

XIV Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal  
Santa Catarina, Brasil –18 a 19 de Outubro de 2021

### **Efeitos da heterose e recombinação sobre características de carcaça, medidas por ultrassonografia de bovinos compostos Montana Tropical®**

José Bento Sterman Ferraz<sup>1</sup>, Joanir Pereira Eler<sup>1</sup>, Elisângela Chicaroni de Mattos Oliveira<sup>1</sup>, Fernando de Oliveira Bussiman<sup>1</sup>, Gabriela Giacomini<sup>2</sup>, João Luis Oliveira<sup>2</sup>, Yuri Farjala<sup>3</sup>, Rafael Nuñez Dominguez<sup>4</sup>, Luis Telo da Gama<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Melhoramento Animal, Biotecnologia e Transgenia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

<sup>2</sup>Associação Internacional de Criadores de Montana

<sup>3</sup>Aval Servicios Tecnológicos S/S.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma de Chapingo, México

<sup>5</sup>Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, Portugal

\*Autor correspondente: [jbferraz@usp.br](mailto:jbferraz@usp.br)

**Resumo:** Os estudos de genética ligados às características de carcaça, medidas por ultrassonografia são raros em bovinos compostos. Os efeitos recombinação têm sido ignorados, por décadas, nas avaliações genéticas de populações de bovinos de corte compostos ou programas de cruzamento. Neste trabalho, com cerca de 12.000 animais fenotipados, do programa Composto Montana Tropical®, que têm informações de pedigree e composição racial, foi verificado que, na maioria das vezes, esses efeitos são opostos aos efeitos de heterose e foram considerados estatisticamente significativos em quase todas as características analisadas e sua inclusão nas análises de predição de valores genéticos aditivos poderá causar alterações nos componentes de variância e na ordenação dos animais quanto às diferenças esperadas de progênie.

**Palavras-chave:** bovinos compostos, bovinos de corte, crescimento, heterose, pecuária de corte, recombinação.

### **Heterosis and recombination effects on carcass traits in Montana Tropical beef composite**

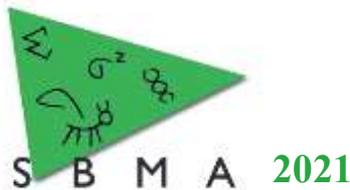
**Abstract:** Recombination effects have been ignored for decades in genetic analysis of composite or crossbred beef cattle populations. In this research, around 12,000 phenotyped animals from the Montana Tropical Composite cattle, a Brazilian program, where all animals have pedigree and breed composition information were analyzed and we report that recombination, in many carcass traits, had opposite effects relative to heterosis, and it was statistically significant. The inclusion of recombination effects in the models of genetic analysis for prediction of additive breeding values could result in changes of variance components and in the ranking of animals, based on expected progeny differences.

**Key words:** composite cattle, beef cattle, growth, heterosis, beef industry, recombination

### **Introdução**

Os estudos sobre variabilidade genética envolvida em características de carcaça, medidas por ultrassonografia, em populações de bovinos compostos são raros em ambiente tropical. Essas análises, destinadas à predição de valores genéticos aditivos, visando auxiliar nos processos seletivos, em geral consideram os efeitos de raças ou de tipos biológicos e os efeitos de heterose direta e materna como covariáveis, mas não os efeitos de recombinação. Conceitos básicos de genética, como a recombinação dos efeitos dos genes, que ocorrem na formação dos gametas, tanto diretamente nos animais, como na parte materna têm sido desconsiderados por décadas, mas seu estudo tem sido destacado nos últimos anos.

A oportunidade de incluir um fator tão importante como o efeito de recombinação nesse tipo de análise, surgiu com uma população de bovinos de corte compostos, estabelecida no Brasil em 1994, com o objetivo de fornecer ao mercado animais com a maior parcela de retenção de heterose possível, onde todos os animais têm sua composição racial conhecida e que tem uma quantidade expressiva de medições realizadas com uso da ultrassonografia, se mostrou ideal para estudar as consequências da introdução dos



efeitos de recombinação sobre as características de carcaça, medidas por ultrassonografia, objetivo desta pesquisa.

