

UPC

Adipon Brain / Nota Técnica



45ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia

Lavras, MG - UFLA - 22 a 25 de julho de 2008

SBZ2008

Lavras-MG

Variabilidade genética nos locos da κ -caseína e da β -lactoglobulina e sua associação a características produtivas na raça Guzera selecionada para leite

Raphael Steinberg da Silva^{1a}, Marco Antônio Machado², Maria Gabriela Campolina Diniz Peixoto², Rui da Silva Verneque², Roberto Luiz Teodoro², Marlene de Miranda¹, Maria Raquel Santos Carvalho¹

^{1a} Aluno de iniciação científica - UFMG. Bolsista da FAPEMIG. e-mail: raphaelss@ufmg.br

¹ Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas - UFMG. e-mail: mraquel@icb.ufmg.br

² Embrapa Gado de Leite - Juiz de Fora. e-mail: gaby@cnpq.embrapa.br

Resumo: Polimorfismos nos genes κ -caseína e β -lactoglobulina têm sido associados à variação em parâmetros de produção de leite. O alelo B da κ -caseína é associado a aumentos na quantidade e na concentração de proteína no leite, e no rendimento da produção de queijo. O alelo A da β -lactoglobulina está associado a aumentos na produção de leite, no teor de proteína e redução na concentração de caseína enquanto o alelo B está associado a aumentos na quantidade de caseínas e no rendimento da produção de queijo. Neste trabalho foram genotipados animais pertencentes ao núcleo MOET Guzera de seleção para leite com o intuito de validar a associação desses polimorfismos com traços de produção leiteira. Em 169 animais genotipados, foi encontrado o alelo B na frequência de 0,15, para a κ -caseína, e 0,80, para a β -lactoglobulina. A análise de variância utilizou dados de famílias de irmãos completos e meio-irmãos dos reprodutores do núcleo MOET, sob modelo de substituição gênica. Os resultados sugerem a associação do polimorfismo da κ -caseína com os valores genéticos para produção de leite, gordura e proteína, com efeito superior do genótipo AA sobre o AB ($p < 0,0001$). Não foi detectada associação do polimorfismo da β -lactoglobulina com os valores genéticos para as características estudadas.

Palavras-chave: seleção assistida por marcadores, κ -caseína, β -lactoglobulina, Zebu, núcleo MOET.

Genetic variability in κ -casein and β -lactoglobulin loci and its effects on production traits in Guzera cattle under milk selection

Abstract: Polymorphisms in κ -casein and β -lactoglobulin genes have been associated with variation in the milk production parameters in *Bos taurus*. Allele B of κ -casein gene has been associated to increases in milk protein quantity and concentration and in cheese yield. For β -lactoglobulin, allele B is associated with increases in casein quantity and in cheese-production income, while the allele A is associated with increases in milk production and protein content, and a reduction in casein concentration. In this study, animals belonging to the Guzera MOET nucleus under milk selection were genotyped in order to measure the association of these polymorphisms with milk production traits. In 169 animals, it was found an allele B frequency of 0.15 for κ -casein and 0.80 for β -lactoglobulin. The analysis of variance using within-family data pointed out the association of κ -casein polymorphism with the breeding values for milk, fat and protein, standing out the genotypic superiority of AA over AB ($p < 0.0001$). There was no association of β -lactoglobulin polymorphism with breeding values for any of the traits studied.

Keywords: marker-assisted selection, κ -casein, β -lactoglobulin, Zebu, MOET nucleus

Introdução

Estudos em diferentes raças e regiões do mundo têm encontrado associação entre polimorfismos genéticos de proteínas do leite e características de produção, composição e propriedades industriais do leite. À indústria de laticínios interessa incrementar o teor de gordura e proteína no leite, visando aumentar o rendimento na produção de queijo, relacionado às características da coagulação do leite (tempo de coagulação e firmeza do coágulo).

A κ -caseína é uma das proteínas coaguláveis do leite e atua na estabilização das micelas de caseína em solução. Onze variantes foram descritas para o loco da κ -caseína, sendo as variantes A e B as mais comuns nas populações bovinas. Em taurinos, a presença do alelo B da κ -caseína tem sido associada ao aumento da quantidade e concentração de proteína no leite (principalmente de caseínas), firmeza do coágulo produzido e redução do tempo de coagulação, resultando em aumento no rendimento da produção de queijo (Ng Kwai Hang e cols., 1986).

