó, SC.

\*Autor correspondente: fpilonetto@usp.br

**Resumo:** A genotipagem em bovinos leiteiros expandiu os estudos genéticos a um nível molecular, com aumento da assertividade na seleção dos animais com maior potencial genético. Objetivou-se explorar o perfil genético de vacas da raça Holandesa para as proteínas caseína e lactoglobulina e ainda a associação entre as características de produção de leite, sólidos. O genótipo AA apresentou a maior frequência para caseínas I e II, e para  $\alpha$ -s1-CN e  $\beta$ -LG, o genótipo BB e AB foram os frequentes, respectivamente. As correlações entre GPTA, foi marcada pelo antagonismo entre o volume de leite e concentração de gordura e proteína, no entanto, foram encontradas correlações importantes entre o volume e concentração de sólidos, que variaram de 0,15 a 0,64. Desta forma, unir as informações genéticas na seleção para teor de sólidos em animais tipo AB e BB para caseínas, pode promover progresso genético na produção de leite com melhor propriedade tecnológica para a produção de derivados lácteos.

**Palavras-chave:** correlação, GPTA, leite bovino, sólidos do leite.

**Genetic profile of Holstein cows for milk caseins and lactoglobulin and genetic association between milk production and solids**

**Abstract:** Genotyping in dairy cattle expanded the genetic studies to a molecular level, increasing the assertiveness in the selection of animals with high genetic potential. The aim was to explore the genetic profile of Holstein cows for milk proteins (casein and lactoglobulin) and the association between milk production and solids traits. The genotype AA showed the highest frequency for caseins I and II, and for  $\alpha$ -s1-CN and  $\beta$ -LG, genotype BB and AB were the frequencies, respectively. The correlations between GPTA were marked by the antagonism between milk volume and fat and protein concentration, however, important correlations were found between volume and solids concentration ranging from 0.15 to 0.64. Thus, to unite the genetic information in the selection for solids content in animals type AB and BB for caseins, can promote genetic progress in the production of milk with technological properties for the production of dairy products.

**Keywords:** correlation, GPTA, milk, milk solids.

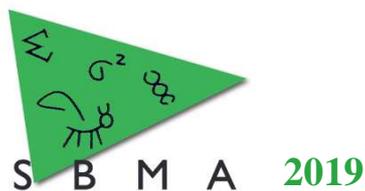
**Introdução**

Ao considerar a importância da produção de leite para as propriedades rurais e a indústria leiteira do país, é essencial que a etapa de seleção dos animais seja feita de forma a contribuir para as melhorias na qualidade do leite e de seus constituintes. Na medida em que os estudos genéticos avançam, tecnologias e metodologias são implementadas para auxiliar na seleção dos animais, e quando disponíveis, tornam-se ferramentas poderosas na promoção do progresso genético.

Atualmente, a seleção dos touros é feita muitas vezes com base nas informações de GPTA, (*Genomic Predicted Transmitting Ability*), sendo que para as fêmeas, esta informação se torna subjacente na seleção. Diante disso, o objetivo deste estudo foi explorar o perfil genético de vacas da raça holandesa para as características de produção de leite, gordura e proteína, por meio das informações de GPTA. Além disso, foi realizado um estudo exploratório para os genótipos das principais proteínas do leite (caseína e lactoglobulina).

**Material e Métodos**

Foram utilizadas informações genéticas de 391 vacas da raça Holandesas, nascidas entre 2008 e 2015, pertencentes a 30 propriedades da região Oeste de Santa Catarina. Foi realizada a coleta de amostras



de pêlo da cauda e encaminhadas para genotipagem com um painel de 12k (Clarifide® milk). As frequências genotípicas foram calculadas por contagem direta para  $\kappa$ -caseína I, II ( $\kappa$ -CN I e II),  $\alpha$ -s1-caseína ( $\alpha$ -s1-CN) e  $\beta$ -lactoglobulina ( $\beta$ -LG), posteriormente foi verificado se a população estava em equilíbrio de Hardy-Weinberg (EHW) pelo teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ), calculado pelo programa estatístico RStudio® versão 1.0.136 para cada característica em questão. Também foram calculadas as correlações entre GPTA para as características de produção de leite (libra), gordura e proteína (libra e %).

