



INVESTIGAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA DO REBANHO MANTIQUEIRA ATRAVÉS DE POLIMORFISMOS PROTÉICOS II. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO RACIAL¹

MARIA APARECIDA CASSIANO LARA² E EUCLEIA PRIMO BETIOLI CONTEL³

RESUMO - No presente estudo, foi estimada a composição racial do rebanho Mantiqueira, pertencente à Estação Experimental de Zootecnia de Pindamonhangaba, empregando-se os programas MISTURA2 e MISTURA3, contidos no GENIOC, que adota o método de Verossimilhança Máxima. Para isso, foram utilizadas as frequências gênicas dos locos Hb, CA, Pep-B, Am-I, Tf e Alb, obtidas nas raças Holandesa, Caracu Caldeano e Gir e os respectivos números de fenótipos observados no rebanho Mantiqueira. Com base nos relatos históricos que apontam uma origem híbrida do gado Mantiqueira, essas raças foram estudadas, como possíveis ancestrais desses bovinos. Os resultados obtidos sugerem que a constituição genômica do rebanho Mantiqueira é de aproximadamente 52% de genes oriundos de bovinos Holandeses e 48% de bovinos Caracu. Entretanto, não descartamos a hipótese de que na formação desse rebanho Mantiqueira, também tenha havido a participação de raças espanholas, devido à ocorrência do alelo *Pep-B*³, que acreditamos ser marcador dessas raças.

Termos para indexação: bovino Mantiqueira, mistura racial, polimorfismo protéico.

INVESTIGATION OF GENETIC VARIABILITY IN THE MANTIQUEIRA HERD THROUGH PROTEIN POLYMORPHISM. II. ESTIMATION OF RACIAL COMPOSITION

SUMMARY - The aim of this study was to evaluate the racial composition of the Mantiqueira herd, belonging to Estação Experimental de Zootecnia de Pindamonhangaba. The estimation of the racial admixture was achieved by MISTURA2 and MISTURA3 programs contained in GENIOC, that adopts the Maximum Likelihood Method. The genic frequencies for Hb, CA, Pep-B, Am-I, Tf and Alb obtained from Holstein, Caracu Caldeano, and Gir breeds and the respective number of phenotypes observed in the Mantiqueira herd, were utilized for this purpose. In accordance with historical records that indicate an hybrid origin of the Mantiqueira cattle, these breeds were employed as possible ancestral of this cattle. The results suggest that the genomic constitution of Mantiqueira herd is approximately 52% of genes from Holstein and 48% from Caracu. Nevertheless, we may raise the hypothesis that Spanish breeds also contributed to the Mantiqueira herd, because of the occurrence of the allele *Pep-B*³, that is possibly a genetic marker of those breeds.

Index terms: Mantiqueira cattle, racial admixture, protein polymorphism.

¹ Projeto IZ-018/90. Dados parciais da Tese de Doutorado da primeira autora, desenvolvida na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP.

² Seção de Genética e Reprodução, Instituto de Zootecnia, Caixa Postal 60, 13141-100, Nova Odessa, SP.

³ Departamento de Genética, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, 14049-900, Ribeirão Preto, SP. Bolsista do CNPq.



INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se verificado um aumento crescente em estudos visando o conhecimento sobre a origem e a formação de certas raças nativas bovinas (BICALHO, 1985; POLI, 1985; POLI & ANTONINI, 1991; ROSA et al., 1992; MAZZA et al., 1994).

No Brasil, ATHANASSOF (1910) foi um dos pioneiros a relatar a introdução dos primeiros bovinos pelos colonizadores portugueses e espanhóis, ocorrida no século XVI. Conforme mostra a História do Brasil, esses bovinos ibéricos, quando aqui chegaram, difundiram-se e fixaram-se em zonas distintas, tornando-se característicos de uma determinada região, após muitos anos de seleção natural.

