

DOCUMENTOS

162

ISSN 1982-5390
Dezembro / 2019

Boas práticas em melhoramento genético de gado de corte



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pecuária Sul
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTO 162

Boas práticas em melhoramento genético de gado de corte

*Marcos Jun-Iti Yokoo
Cintia Righetti Marcondes
Fernando Flores Cardoso
Patrícia Tholon*

***Embrapa Pecuária Sul
Bagé/RS
2019***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sul

Rodovia BR-153, Km 632,9
Vila Industrial, Zona Rural, C. Postal 242
CEP 96401-970, Bagé, RS
Fone: +55 (53) 3240-4650

Fax: +55 (53) 3240-4651 www.embrapa.br www.embrapa.br/fale-conosco/sac

A Embrapa é uma empresa que respeita os Direitos Autorais. Em algumas fotos utilizadas nesta obra, não foi possível, porém, identificar o autor. Se você é autor de qualquer foto utilizada nesta obra, por favor, procure a Embrapa Pecuária Sul, na sua Sede.

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Pecuária Sul

Presidente

Fernando Flores Cardoso

Secretária-Executiva

Márcia Cristina Teixeira da Silveira

Membros

Elisa Köhler Osmari, Gustavo Martins da Silva, Fabiane Pinto Lamego, Graciela Olivella Oliveira, Jorge Luiz Sant'Anna dos Santos, Lisiane Brisolara, Robert Domingues, Sérgio de Oliveira Jüchem

Suplentes

Henry Gomes de Carvalho, Marcos Jun Iti Yokoo

Supervisão editorial

Lisiane Brisolara

Revisão de texto

Manuela Bergamim

Normalização bibliográfica

Graciela Olivella Oliveira

Tratamento das ilustrações

Daniela Garcia Collares

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Daniela Garcia Collares

Foto da capa

Felipe Santos da Rosa

1ª edição

Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pecuária Sul

Boas práticas em melhoramento genético de gado de corte / Marcos Jun-Iti

Yokoo... [et al.]. — Bagé : Embrapa Pecuária Sul, 2019.

PDF (65 p.). — (Documentos / Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390; 162)

1. Bovino. 2. Melhoramento genético animal. 3. Genética animal. I. Yokoo, Marcos Jun-Iti. II. Embrapa Pecuária Sul. III. Série.

CDD 636.2

Autores

Marcos Jun Iti Yokoo

Zootecnista, pós-doutor em Genética e Melhoramento Animal, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS

Cintia Righetti Marcondes

Zootecnista, doutora em Ciências Biológicas - Genética, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

Fernando Flores Cardoso

Médico-veterinário, pós-doutor em Bioinformática, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS

Patrícia Tholon

Zootecnista, doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

Apresentação

As publicações técnicas da Série Embrapa são importantes veículos de informação, destinadas a produtores, técnicos, empresários do agronegócio, pesquisadores, estudantes e público em geral interessados nas tecnologias desenvolvidas pela Empresa e seus colaboradores. A Embrapa Pecuária Sul utiliza este veículo para comunicar suas tecnologias produzidas, recomendações, práticas agrícolas e resultados de pesquisa e desenvolvimento.

A publicação Boas Práticas em Melhoramento Genético de Gado de Corte objetivou organizar de maneira mais clara os procedimentos e as teorias básicas que envolvem o melhoramento genético de bovinos de corte. Aborda, em seus 13 Capítulos, temas como a coleta de dados a campo, o registro computadorizado dos dados, o processo simplificado de avaliação genética, seus resultados e aplicações práticas. Reuniu esforços de pesquisadores especialistas de diferentes Unidades da Embrapa, com o intuito de disponibilizar material adequado à capacitação de técnicos e estudantes de Ciências Agrárias na área do melhoramento de bovinos de corte, com abrangência nacional.