#### Material e Métodos

A população estudada é oriunda do programa Composto Montana Tropical<sup>®</sup>, iniciado em 1994, uma população criada sob rígidos controles zootécnicos, com escrituração completa de genealogia, composição racial e registros de produção de várias características economicamente relevantes ligadas às necessidades da pecuária de corte brasileira. As descrições da formação do programa e dos modelos de suas análises genéticas foram descritas por Ferraz *et al.* (1999a e b).

As características de carcaça, foram medidas por ultrassonografia, por serviços contratados de técnicos devidamente qualificados e certificados.

O banco de fenótipos medidos por ultrassonografia é descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Estatísticas descritivas do banco de dados de medições por ultrassonografia na população de bovinos do programa Composto Montana Tropical<sup>®</sup>

Característica	N	Média	Desvio-padrão
Área de Olho de Lombo (AOL, cm <sup>2</sup> )	12.711	61,25	14,07
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS, mm)	11.684	2,88	1,33
Espessura de Gordura na picanha (EGP, mm)	11.944	3,84	2,15
Marmoreio (Marm, %)	4.013	2,93	1,14
Idade à medida com ultrassonografia (dias)	12.585	578,47	54,0
Número de grupos de contemporâneos	58		

Para fins de análise e diminuição do número de covariáveis e evitar confundimentos, o controle da composição racial foi agrupado segundo os tipos biológicos N (zebuínos), A (taurinos adaptados ao ambiente tropical), B (Taurinos de origem britânica) e C (taurinos de origem continental), tal como utilizado no USDA/MARC em Clay Center, Nebraska e segundo o descrito por Gregory *et al* (1985) e Cundiff *et al.* (1999). Os coeficientes de heterose geral e materna e de recombinação direta e materna foram calculados, para cada indivíduo, considerando as composições raciais de seus pais, segundo proposta de Dickerson (1969) e usando as fórmulas propostas por VanRaden e Sanders (2003). A análise das influências dos diferentes efeitos nas características de carcaça consideradas foram executadas pelo procedimento HPMIXED (*High Performance Mixed Models Analysis*) do conjunto de programas SAS 9.4, segundo o modelo que considerou os efeitos do grupo de contemporâneos e as covariáveis idade da mãe (efeitos lineares e quadráticos), idade do animal, efeitos dos tipos biológicos diretos e maternos N,A,B e C e da heterose média individual e materna, além da recombinação individual e materna.

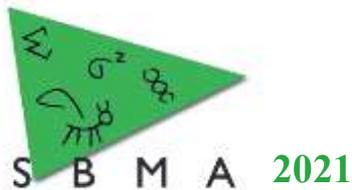
#### Resultados e Discussão

Para facilidade de interpretação, os resultados foram expressos em percentual, em relação á média da característica, que é informada, juntamente com o nível de significância de cada efeito, na Tabela 2.

A análise detalhada da Tabela 2 sugere que não existe um padrão bem definido dos efeitos de heterose direta e materna, pois os efeitos diretos são positivos para as quatro características analisadas, embora estatisticamente significativos apenas para EGS e EGP.

Já os efeitos de recombinação diretos foram estatisticamente significativos apenas para AOL, ao tempo que os efeitos de recombinação materna foram importantes apenas para EGP.

Esses resultados que não demonstraram um padrão definido, não coincidem com o que Dickerson (1969) denominou de *recombination loss*, conceito, mais tarde alterado para *recombination effects* exatamente porque nem sempre eram antagônicos aos efeitos da heterose. De qualquer maneira, com este estudo, ainda que realizado com um número não muito grande de observações, não ficou demonstrado que esses efeitos são importantes para as características de carcaça consideradas. A predição dos valores genéticos aditivos é o critério de seleção de praticamente todos os programas de melhoramento de gado de corte de populações multirraciais do mundo. A introdução dos efeitos de recombinação nos modelos de



análise genética, em adição aos efeitos de heterose direta e materna já utilizados, não deverá causar variações importantes tanto nos componentes de variância, quanto na ordenação dos animais no que tange às características de carcaça, medidas através da utilização de ultrassonografia.