Outro polimorfismo com acentuada associação com a produção de leite é o do gene da β -lactoglobulina, a proteína mais abundante no soro do leite. Sete variantes foram descritas nesse gene,

SP 3978
p. 137

5
- 0 0
- 1 W
W 10
+ 2
0

sendo as variantes A e B as mais frequentes. O alelo A está relacionado ao aumento na produção de leite, aumento do teor de proteína e redução na concentração de caseína. O alelo B da β -lactoglobulina está associado ao aumento da quantidade de caseínas, retenção de maior quantidade de gordura no coágulo, aumento da estabilidade térmica do leite e maior conteúdo de matéria seca nos queijos, sendo, portanto, responsável por aumento no rendimento de produção de queijos (Molina, e cols., 2006).

A raça Guzerá é uma raça zebuína de dupla-aptidão provada (leite e carne), bem adaptada às condições climáticas e aos interesses dos sistemas de produção em Minas Gerais. Tendo em vista a tradição na produção de diferentes tipos de queijo no Estado, é de grande interesse o melhoramento do gado leiteiro não apenas para características produtivas, mas também para características relacionadas ao rendimento industrial de derivados do leite. Os estudos de associação de marcadores genéticos com as características leiteiras nas raças zebuínas ainda são escassos, portanto, é objetivo deste trabalho estudar a variação e o efeito dos polimorfismos genéticos da κ -caseína e da β -lactoglobulina sobre as características de produção de leite na raça Guzerá.

Material e Métodos

Foram genotipados 169 animais da raça Guzerá pertencentes ao Núcleo MOET aberto de seleção da raça Guzerá, incluindo os reprodutores e suas famílias de irmãs completas e meio-irmãs. Os dados de produção de leite, proteína e gordura foram aferidos por meio de controle leiteiro executado pelo Programa Nacional de Melhoramento do Guzerá para Leite, sob coordenação da EMBRAPA - Gado de Leite. O DNA genômico destes animais foi extraído pelo método proteinase K-fenol:clorofórmio, a partir de amostras de sangue e sêmen. Na genotipagem dos polimorfismos da κ -caseína e β -lactoglobulina, foi utilizada a técnica de PCR-RFLP usando as enzimas *HinfI* e *HaeIII*, respectivamente. As frequências genotípicas e alélicas foram calculadas e submetidas à análise do equilíbrio de Hardy-Weinberg usando o programa GenePOP. A estrutura das famílias de meios-irmãos e irmãos completos permitiu a realização do estudo de segregação e associação dentro de família de reprodutor (Peixoto, e cols., 2007). Os dados de produção de leite, proteína e gordura foram usados para a estimativa do valor genético dos animais e este dado foi utilizado nos estudos de associação. Para o estudo de associação, foi realizada uma análise de variância para dados desbalanceados, utilizando o procedimento GLM, disponível no pacote computacional SAS®. Como ambos os loci foram bi-alelicos, foi usado um modelo de substituição gênica (Israel & Weller, 2002). A análise de variância foi realizada sob o seguinte modelo geral: $y = Zu + e$, em que y é o vetor de observações individuais das variáveis; Z é a matriz de incidência dos efeitos aleatórios de reprodutor, que incluiu o efeito do marcador dentro de reprodutor, u é o vetor dos efeitos aleatórios e e o resíduo.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os valores de frequências alélicas e genotípicas observadas nos animais amostrados. As frequências alélicas para κ -caseína diferem daquelas descritas por Kemenes e colaboradores, 1996, que encontraram frequências de 0,08 e 0,66 para os alelos B da κ -caseína e da β -lactoglobulina, respectivamente na raça Guzerá. Porém, nossos resultados aproximam-se das daqueles observados por Silva e Del Lama, 1996, que encontraram os valores de 0,198 e 0,136, para as frequências dos alelos B da κ -caseína e β -lactoglobulina, respectivamente. Os valores das heterozigosidades observada e esperada foram compatíveis com a hipótese de equilíbrio de Hardy-Weinberg ($p > 0,05$). Como o programa de seleção para leite na raça Guzerá é recente (13 anos) e baseado na variação quantitativa, a seleção ainda não foi capaz de provocar mudanças nas frequências genotípicas e gênicas destes locos.