Daniel Portella Montardo

Chefe Geral

Sumário

Introdução	9
Capítulo 1 - O que podemos fazer para melhorar a genética dos rebanhos 11	
1.1. Controle de produção	9
1.2. Seleção e sistemas de acasalamentos	10
Capítulo 2 - Identificação animal	11
2.1. Necessidade de identificação permanente, tatuagem e/ou marca fogo	11
2.2. Identificação de fácil visualização	13
2.3. Identificação eletrônica	14
Capítulo 3 - Controle da reprodução	15
3.1. Estação de monta	15
3.2. Controle de nascimentos	16
3.3. Peso ao nascer, ao desmame e ao sobreano	17
Capítulo 4 - O que são e para que serve os grupos contemporâneos?	17
4.1. Dicas para formação de grupos de manejo	18
Capítulo 5 - O que devemos melhorar?	19

Capítulo 6 - O que e como devemos medir os animais?.....	20
6.1. Critérios de seleção - tradicionais	20
6.1.1.Características reprodutivas.....	21
6.1.2.Crescimento	22
6.1.3.Qualidade da carcaça	23
6.2. Novas características não convencionais	24
6.2.1.Resistência aos parasitas	24
6.2.2.Temperamento	25
6.2.3.Eficiência alimentar	29
Capítulo 7 - O que são e para que servem as avaliações genéticas.....	31
7.1. DEPs: informação objetiva para escolha dos pais da próxima geração.....	32
7.2. Acurácia: o quanto podemos confiar nas DEPs?	35
Capítulo 8 - Como combinar diferentes DEPs em um único valor?	36
8.1. Índices de seleção e valor econômico	37
Capítulo 9 - Como percentis e DECA's definem a classificação dos animais.....	39
9.1. Percentil	39
9.2. DECA's.....	40
Capítulo 10 - Como percentis e DECA's definem a classificação dos animais	41
Capítulo 11 - Como usar relatórios, sumários e catálogos de centrais e de leilões para escolher reprodutores?	43

Capítulo 12 - Quais as estratégias para combinar a melhor genética na próxima geração	46
Capítulo 13 - Que benefícios esperar do melhoramento genético	51
13.1. Ganhos e tendências genéticas	51
13.2. Aumento de produtividade e eficiência.....	58
Considerações finais	59
Referências	59

Introdução

Esse material, preparado por uma equipe de geneticistas de diferentes Unidades da Embrapa, objetiva ofertar para técnicos e criadores um compilado com informações ora mais teóricas, ora mais aplicadas, com a visão e experiência dos autores na condução do manejo para aplicação no melhoramento genético de rebanhos bovinos de corte no Brasil. Poderá ser utilizada em treinamentos técnicos junto às Associações de Raças, bem como em capacitações ofertadas pela Embrapa. Esperamos que este material possa orientar técnicos e criadores para que o trabalho realizado nas fazendas proporcione ganhos genéticos consideráveis para seus rebanhos e para as raças envolvidas, aumentando a produtividade da pecuária nacional.

Capítulo 1 - O que podemos fazer para melhorar a genética dos rebanhos?

1.1. Controle de produção

O primeiro passo para o produtor aumentar a produtividade do rebanho, melhorando os índices produtivos, é obter os dados dos animais a campo, ou seja, controlar a produção, repassando-os de forma correta para o sistema de gerenciamento do rebanho, que geralmente é formado por programas computacionais e fichas de controle. Esta base para se obter dados de campo com qualidade, fornece subsídios para a tomada de decisões em uma empresa rural, no programa de avaliação e melhoramento genético, antes mesmo de selecionar os animais e planejar os acasalamentos. As informações inconsistentes ou anotações imprecisas comprometem a escolha das práticas de manejo, análises econômicas e avaliações genéticas, prejudicando desta forma, a tomada de decisão.

A tarefa de controlar a produção deve envolver toda a equipe da propriedade e as pessoas responsáveis pela coleta de dados devem ser devidamente treinadas para executar tal tarefa.

Desta forma, os programas de avaliação e melhoramento genético devem considerar o constante treinamento da equipe por meio de cursos e treinamentos, visando padronizar e qualificar a coleta e anotações de dados de campo. Basicamente, o controle começa na estrutura do rebanho, identificando e enumerando o estoque de vacas e touros (inclusive os touros de inseminação artificial) a serem usados na reprodução e os (as) bezerros(as) nascidos(as). Assim, todos os animais devem estar inseridos em um sistema de controle, para poder proceder com as eventuais correções, informações de baixas e localização dos animais. Maiores detalhes relativos à coleta de dados, bem como as características coletadas em cada fase do ciclo biológico dos bovinos de corte, serão abordados no decorrer da cartilha.sum elit.

