

Foto: Uadim Bispo

# Marcadores moleculares

## para o melhoramento genético do Guzerá para leite

Prof. Maria Raquel Santos Carvalho – Instituto de Ciências Biológicas da UFMG  
[mraquel@icb.ufmg.br](mailto:mraquel@icb.ufmg.br)

Dra. Maria Gabriela Campolina Diniz Peixoto – Embrapa Gado de Leite  
[gaby@cnpgl.embrapa.br](mailto:gaby@cnpgl.embrapa.br)

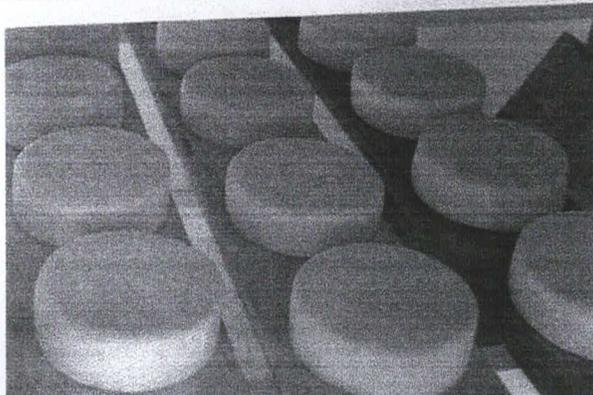
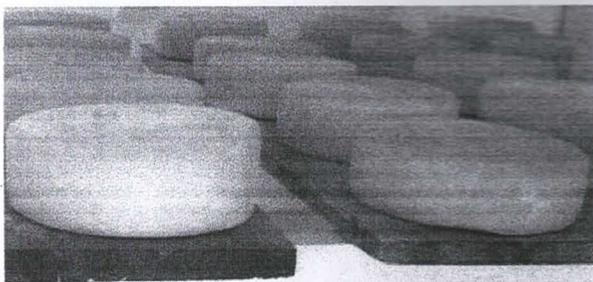
Dr. Marco Antônio Machado – Embrapa Gado de Leite  
[machado@cnpgl.embrapa.br](mailto:machado@cnpgl.embrapa.br)

Os marcadores moleculares são indicadores das variações (polimorfismo) presentes nos genes que estão localizados nas moléculas de DNA (cromossomos) que os animais herdam do pai e da mãe. Para os genes que influenciam características de interesse à seleção, tais variações têm sido procuradas para acelerar a melhoria genética das populações.

Para saber o quanto um gene contribui para uma característica (por exemplo, produção leiteira) é necessário inicialmente que se identifique alguma variação nele. Quase todos os genes apresentam polimorfismo (conjunto de alelos), ou seja, há mais de uma forma para aquele gene nas populações. O mais comum é identificar-se dois alelos, que recebem os nomes de A e B, por exemplo. Como os animais têm duas cópias (paterna e materna) de cada cromossomo, formam-se os genótipos AA, AB e BB, ou seja, combinações dos

alelos herdados dos pais. A seguir, é necessário testar este polimorfismo em animais que apresentem variação na característica de interesse ou verificar se este polimorfismo está influenciando de fato a característica. Diz-se que um gene está associado a uma característica quando um dos genótipos está presente mais frequentemente nos animais que são bons (ou ruins) do que o esperado para aquela característica.

É bem aí que começam os problemas. Em primeiro lugar, nem todos os alelos (e/ou genótipos – combinação de alelos) estão presentes em todas as raças. Alguns alelos são mais raros e sua identificação depende de análises laboratoriais e estatísticas específicas e sofisticadas. Por isso, são necessárias pesquisas incluindo grande número de animais, para avaliar seu efeito. Se o efeito for pequeno, fica ainda mais difícil detectar a associação. É comum encontrar na literatura, estudos baseados em



Rendimento de produção de queijos pode aumentar com a presença do alelo B da beta-lactoglobulina

pequeno número de animais, que não têm muito valor e só geram confusão.

Às vezes, fica a dúvida sobre se o alelo (ou o genótipo) tem realmente o efeito que se diz e se o efeito será o mesmo em outras raças. Por outro lado, nem sempre se consegue detectar efeito do alelo, embora se saiba que o gene é importante para aquela

característica. Pode ser necessário descobrir outros genes ou polimorfismos e testá-los, até identificar qual realmente é um bom marcador molecular para a característica de interesse. Além disso, há muitas diferenças entre as raças bovinas taurinas e zebuínas. Pelo menos do ponto de vista teórico é possível que um marcador tenha efeito em *Bos taurus* (Gado Europeu) e não o tenha em *Bos indicus* (gado Zebu). A grande maioria dos estudos publicados é feita em raças taurinas.