### Resultados e Discussão

Para  $\kappa$ -caseína I, o genótipo AA foi o mais frequente na população (56,77%), seguido por AB e BB. Para a  $\kappa$ -caseína II, a maior frequência também foi para AA (80,36%), seguida por menores valores para AB e BB (Tabela 1). A presença de genótipos associados ao alelo B da  $\kappa$ -CN, sugere que esta população apresenta potencial genético para produzir leite com maior rendimento proteico, que é desejável pela indústria, pois resultará em maior e melhor taxa de coagulação do leite, que aumentará o rendimento na fabricação de derivados lácteos (Perna et al., 2016).

Para  $\alpha$ -s1-CN foram encontrados três alelos (A, B e C), com maior frequência para genótipo BB (80,26%), e para  $\beta$ -LG foi encontrada maior frequência para AB (47,15%). Gustavsson et al. (2014) relataram frequência semelhante para genótipos BB e associaram ao maior rendimento lácteo para a fabricação de queijos. Hallén et al. (2008), relataram que animais homocigotos BB apresentam menor conteúdo de  $\beta$ -LG que heterocigotos. Estes resultados sugerem que a seleção de animais BB para  $\alpha$ -s1-CN e AB para o  $\beta$ -LG, pode melhorar as taxas proteicas do leite, adequado para a produção de queijo, por exemplo. Além disso, estudos sugerem que a seleção de animais para  $\beta$ -LG pode ser feita de acordo com o interesse do produtor, uma vez que animais heterocigotos AB para  $\beta$ -LG podem apresentar maior teor de proteína no leite (Bedere & Bovenhuis, 2017).

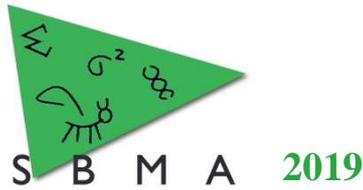
Tabela 1. Frequência genotípica para proteínas do leite em vacas da raça Holandesa.

Proteína	Frequência Genotípica			Frequência Alélica	$\chi^2$
	Genótipo	Observações	%		
$\kappa$ -casein I	AA	218	56.77	A 0.767 B 0.233	5.035*
	AB	153	39.84		
	BB	13	3.39		
$\kappa$ -casein II	AA	270	80.36	A 0.899 B 0.101	0.747 <sup>NS</sup>
	AB	64	19.05		
	BB	2	0.59		
$\alpha$ -s1-casein	AA	37	9.49	A 0.115 B 0.853 C 0.031	246.520**
	AB	16	4.10		
	BB	313	80.26		
	BC	24	6.15		
$\beta$ -lactoglobulin	AA	88	22.80	A 0.464 B 0.536	0.884 <sup>NS</sup>
	AB	182	47.15		
	BB	116	3.05		

NS: não significativo; \*\*: altamente significativo ( $P < 0.005$ ); \*: significativo ( $P < 0.05$ );  $\chi^2$ : Qui-quadrado.

Em relação ao Equilíbrio de Hardy-Weinberg, a  $\kappa$ -caseína II e a  $\beta$ -lactoglobulina se encontram em equilíbrio gênico, isto sugere que não houve processo de seleção para estas proteínas, o que é esperado, pois no Brasil não é comum a seleção para estas variantes proteicas. Além disso, o alelo A de  $\kappa$ -CN II e o  $\alpha$ -s1-CN B estão próximos da fixação e pode ser difícil alterar sua frequência na população (Oner e Elmaci 2006). Contudo, as frequências de  $\beta$ -LG e  $\kappa$ -CN I podem ser mais facilmente alteradas devido a sua maior distribuição na população. Esta informação pode contribuir para a seleção dos animais, devido à importância que o alelo B de  $\beta$ -LG e  $\kappa$ -CN tem sobre a concentração proteica e capacidade de produção na fabricação de laticínios, principalmente queijo (Perna et al. 2016).