O termo "raça nativa" foi sugerido por DOMINGUES (1961) para designar aquelas que foram formadas em nosso ambiente. Nesse estudo, o autor destaca as diferenças sofridas em relação ao tipo de seleção a que essas raças foram submetidas, e sugere as terminologias "raças nativas naturais" e "raças nativas selecionadas", para denominá-las. Assim, o gado Caracu e o Mocho Nacional são citados como representantes das raças nativas melhoradas e, desde o início deste século vêm sendo objetos de estudos (BICALHO, 1985 e ROSA et al., 1992). Esses últimos autores relataram que essas raças bovinas domesticadas, criadas atualmente, pertencem ao grupo *Bos taurus primigenius*, cuja origem parece estar associada aos "aurochs", um gado selvagem que existiu após a era glacial, há aproximadamente 250.000 anos.

Nos estudos de ATHANASSOF (1910), já eram propostas três origens diferentes, segundo as características fenotípicas, para as raças existentes em Portugal naquela época: as do tronco batávico, as do tronco aquitânico e as do tronco ibérico. Assim, as raças Turina e Barrosa filiavam-se ao primeiro; as raças Minhota, Arouquesa, Alentejana e Mertolenga ao segundo e as raças Mirandesa e Brava eram as representantes do terceiro tronco. Esse autor também sugere que devido às semelhanças apresentadas entre algumas raças portuguesas com o Caracu, essa raça nativa descendeu de raças que pertenciam aos dois últimos grupos, ou seja, aquelas dos tipos aquitânico e ibérico. Essa hipótese foi confirmada posteriormente por BICALHO (1985), através do estudo dos grupos sanguíneos e polimorfismos protéicos em amostras estratificadas de bovinos Caracu. Das raças portuguesas e espanholas que foram utilizadas nas comparações dessa autora, a Mertolenga foi a que apresentou a menor distância genética com o gado Caracu.

Por outro lado, embora existam evidências que suportam o fato de que o gado Mantiqueira possa ser considerado uma raça nativa melhorada, a literatura referente à sua origem é contraditória. Assim, a formação

do rebanho Mantiqueira, conforme relata Assis (in GUARAGNA et al., 1988), foi realizada através de cruzamentos entre reprodutores Holandeses que foram importados para o Sul de Minas Gerais e bovinos mestiços oriundos da região da Serra da Mantiqueira. Esses últimos, segundo o mesmo autor, correspondiam aos animais resultantes do acasalamento entre as raças Turina e Caracu. Outra ascendência é proposta por MASSON (1988), que sugere uma origem híbrida, correspondente a 5/8 Friesian: 3/8 Gir, o que nos parece pouco provável. Segundo esse mesmo autor, a raça Turina é também conhecida por Portuguese Friesian, cuja ancestralidade é atribuída à raça Dutch Black Pied.

Segundo GUARAGNA et al. (1988), o rebanho Mantiqueira da Estação Experimental de Zootecnia de Pindamonhangaba foi formado a partir de uma amostra de bovinos malhados e de pés pigmentados, que tinham como ascendência a raça Holandesa e o gado crioulo da região, que adquiriram características fenotípicas bem definidas. Entre essas, os autores destacam que as malhas brancas da pelagem são salpicadas por pontos pretos e os pés são calçados de preto. Nesse estudo, os autores também sugerem que o ecótipo Mantiqueira é uma alternativa excelente para os sistemas mais simples de criação, pois apresenta boa eficiência reprodutiva e produtiva, em função da sua grande capacidade adaptativa ao meio tropical. Além disto, devido à sua elevada influência na transmissão dessas características à prole, os autores concluíram que o Mantiqueira pode ser considerado como um grupamento genético bastante homogêneo, o suficiente para ser considerado estável tal qual uma raça.

Como um dos objetivos do programa Mantiqueira é a avaliação da sua origem, o presente estudo teve como finalidade estimar sua possível composição racial através de polimorfismos protéicos.

MATERIAL E MÉTODOS

As frequências gênicas dos locos da Hb, CA, Am-I, Tf e Alb, determinadas anteriormente para as raças Holandesa, Caracu Caldeano e Gir (LARA et al., 1997), foram utilizadas no presente estudo, assim como os números de fenótipos observados no rebanho Mantiqueira. O método adotado para determinar as proporções de mistura racial foi o de KRIEGER et al. (1965). Esse método utiliza as frequências gênicas de diversos sistemas polimórficos para estimar, por Verossimilhança Máxima, a composição racial da população híbrida em estudo.