Considerando o que foi dito até aqui, fica claro o quanto é importante que se desenvolvam estudos em cada raça. Em função disso, estamos investigando o papel de alguns marcadores moleculares na raça Guzerá. Inicialmente estão sendo testados os seguintes marcadores moleculares: *kappa-caseína (CSN3)*, *beta-lactoglobulina (beta-LG)*, *DGAT1*, *prolactina (PRL)*, *oxitocina*, *PIT-1* e *tireoglobulina (TG)*. Todos eles são responsáveis pela síntese de proteínas, enzimas e hormônios importantes no processo de produção de leite pela glândula mamária.

1. **Kappa-caseína (CSN3)**. A *kappa-caseína* é uma das proteínas coaguláveis do leite. Atua estabilizando as micelas de caseína. No preparo do queijo, ela é a principal proteína, responsável pela velocidade de retração e firmeza do coágulo. Quando maior a velocidade de retração do coágulo, menor a perda de conteúdo sólido do leite durante o preparo do queijo. Há variantes (ou seja, alelos) de *kappa-caseína*, que afetam a velocidade de retração do coágulo. Em taurinos, a presença do alelo B da *kappa-caseína* tem sido associada a uma coagulação mais eficiente, resultando em aumento do rendimento na produção de queijo. Além disso, o alelo B da *kappa-caseína* tem sido associado a um aumento da quantidade e da concentração de proteína no leite. Não há publicações sobre o efeito desse gene na raça Guzerá, mas os estudos preliminares evidenciaram

GUZERÁ LEITEIRO  
**ZELG**

De Vitor para Vitor  
há 22 anos, leiteiro!

Conheça o trabalho de seleção através do site  
[www.zebuleite.com.br](http://www.zebuleite.com.br)

Vitor Machado

(34) 3315-4670 (Escritório)

(34) 9166-9545 (Celular)

Av Dr. Fernando Costa, 522 São Benedito Uberaba - MG

CEP 38022-300

zebuleite@hotmail.com - Skype: vitmachado

Ohara

Lactação 5.600 kg de leite

Média diária 28,00 kg

uma alta frequência do alelo **B** na raça.

2. **Beta-lactoglobulina (beta-LG)** é a proteína mais abundante no soro do leite. O alelo **A** da *beta-lactoglobulina* está relacionado ao aumento na produção de leite, aumento do teor de proteína e redução na concentração de caseína. Já o alelo **B** da *beta-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. O melhor genótipo é o heterozigoto. Portanto, ao longo dos cruzamentos dirigidos é necessário preservar ambos os alelos no rebanho.

3. **DGAT1** codifica a enzima que controla a síntese de triglicérides. Neste gene foi identificado um polimorfismo (K232A) com dois alelos: **232K** e **232A**. O alelo **232A** (A, de alanina) está associado com o aumento da produção de leite e da proteína total e com redução da quantidade de gordura — inclusive de gordura saturada —, e da porcentagem de proteína. O alelo **232K** (K, de lisina), deste mesmo polimorfismo, está associado ao aumento do teor de gordura no leite, inclusive aumento na quantidade de gordura saturada, redução da quantidade de proteína, aumento na porcentagem de proteína e redução da produção total de leite. Como o leite é uma fonte importante de gorduras da dieta humana, foi sugerido que seria possível obter um leite mais saudável, selecionando-o para o alelo **232A**. Entretanto, se a intenção for produzir leite para manteiga ou queijos mais gordos, o interesse é certamente no alelo **232K**. Portanto, este é um exemplo do uso de marcadores moleculares para especializar o rebanho. Além disso, outros estudos têm associado o polimorfismo **DGAT1 K232A** ao marmoreio da carne. Na raça German Holstein o alelo **232K** está correlacionado à maior deposição de gordura intramuscular e, conseqüentemente, maior marmoreio da carne.

O alelo **232A** é o mais raro em zebuínos. A frequência do alelo **232A** tem sido geralmente de apenas 1 a 2% em animais das raças Guzerá, Nelore (leiteiro) e Gir. Portanto, para explorar a vantagem oferecida pelo alelo **232A** e evitar que o alelo se perca ao longo do processo de seleção, a genotipagem dos animais é fundamental (resultados de projeto financiado pelo CNPq). No caso da raça Guzerá estudos estão sendo conduzidos em regiões próximas ao gene do **DGAT1**, que também podem estar envolvidas com o efeito final de gene sobre a produção de leite.