Tabela 1 Frequências alélicas, genotípicas e análise de equilíbrio de Hardy-Weinberg para os polimorfismos da κ -caseína e β -lactoglobulina nos animais MOET Guzerá

Polimorfismo	Frequência alélica		Frequência genotípica			Análise de equilíbrio de Hardy-Weinberg			
	A	B	AA	AB	BB	HO	HE	χ^2	p
K-caseína	0,85	0,15	0,71	0,278	0,012	0,278	0,255	0,2074	0,3787
B-lactoglobulina	0,20	0,80	0,03	0,34	0,63	0,34	0,32	0,125	0,6293

Na Tabela 2 são apresentados os resumos da análise de variância dos valores genéticos para produção de leite durante 305 dias de lactação (Vgl), quantidade de gordura (Vgg) e proteína no leite (Vgp) utilizados para verificar a associação ao polimorfismo da κ -caseína. Para todos os casos, foi detectada associação significativa do marcador ao valor genético ($p < 0,0001$).

Tabela 2 Resumo da análise de variância valores genéticos de produção de leite durante 305 dias de lactação, quantidade de gordura e proteína no leite para estudo da associação com o polimorfismo da κ -caseína

Fontes de variação	GL	Quadrados Mínimos	Pr>F
Valor genético para leite (kg)			
Reprodutor	21	218168,072	<0,0001*
Genótipo K-CS (Reprodutor)	13	52449,081	=0,0003*
Resíduo	73	14790,579	
Valor genético para gordura (kg)			
Reprodutor	21	462,1379	<0,0001*
Genótipo K-CS (Reprodutor)	13	104,7477	=0,0004*
Resíduo	73	30,5201	
Valor genético para proteína (kg)			
Reprodutor	21	219,8452	<0,0001*
Genótipo K-CS (Reprodutor)	13	49,7580	=0,0005*
Resíduo	73	14,9426	

Observação: * significativo ($p < 0,0001$).

A partir das médias ajustadas para Vgl, Vgg e Vgp dentro de cada família de reprodutor foi possível aferir a superioridade média de um genótipo sobre outro. Foi observado, que, em média, indivíduos com o genótipo AA da κ -caseína tem valor genético aditivo superior ao genótipo AB em 103,63kg para produção de leite, 4,19kg para produção de gordura e 2,88kg para produção de proteína. Este resultado sugere uma associação favorável entre o genótipo AA e as características produtivas, porém, recomenda-se cautela ao se tirar conclusões, uma vez que a frequência do genótipo AB é muito baixa na população e poucos indivíduos AB foram utilizados. Não foi detectada associação entre o polimorfismo da β -lactoglobulina e os valores genéticos de produção de leite em 305 dias de lactação, gordura e proteína no leite.

Conclusões

Os resultados observados aqui são diferentes dos descritos na literatura. Consequentemente, novos estudos devem ser conduzidos com um banco de dados mais amplo para confirmação dos resultados obtidos neste estudo.

Literatura citada

- ISRAEL, C.; WELLER, J. I. Estimation of quantitative trait loci effects in dairy cattle populations. *J. Dairy Sci.* v.85, p.1285-1297, 2002.
- KEMENES, P. A.; COUTINHO, L. L. Frequências dos Alelos "A" e "B" dos Genes de K-Caseína e β -Lactoglobulina Frenas Raças Holandesa, Nelore, Gir e Caracu. *Anais da XXXIII Reunião Anual da SBZ, Fortaleza* : SBZ, p 190-193, 1996.
- MOLINA, L. H.; BENAVIDES, T.; BRITO C.; CARRILLO, B.; and MOLINA, I. Relationship between A and B variants of κ -casein and β -lactoglobulin and coagulation properties of milk (Part II). *International Journal of Dairy Technology.* v.59, p.188-191, 2006.
- NG KWAI HANG, K.; HAYES, J.; MOXLEY, J.; AND MONARDES, H. Relationship between milk polymorphisms and major milk constituents in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science.* v.69, p.22-26, 1986.
- PEIXOTO, M. G. C. D.; MARTINEZ, M. L.; TEODORO, R. L.; CARVALHO, M. R. S.; MACHADO, M. A.; EUCLYDES, R. F.; GOMES, F. C.; VERNEQUE, R. S. Avaliação de metodologias para validação de QTL utilizando a estrutura de família de um núcleo Moet. Reunion de la Asociacion Latinoamericana de Produccion Animal. 20. 2007, *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* Vol 15 (Supl.1). Cusco, Perú. Alpa. 1p. 1 CD, 2007.
- SILVA, I. T.; e DEL LAMA, M. A. Milk protein polymorphisms in Brazilian Zebu cattle. *Brazilian Journal of Genetics.* v.20, p.625-630, 1997.