O modelo pressupõe a inexistência de acasalamentos preferenciais, ausência de seleção com relação aos locos estudados, determinação fenotípica correta, que os locos



estejam em equilíbrio de Hardy-Weinberg, e as estimativas das frequências gênicas ancestrais não contenham erros.

A equação foi a mesma utilizada por DEL LAMA (1992) para a determinação das frequências gênicas na população híbrida.

$$P_i = \sum_j R_j \cdot p_{ij}$$

P_i é a frequência do $i^{\text{ésimo}}$ alelo na raça Mantiqueira, com $i = 9$ alelos apresentados no estudo anterior para os locos Hb, CA, Am-I e Alb (LARA et al., 1997).

R_j é a contribuição proporcional da $j^{\text{ésima}}$ população ancestral para a mistura, com $j =$ Holandesa, Caracu e Gir;

p_{ij} é a frequência do alelo i na $j^{\text{ésima}}$ população ancestral,

supondo: $R_H + R_C + R_G = 1$ para o modelo Trihíbrido e $R_H + R_C = 1$ para o modelo Dihíbrido.

O cálculo dessas estimativas foi realizado empregando-se os programas computacionais MISTURA2 e MISTURA3, contidos no GENIOC (CABELLO & KRIEGER, 1997), para estudos de mistura em populações di e trihíbridas, respectivamente. Esses programas utilizam como dados de entrada as frequências observadas das populações ancestrais. A partir desses valores, são calculadas as proporções de mistura na população atual em estudo e a aderência das observações aos valores esperados. Assim, as análises de variâncias e os valores de χ^2 permitem verificar se os valores finais das proporções na mistura se ajustam a cada sistema, e também se essas estimativas de mistura se ajustam aos valores reais dos parâmetros. O erro padrão de cada estimativa foi obtido a partir da matriz de variância e covariância resultante da inversão da matriz de informação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como o modelo adotado de KRIEGER et al. (1965) pressupõe que as populações ancestrais estejam em equilíbrio de Hardy-Weinberg, o loco da transferrina não foi empregado, pois nas raças Caracu Caldeano e Gir, este, em estudo anterior, não se encontrava em equilíbrio genético. Além deste, os locos da Amilase-I e Peptidase-B foram descartados, pois o primeiro apresentou uma grande heterogeneidade entre os sistemas e dentro deles, e o segundo, alelos restritos que não permitiram a convergência dos resultados.

A hipótese de miscigenação das raças Holandesa, Caracu e Gir na formação do rebanho Mantiqueira foi investigada empregando-se o modelo trihíbrido e utilizando-se as frequências gênicas da Hemoglobina, Anidrase Carbônica e Albumina.

A verificação da contribuição pouco significativa da raça Gir (1,45%) e os altos valores de erro padrão conduziu-nos à adoção do modelo dihíbrido. Nesse modelo, apenas as frequências gênicas obtidas nas raças Caracu Caldeano e Holandesa foram empregadas. Esse procedimento revelou uma grande homogeneidade entre os sistemas e dentro deles, além da obtenção de erros padrão pequenos para essas estimativas (Quadro 1). Os resultados assim obtidos sugerem que essas raças podem ser consideradas como as prováveis ascendentes do gado Mantiqueira.

Entretanto, não descartamos a possibilidade da participação de raças espanholas, uma vez que nesses bovinos Mantiqueira e naqueles Pantaneiros (LARA et al., 1996) foi detectado o alelo *Pep-B³*, que acreditamos possa ser considerado marcador de raças espanholas; portanto, a ocorrência em ambos os rebanhos sugere que esses bovinos, provavelmente, compartilham alelos provenientes de um mesmo ancestral. Essa hipótese vem ao encontro dos relatos de MAZZA et al., (1994), que apontam uma possível influência de raças espanholas no rebanho Pantaneiro, pelo fato de que, durante o período de colonização, a região do Pantanal pertencia à coroa Espanhola. Os autores citam, também, a participação de outras raças, principalmente as portuguesas e, recentemente, as zebuínas na formação da população Pantaneira. Essa possibilidade será em breve avaliada com os estudos de distâncias genéticas entre as diversas raças bovinas.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, sugerimos que os bovinos Mantiqueira possuam uma origem híbrida taurina, cuja composição racial é de aproximadamente 52% de genes Holandeses e 48% de genes ibéricos.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a colaboração de todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste estudo, especialmente às funcionárias da Estação Experimental de Zootecnia de Pindamonhangaba, Sras. Martha Maria Ribeiro e Maria Inês de Aquino Barbosa Carvalho, pelo auxílio na identificação das genealogias dos bovinos Mantiqueira.