4. A **prolactina (PRL)** é um dos hormônios que regulam o desenvolvimento da glândula mamária, o início e a manutenção da lactação e também a produção de leite. Variações no gene da prolactina bovina têm sido relacionadas com variação na produção e composição do leite. Uma das variantes no gene da prolactina produz os genótipos AA, AB e BB. O genótipo BB no gene da prolactina bovina está relacionado à redução da quantidade de gordura no leite. Estudos com vacas da raça Black-and-White demonstraram que aquelas com genótipo AB apresentaram maior produção de leite, enquanto as com genótipo AA apresentaram maior teor de gordura no leite. Vacas com o genótipo AB têm maior produção de leite (em média um acréscimo de 557 kg de leite na produção de vacas à primeira lactação) quando comparadas com vacas AA. Vacas com o genótipo AA apresentaram maior teor de gordura (em média um aumento de 0,25% de gordura no leite), em comparação com as vacas com genótipo AB. Para vacas Jersey, animais com genótipo BB apresentaram maior conteúdo de gordura no leite (em média um aumento de 27 kg de gordura) quando comparadas com vacas AA. As diferenças entre as raças podem ser resultantes do efeito do gene ou artefatos da pesquisa e precisam ser mais estudadas. Além disso, é preciso ter muito cuidado, pois a prolactina está

envolvida em um grande número de funções e será necessário esclarecer os efeitos do polimorfismo na raça Guzerá, antes de usá-lo em seleção.

5. A **oxitocina** é responsável pela ejeção do leite. Ela também está envolvida na formação de vínculo entre mãe e filho, sendo fundamental ao estabelecimento do cuidado parental. Como parte de um projeto de pesquisa (financiamento: Fapemig) estamos investigando a existência de variantes nesse gene, em animais *Bos indicus*, particularmente na raça Guzerá, para avaliarmos seu efeito sobre a produção e os traços de produção de leite.

6. O gene **PIT-1** regula a produção dos hormônios do crescimento (GH) e da prolactina, entre outros, controlando indiretamente a proliferação das células que estimulam a produção do leite. O alelo **A** de um polimorfismo detectado em **PIT-1** se associa com maior produção de leite, com menor teor de gordura. Esses dados foram obtidos em raças taurinas, mas há um estudo identificando efeito semelhante na raça Gir. Já os resultados sobre o efeito desse polimorfismo sobre o crescimento e ganho em carcaça são conflitantes. Não há dados sobre o efeito do gene na raça Guzerá.

7. **Tireoglobulina (TG)** é o precursor dos hormônios tireoidianos (T3 e T4), que atuam na regulação do metabolismo, crescimento e desenvolvimento dos animais. Estudos têm demonstrado associação de variações no gene da tireoglobulina bovina com o grau de marmoreio da carne de animais. O polimorfismo estudado no gene da tireoglobulina discrimina três genótipos: TT, TC e CC. Animais TT da raça German Holstein e Charolais têm, significativamente, mais gordura no músculo *dorsi longissimus* quando comparados com animais CT e CC. Estudo recente não identificou associação entre esse polimorfismo e produção de leite.

#### Considerações finais

É muito importante o desenvolvimento de estudos amplos e em cada raça. Além das características produtivas, na raça Guzerá vem sendo conduzido projeto de pesquisa, coordenado pela Embrapa Gado de Leite, que busca identificar marcadores para o comportamento animal (temperamento e habilidade materna). Características importantes para o manejo produtivo e desempenho animal.

É importante ressaltar que, neste momento, nenhum marcador molecular é superior aos dados de produção. Eles constituem apenas uma informação a mais a se considerar.

Além disso, muitos marcadores foram testados apenas em raças taurinas. Alguns marcadores moleculares podem ter o mesmo efeito em *Bos taurus* e *Bos indicus*, outros não; ou o alelo pode estar ausente ou presente em frequência muito baixa, dificultando os estudos de associação. É importante ressaltar que muitas associações foram identificadas em *Bos taurus* e que o efeito em raças zebuínas pode não ser o mesmo, precisando ser validado antes de sua utilização.

Mas é realmente fundamental lembrar que o fato de um alelo vantajoso conhecido não estar presente em um animal não significa que aquele animal seja ruim. Afinal, ele pode ser portador de uma variante que ainda não é conhecida ou de variantes importantes presentes em outros genes, uma vez que as características produtivas são influenciadas por vários genes. Há pouca informação de qualidade (baseada em estudos com grande número de animais) sobre o efeito de marcadores moleculares em raças zebuínas.