1.2. Seleção e sistemas de acasalamentos

O melhoramento genético animal tem por finalidade aperfeiçoar o desempenho médio dos animais nas gerações subsequentes, que apresentam interesse para o homem, por meio da alteração da constituição genética da população. Assim, o melhoramento genético utiliza basicamente duas ferramentas como formas clássicas de promover mudanças na constituição genética da população: a seleção e os sistemas de acasalamento. Nas últimas décadas, essas ferramentas propiciaram um extraordinário progresso de diversas características de interesse econômico em várias espécies.

A seleção pode ser natural ou artificial. A seleção natural ocorre quando fatores da natureza determinam os indivíduos que deixarão descendentes. A seleção artificial ocorre quando esta decisão é tomada pelo homem. Assim, a seleção artificial é a escolha de animais que serão pais da próxima geração, determinando quantos descendentes deverão produzir e por quanto tempo deverão permanecer em reprodução na população. A seleção promove duas alterações no rebanho: a primeira delas é quanto à constituição genética e a segunda é quanto às mudanças na média observada do fenótipo (ou desempenho).

Desta forma, para fazer seleção é necessária a identificação dos animais geneticamente superiores, isto é, que possuam maior valor genético aditivo¹, como pais da próxima geração.

Os sistemas de acasalamento têm por definição a maneira como esses indivíduos vão se reproduzir, podendo ser baseado no fenótipo ou no genótipo. Os acasalamentos dirigidos, que podem tomar como base o fenótipo dos animais, são denominados de acasalamentos preferenciais positivos ou negativos, e os acasalamentos guiados pelo parentesco são nomeados de endogamia ou exogamia.

No processo de melhoramento genético, a primeira etapa é a identificação de animais com elevado potencial genético. Contudo, a escolha de animais com maior valor genético aditivo não é uma tarefa fácil, pois o produtor ou criador consegue observar apenas o desempenho do animal, o qual envolve tanto fatores genéticos hereditários, quanto fatores ambientais, não transmissíveis à progênie. Com isto, os programas de avaliação genética têm a função de disponibilizar aos criadores participantes, relatórios do desempenho devido ao componente genético dos animais, por meio da utilização de modelos genético-quantitativos, visando auxiliar a seleção e descarte para obtenção de maiores ganhos genéticos. Além disso, os produtores que não participam dos programas de avaliação genética podem se beneficiar pelo uso de sêmen de touros provados, a partir das DEPs (Diferença Esperada na Progênie) disponíveis nos sumários de touros, “difundindo” genética de qualidade em seus rebanhos.

Capítulo 2 - Identificação animal

2.1. Necessidade de identificação permanente, tatuagem e/ou marca a fogo

A identificação de todos os animais (produtos, touros e vacas) é pré-requisito básico para o monitoramento individual, controle de produção e melhoramento genético dos rebanhos.

¹ Soma dos efeitos aditivos de todos os alelos que afetam o desempenho do indivíduo em uma determinada característica. Metade desse valor é transmitido à progênie através dos gametas.

Todos os animais devem ser identificados de forma permanente e única (dentro do mesmo rebanho) já nos primeiros dias de vida, sendo que os responsáveis pelo manejo da identificação devem estar bem treinados e orientados sobre os procedimentos.

Assim, antes de iniciar o trabalho, devem-se definir as funções de cada integrante da equipe, além de promover treinamentos e reciclagem para qualificação da mão de obra. Para maiores detalhes, incluindo passo a passo sugerimos a publicação “Boas Práticas de Manejo – Identificação” (Schmidek et al., 2014).

A grande maioria das associações de raça em bovinos de corte exige pelo menos a tatuagem permanente e única dentro do mesmo rebanho, para poder registrar um animal. Este sistema de identificação pode ser de diversas maneiras, por exemplo: a) números sequenciais em uma safra concatenando o ano de nascimento (ex.: O primeiro e o décimo oitavo animal nascidos em 2012 são tatuados como “12012” e “182012”, respectivamente. O primeiro e o décimo oitavo animal nascidos em 2013 são tatuados como “12013” e “182013”, respectivamente.); ou b) números sequenciais em uma safra concatenando uma letra, depois duas letras e assim sucessivamente (ex.: O primeiro e o décimo oitavo animal nascidos em 2012 são tatuados como “A1” e “A18”, respectivamente. O primeiro e o décimo oitavo animal nascidos em 2013 são tatuados como “B1” e “B18”, respectivamente.); ou c) números sequenciais concatenando uma letra, depois duas letras e assim sucessivamente (ex.: O primeiro e o décimo oitavo animal nascidos em 2012 são tatuados como “A1” e “A18”, respectivamente. Depois, no ano seguinte, como nasceram 400 bezerros, o primeiro e o décimo oitavo animal nascidos em 2013 são tatuados como “A401” e “A418”, respectivamente).