Quadro 1. Análise de mistura racial do rebanho Mantiqueira, pelo Método de Verossimilhança Máxima, considerando as raças Holandesa e Caracu Caldeano como as possíveis raças ancestrais.

A) Escores, informação e valores de χ^2 de aderência e de χ^2 de parâmetros da análise de mistura racial.

Sistema	Verossimilhança máxima			Qui-quadrado		
	Escore-U	Informação	Aderência	Gl	Parâmetros	Gl
Hemoglobina	7,2055	40,699	0,999	2	1,276	1
Anidrase Carbônica	-8,6650	61,632	2,166	2	1,218	1
Albumina	1,5296	103,730	1,490	2	0,023	1
Totais	0,0701	206,061	4,654	6	2,516	3

B) Análise de variância

Fonte	Gl	Qui-quadrado	Quadrado médio
Entre sistemas	2	2,516	1,258
Dentro dos sistemas	3	2,138	0,713
Parâmetros	1	0,000	0,000
Total	6	4,654	0,776

C) Estimativas da mistura racial

Grupo racial	Proporção	Erro padrão
Holandês	0,52065	0,07814
Caracu	0,47935	0,07814

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATHANASSOF, N. Estudo sobre o gado Caracu. São Paulo: Secretaria dos Negócios da Agricultura, Comércio e Obras Públicas do Estado de São Paulo, 1910. 169 p.
- BICALHO, H. M. S. Grupos Sangüíneos e Polimorfismos de Proteínas do Sangue da Raça Caracu (*Bos taurus taurus*). Análise populacional. Belo Horizonte: UFMG, 1985. 114 f. Dissertação de Mestrado.
- CABELLO, P. H., KRIEGER, H. Sistema para análises de dados de genética - GENIOC. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Osvaldo Cruz, 1997. 139 p.
- DEL LAMA, S. N. Caracterização genética das raças zebuínas criadas no Brasil através de polimorfismos protéicos e grupos sangüíneos. Ribeirão Preto: 1992. 207p. Tese de Doutorado.
- DOMINGUES, O. As raças bovinas nativas: o gado nos trópicos. Rio de Janeiro: Instituto de Zootecnia, 1961. p.267-284. (Série monografia).
- GUARAGNA, G. P. et al. Eficiência reprodutiva do rebanho Mantiqueira da Estação Experimental de Zootecnia de Pindamonhangaba. I. Efeito de fatores de meio. B. Indústr. anim., Nova Odessa, v.45, n.1, p.33-72, 1988.
- KRIEGER, H. et al. Racial admixture in Northeastern Brazil. Ann. Hum. Genet., London, v. 29, p. 113-125, 1965.
- LARA, M. A. C. et al. Caracterização genética de bovinos Pantaneiros através de polimorfismos protéicos. Brazil. J. Genet., Ribeirão Preto, v. 19, n. 3, (suppl), p. 256, 1996.
- _____ et al. Investigação da variabilidade genética do rebanho Mantiqueira através de polimorfismos protéicos. I. Caracterização genética e estudos comparativos. B. Ind. anim., Nova Odessa, v.54, n.1, p.1-12, 1997.
- MASSON, I. L. A World dictionary of livestock breeds types and varieties. 3rd. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1988. 348 p.
- MAZZA, M.C.M. et al. Etnobiologia e Conservação do Bovino Pantaneiro. Corumbá: EMBRAPA/CPAP, 1994. 61p.
- POLI, M. A. Polimorfismos imunogenéticos, su empleo en conservacion de germoplasma animal. Relatório final. Brasília: EMBRAPA/CENARGEN, 1985, 49 f.
- _____, ANTONINI, A. G. Genetic structure of milk in Argentinian Holstein and Argentinian Creole cattle. Hereditas, Lund, v. 115, p. 177-182, 1991.
- ROSA, A. N. et al. Raças Mochas: história e genética. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1992. 64 p.