Tabela 2. Média e efeitos percentuais de heterose direta e materna e recombinação direta e materna sobre características de carcaça, medidas por ultrassonografia, em bovinos do programa Composto Montana Tropical®

Característica	Média	Heterose direta	Heterose materna	Recombinação direta	Recombinação Materna
AOL, cm <sup>2</sup>	61,25	2,15 <sup>NS</sup>	-0,53 <sup>NS</sup>	3,58**	-1,43 <sup>NS</sup>
EGS, mm	2,88	12,08***	-3,85 <sup>NS</sup>	3,99 <sup>NS</sup>	-3,55 <sup>NS</sup>
EGP, mm	3,84	15,74***	-4,58 <sup>NS</sup>	-2,00 <sup>NS</sup>	-5,69**
Marmoreio, %	2,93	5,91 <sup>NS</sup>	-7,32*	8,33 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>

AOL – área de olho de lombo; EGS – espessura de gordura subcutânea; EGP – espessura de gordura na picanha; Marmoreio - nível de gordura entremeada no contrafilé. Níveis de significância estatística:

<sup>NS</sup> - não significativos, \* p≤0,05 ; \*\* p≤0,01; \*\*\* p≤0,001

As próximas etapas deste trabalho, que estão em pleno desenvolvimento, em cooperação com vários centros de pesquisa internacionais, serão, exatamente, analisar esses impactos em análises mais complexas, que incluem os efeitos aleatórios de reprodutores e matrizes, bem como a inclusão dos efeitos de recombinação nas análises realizadas com a incorporação de informações sobre os genótipos de uma amostra de animais. Outra implicação que deverá ser estudada será verificar o impacto dessa incorporação na acurácia das predições de valor genético aditivo e, consequentemente, nas previsões de ganho genético.

#### Conclusão

No caso das características de carcaça, mensuradas com o uso de ultrassonografia, os efeitos de recombinação não se mostraram de importância capital e sua inclusão nas análises de predição de valores genéticos aditivos não deverá causar importantes alterações nos componentes de variância e na ordenação dos animais quanto a esses valores

#### Agradecimentos

Agradecemos à Associação Internacional de Criadores de Montana e à Capes (Brasil), bolsa Capes/Print, processo 88887.571363/2020-00, Código de Financiamento 001

#### Literatura citada

##### Artigos:

Cundiff, L. V.; Gregory, K. E. What is systematic crossbreeding. In: Cattlemen's College, 1999 Cattle Industry Annual Meeting and Trade Show, National Cattlemen's Beef Association. Charlotte, NC. 1999.

Dickerson, G. Experimental Approaches in Utilising Breed Resources. Animal Breeding Abstracts, v. 37, p:191-202, 1969.

Ferraz, J. B. S.; Eler, J.P.; Golden, Bruce L. A formação do composto Montana Tropical. Revista Brasileira de Reprodução Animal. , v.23, p.115 - 117, 1999a.

Ferraz, J. B. S.; Eler, J.P.; Golden, Bruce L. Análise genética do composto Montana Tropical. Revista Brasileira de Reprodução Animal. , v.23, p.111 - 113, 1999b.

Gregory, K. E. ; Trail, J. C. M.; Marples, H. J. S.; Kakong, J. Characterization of breeds of *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle for maternal and individual traits. Journal of Animal Science, v. 60, n. 5, p. 1165–1174, 1985.

VanRaden, P.M.; Sanders, A. H. Economic Merit of Crossbred and Purebred US Dairy Cattle. J. Dairy Sci. v.86, p.1036–1044, 2003.