Algumas associações de raça em bovinos de corte exigem, além da tatuagem permanente e única dentro do mesmo rebanho, uma marca a fogo para poder identificar e registrar um animal.

Esta marca a fogo geralmente é feita em locais de fácil visualização, sendo seu posicionamento no corpo do animal definido por lei, pelas associações de criadores ou pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (geralmente usada nos membros anteriores ou posteriores abaixo da linha do ventre).

2.2. Identificação de fácil visualização

Além de tatuar o animal, uma identificação de fácil visualização é a utilização de brincos, especialmente por ser um método de fácil aplicação, comparado com a marca a fogo e de boa visibilidade (Figura 1). Como para os demais métodos de identificação, é preciso que os procedimentos para a aplicação dos brincos sejam realizados de forma correta e segura, minimizando os riscos de acidentes e de falhas no processo para posteriormente não registrar dados errados. O principal ponto crítico da utilização de brincos é a falha na retenção, resultando na perda da identificação dos animais. Desta forma, outra identificação, como a tatuagem e/ou a marca a fogo é primordial.

Foto: Arquivo Embrapa Pecuária Sul



Figura 1. Brinco para identificação individual e o seu respectivo “botton”.

2.3. Identificação eletrônica

A identificação eletrônica pode ser feita no animal, com o intuito de facilitar a identificação e a coleta de dados. Geralmente são utilizados os brincos auriculares (como o “botton”, Figura 1), o “bolus intra-ruminal” ou o implante de “chip” subcutâneo. Esta tecnologia utiliza a identificação por frequência de rádio para transmitir os dados de determinado animal para um leitor que tenha capacidade de armazenamento.

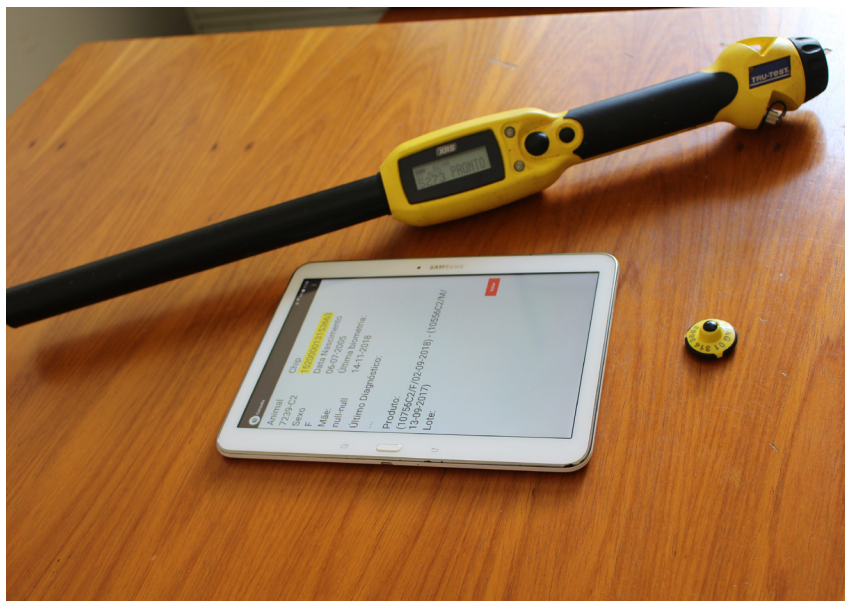


Foto: Embrapa Pecuária Sudeste

Figura 2. Chip eletrônico (“botton”), leitor e tablet.

Capítulo 3 - Controle de reprodução

3.1. Estação de monta

A estação de monta é um ponto importante em rebanhos que fazem avaliação e melhoramento genético, pois para poder estimar o valor genético dos animais, grupos destes devem ser criados nas mesmas condições, com o intuito de padronizar os efeitos ambientais, para posteriormente inferir sobre o desempenho em função da genética deles. Assim, uma estação de nascimento concentrada, ou seja, com um período máximo de 90 dias é primordial.

