

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

Efeitos da heterose e recombinação sobre características de crescimento de bovinos compostos Montana Tropical®

José Bento Sterman Ferraz¹, Joanir Pereira Eler¹, Elisângela Chicaroni de Mattos Oliveira¹, Fernando de Oliveira Bussiman¹, Gabriela Giacomeni², João Luis Oliveira², Rafael Nuñez Dominguez³, Luis Telo da Gama⁴

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

²Associação Internacional de Criadores de Montana

³Universidad Autónoma de Chapingo, México

⁴Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, Portugal

*Autor correspondente: jbferraz@usp.br

Resumo: Os efeitos recombinação tem sido ignorados, por décadas, nas avaliações genéticas de populações de bovinos de corte compostos ou programas de cruzamento. Neste trabalho, com cerca de 400.000 animais fenotipados, da população 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. A inclusão dos efeitos de recombinação 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.

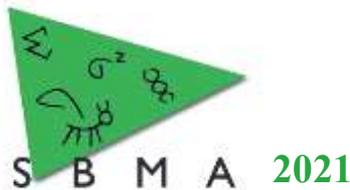
Heterosis and recombination effects on growth traits in Montana Tropical beef composite

Abstract: Recombination effects have been ignored for decades in genetic analysis of composite or crossbred beef cattle populations. In this research, that used a population of around 400,000 measured animals from the Montana Tropical Composite cattle, a Brazilian program where all animals have pedigree and breed composition information, we report that recombination, in almost all growth traits considered, had opposite effects relative to heterosis, and it was statistically significant. The inclusion of recombination effects on 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 de populações compostas são utilizados em várias espécies animais e vegetais, desde o início da genética aplicada, sobretudo a partir dos anos 1940. Em bovinos de corte os modelos de análises genética, com predição de valores genéticos aditivos, destinados a auxiliar nos processos seletivos, consideram os efeitos de raças ou de tipos biológicos e os efeitos de heterose direta e materna. 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. Desta forma, 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, se mostra ideal para estudar as consequências da introdução dos efeitos de recombinação sobre as características de crescimento, tendo esse fato se tornado o objetivo deste trabalho.



Material e Métodos

A população estudada é oriunda do programa Composto Montana Tropical[®], 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).

Devido ao elevado número de raças envolvidas no programa, para fins de análise, 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 e de recombinação individual e materna foram calculados segundo proposta de Dickerson (1969) segundo fórmulas de VanRaden e Sanders (2003). A análise das influências dos diferentes efeitos nos caracteres produtivos considerados foram executadas pelo procedimento HPMIXED (*High Performance Mixed Models Analysis*) do conjunto de programas SAS 9.4, segundo o modelo que considerou os efeitos grupo de contemporâneos e as covariáveis idade da mãe (efeitos lineares e quadráticos), idade do animal (com exceção de peso ao nascer), 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 à média da característica, que é informada, juntamente com o nível de significância de cada efeito, na Tabela 1.

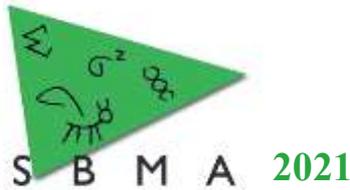
Tabela 1. Número de observações (N), média e efeitos percentuais de heterose e recombinação individual e materna sobre características de crescimento de bovinos compostos Montana Tropical

Característica	N	Média	Heterose individual	Heterose materna	Recombinação individual	Recombinação Materna
Peso ao nascer, kg	367.518	33,7	4,07***	2,01***	-1,41****	-0,79***
Peso à desmama, kg	386.962	194,4	16,36***	11,43***	-14,77***	-5,96***
Ganho de peso pós desmama, kg	149.938	77,1	8,39***	-2,55***	-7,07***	1,65***
Peso aos 12 meses, kg	153.646	272,7	7,31***	2,44***	-4,41***	-0,76***
Perímetro escrotal, cm	56.444	28,5	3,87***	0,77***	-0,13 ^{NS}	-0,65*
Musculosidade aos 12 meses, escore	135.975	4,29	5,39***	1,44***	-7,55***	-0,02 ^{NS}
Resistência a ectoparasitas, escore	52.880	4,06	1,58**	0,20 ^{NS}	2,38***	-0,50 ^{NS}
Comprimento da bainha prepucial, escore	123.083	2,05	7,67***	1,29 ^{NS}	-7,39***	-1,16 ^{NS}

Níveis de significância: ^{NS}- estatisticamente não significativo; * - $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$

A análise detalhada da Tabela 1 indica que, tanto para a heterose como para a recombinação, os efeitos individuais são maiores que os efeitos maternos em todos os casos, mas também que os efeitos de recombinação são geralmente contrários aos efeitos de heterose. A única exceção a esse padrão foi a resistência a ectoparasitas, que é uma característica medida de forma subjetiva em escores visuais, variando de 1 (muita infestação) a 6 (infestação ausente ou mínima), sem muita padronização do momento da medição.

Esse fato, de efeitos de recombinação serem antagônicos aos efeitos da heterose, já havia sido descrito por Dickerson (1969) que os denominou de *recombination loss*, conceito mais tarde alterado para *recombination effects* exatamente porque nem sempre eram antagônicos aos efeitos da heterose. De



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

qualquer maneira, com este estudo demonstrando que os efeitos de recombinação existem e têm significância estatística, evidencia-se que se faz necessária a sua introdução nos modelos de análise genética e predição dos valores genéticos aditivos, critério de seleção de praticamente todos os programas de melhoramento de gado de corte de populações multirraciais do mundo.

No entanto, essa inclusão poderá causar alterações tanto nos componentes de variância e parâmetros genéticos, quanto na predição desses valores genéticos ou diferenças esperadas na progênie dos animais de uma dada avaliação genética, especialmente nos animais classificados com valores de avaliação intermédios, próximos aos pontos que separam animais que serão escolhidos como reprodutores dos animais de descarte.

As próximas etapas deste trabalho, que estão em pleno desenvolvimento, em cooperação com vários centros de pesquisa internacionais, será, exatamente, analisar esses impactos em análises mais complexas, que incluam 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. As análises também serão estendidas a outras características, como de qualidade de carcaça e características reprodutivas. Outra implicação que deverá ser estudada será verificar o impacto dessa incorporação na acurácia das predições de valor genético aditivo e, conseqüentemente, nas previsões de ganho genético por ano do programa de seleção.

Conclusão

Os efeitos recombinação são, na maioria das vezes, opostos aos efeitos de heterose e são estatisticamente significativos em quase todas as características analisadas. A inclusão dos efeitos de recombinação nas análises de predição de valores genéticos aditivos poderá causar alterações nos componentes de variância e na ordenação dos animais quanto a esses valores. Os nossos resultados indicam que os efeitos de recombinação são mais importantes nas características de desenvolvimento ponderal, de importância um pouco menor em musculosidade, resistência a ectoparasitas e comprimento da bainha escrotal e de pequena importância na análise de perímetro escrotal. A incorporação dos efeitos de recombinação poderá trazer importantes aperfeiçoamentos nos modelos de análise de bovinos compostos.

Agradecimentos

Agradecemos à Associação Internacional de Criadores de Montana e à Capes (Brasil), bolsa Capes/Print de Professor Visitante Sênior no Exterior, 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.