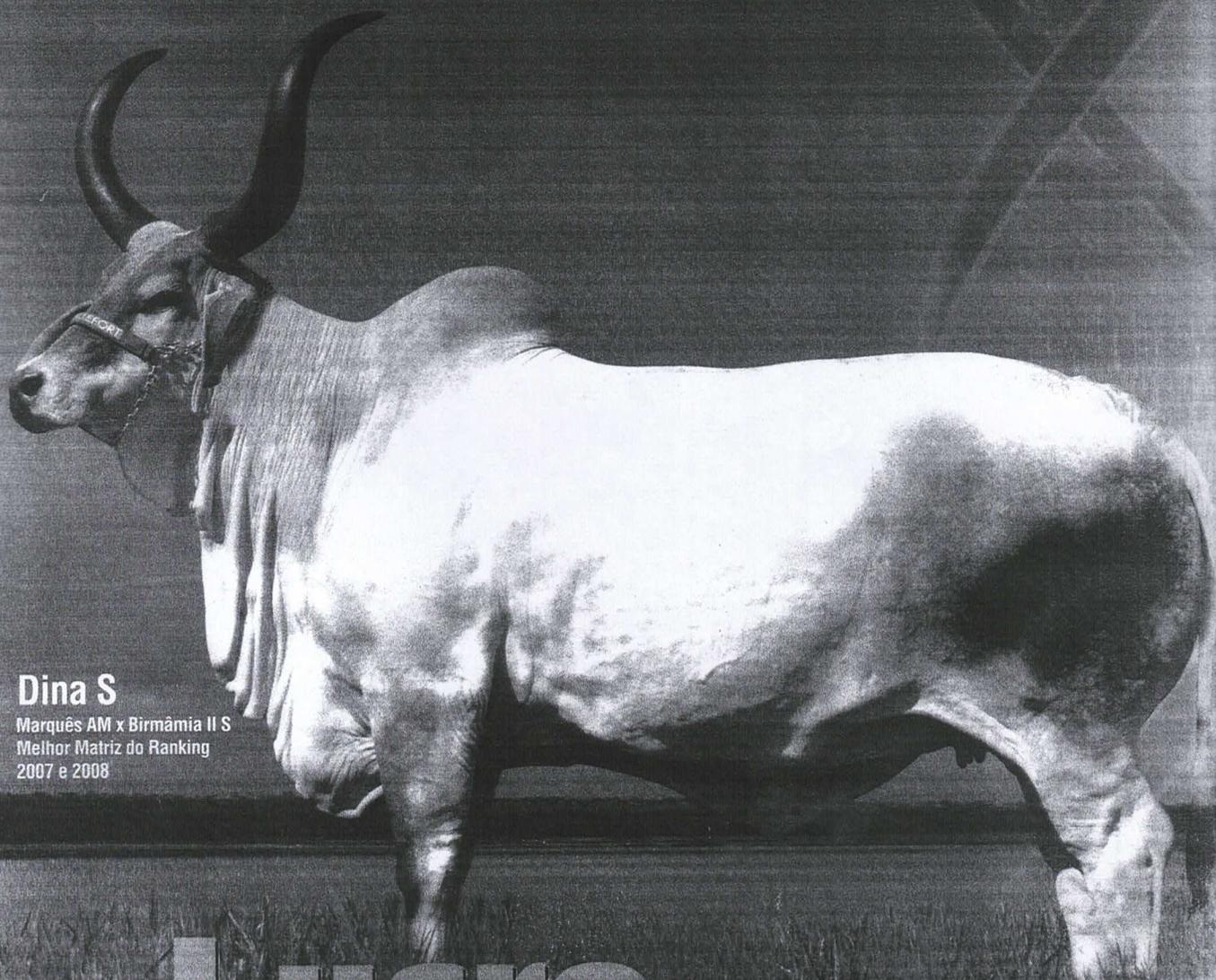
Em resumo, marcadores moleculares são ferramentas úteis, mas a informação sobre eles ainda é limitada. Portanto, devem ser usados com cuidado. Apenas devem ser apresentados nos sumários aqueles comprovadamente importantes. Os dados de produção são sempre soberanos.



# Revista **GUZERÁ**

Órgão Oficial da Associação dos Criadores de Guzerá do Brasil

Nº 02 | Abril de 2009



## **Dina S**

Marquês AM x Birmâmia II S  
Melhor Matriz do Ranking  
2007 e 2008

# Lucro **certo**

Versátil, rústica e de alta fertilidade, raça Guzerá ganha espaço de norte a sul do Brasil e atrai criadores de outros países