É importante conhecer as associações genéticas entre as características produtivas. Neste estudo, foram encontradas correlações genéticas de média a alta magnitude e positivas entre GPTA de produção de leite e volume de gordura (0,37) e proteína (0,79), e negativas com a produção de leite e concentração



XIII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal  
Salvador, BA – 17 e 18 de junho de 2019

destes sólidos (-0,54 e -0,48, respectivamente) (Tabela 2). Cucco et al., (2017), encontraram correlação entre PTA para produção de leite e volume de gordura de 0,80 e de 0,53 para proteína, e associações negativas entre o volume de leite a concentração de gordura (-0,43) e proteína (-0,40). Assim, espera-se que a seleção das fêmeas para o aumento do volume de leite, contribua para o aumento das quantidades de sólidos, no entanto, com redução na concentração destes.

Tabela 2. Correlações entre GPTA para a produção de leite (libra), gordura e proteína (libra e teor).

Produção	Produção de leite (lb)	Gordura (lb)	Proteína (lb)	Gordura (%)
Gordura (lb)	0,37 (0,0001)			
Proteína (lb)	0,79 (0,0001)	0,59 (0,0001)		
Gordura (%)	-0,54 (0,0001)	0,58 (0,0001)	-0,17 (0,0013)	
Proteína (%)	-0,48 (0,0001)	0,24 (0,0001)	0,15 (0,0028)	0,64 (0,0001)

Por outro lado, o volume de gordura foi moderadamente correlacionado com volume de proteína (0,59) e percentual de gordura (0,58), e fracamente associado com a concentração de proteína (0,24). Para volume de proteína e teor de gordura, a correlação foi negativa (-0,17) que, embora de baixa magnitude, implica na redução da concentração de gordura ao selecionar para proteína. No entanto, pode-se esperar que a seleção para o teor de gordura contribua com o aumento do percentual de proteína do leite (Cucco et al., 2017).

### Conclusão

A presença dos genótipos AB e BB para caseínas e  $\beta$ -LG, indicam um perfil genético interessante para a produção de derivados lácteos. É possível que esta população tenha passado por um processo evolutivo para  $\kappa$ -caseína I e  $\alpha$ -s1-caseína, muito provavelmente pela importação de material genético de touros. Por outro lado, é preciso atentar na seleção dos animais para  $\kappa$ -CN II e  $\beta$ -LG, devido ao alelo A estar próximo da fixação, que não é interessante para estas variantes. Adicionalmente, a seleção para volume e teor de gordura é o mais indicado para melhorar a qualidade sólida do leite, devido associação favorável entre elas. Desta forma, unir a seleção para teor de sólidos em animais tipo AB e BB para caseínas, pode promover progresso genético na produção de leite com propriedades tecnológicas para a produção de derivados lácteos.

### Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001, e a DNA Genética do Brasil Comércio LTDA pelo fornecimento do banco de dados.

### Literatura citada

- Bedere N. & Bovenhuis H. 2017. Characterizing a region on BTA11 affecting  $\beta$ -lactoglobulin content of milk using high-density genotyping and haplotype grouping. **BMC Genetics**, 18, 2-9.
- Cucco D.C., Pilonetto F., Calgaro J. T., Capelesso A., Ticiani E., Gaya L.G., Soares M.P. & 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.
- Gustavsson F., Buitnhuis A.J., Johansson M., Johansson M., Bertelsen H.P., Glantz M., Poulsen N.A., Lindmark Mansson H., Stalhammar H., Larsen L.B., Bendixen C., Paulsson M. & Andrén A. 2014. Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, 97, 3866-3877.
- Hallén E., Wedholm A., Andre A. & Lund A. 2008. Effect of b-casein, j-casein and b-lactoglobulin genotypes on concentration of milk protein variants. **Journal of Animal Breeding and Genetic**, 125, 119-129.
- Oner Y. & Elmaci C. 2006. Milk protein polymorphisms in Holstein cattle. **International Journal of Dairy Technology**, 59, 3, 180-182.
- Perna A., Intaglietta I., Gambocorta E. & Simonetti A. 2016. The influence of casein haplotypes on quality, coagulation, and yield traits of milk from Italian Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, 99, 3288-3294.