Outras vantagens da estação de monta relacionam-se à melhoria dos índices reprodutivos, devido ao fato de que pode ser feito todo um planejamento alimentar e avaliação prévia das vacas, novilhas e touros; melhoria da seleção com descarte prévio de vacas improdutivas e touros subfêrteis; facilitar o planejamento do manejo do rebanho, com nascimentos mais concentrados e posterior acompanhamento dos animais com idades mais próximas.

Antes de começar a estação de monta, deve-se programar como ficarão alocados os lotes de vacas, com a finalidade de se ter o controle dos pais. Geralmente, tem-se uma proporção de 30 vacas para cada touro em um único lote de animais, sendo que este touro tenha passado por um exame andrológico, alguns dias ou semanas antes de iniciar a estação de monta. No caso de utilizarem lotes grandes de vacas, com reprodutores múltiplos (RM), aconselha-se não utilizar mais que três touros por lote de no máximo 100 vacas. Para uma melhor avaliação genética, o uso de RM deve ser evitado, principalmente no acasalamento de novilhas, uma vez que ainda não se tem informações de desempenho da mãe. Além disso, dificulta a determinação da paternidade, sendo esta informação crucial para proceder às avaliações genéticas.

Quando se utiliza inseminação artificial (IA) ou inseminação artificial em tempo fixo (IATF), deve-se lembrar de obedecer ao tempo de cada protocolo para utilizar um outro touro de repasse, com o intuito de melhorar a taxa de prenhez e ter o controle dos pais, sempre satisfazendo um período máximo de 90 dias de estação de nascimento para os produtos contemporâneos. A escolha do sêmen e dos touros deve ser feita com base em valor genético e será discutida ao longo da cartilha, assim como os acasalamentos.

3.2. Controle de nascimentos

Como comentado anteriormente, o controle dos animais deve ser feito nos primeiros dias de vida do produto, por pessoas treinadas e qualificadas. Primeiramente, o criador deve ter a identificação única de cada animal e fazer as mensurações nas épocas adequadas. Sendo que, geralmente, em bovinos de corte se faz controle dos animais em três momentos, no nascimento, ao desmame e ao sobreano, para depois proceder à avaliação genética e consequentemente à seleção e ao descarte. Assim, para um andamento adequado das avaliações genéticas, o criador deve saber montar seus lotes de manejo, de maneira correta (ver Capítulo 4) e evitar alterar estes lotes, até o momento da última mensuração dos fenótipos (mais detalhes no capítulo a seguir).

3.3. Peso ao nascer, ao desmame e ao sobreano

No momento do nascimento, ou seja, nos primeiros dias do nascimento do produto, além da identificação do animal (bezerro ou bezerra) e da vaca (mãe), o tratador responsável deve fazer a cura do umbigo, pesagem e anotação das ocorrências em uma planilha de campo, para posteriormente ter estes dados armazenados em um sistema de informação. Coletar o peso ao nascimento é importante, principalmente para raças onde há maior ocorrência de partos distócicos e este valor do peso ao nascer precisa estar sob controle, na escolha dos animais para reprodução.

Como a maioria dos programas de avaliação e melhoramento genético em gado de corte fazem avaliações ao desmame (aos 205 dias de idade) e ao sobreano (aos 550 dias de idade), estas duas épocas são momentos que se deve ter muita atenção na coleta de dados de campo. Pois no desmame, por exemplo, os dados de peso ao desmame do bezerro é uma importante observação para se estimar valor genético da habilidade materna da vaca (mãe). No momento do sobreano, quando o produto tem aproximadamente 18 meses, seu peso, por exemplo, é uma importante fonte para saber o valor genético dos critérios de seleção (características) referentes ao desempenho.

Capítulo 4 – O que são e para que servem os grupos contemporâneos?

As diferenças observadas no desempenho dos animais nas características de interesse econômico são devidas, não somente às variações de potencial genético, mas também ao ambiente de criação destes animais. O grupo contemporâneo é a unidade básica de comparação de desempenho, dentro do qual é considerado que todos os animais tiveram as mesmas condições para demonstrar seu desempenho (fenótipo). Portanto, nas avaliações genéticas, são considerados animais de um mesmo grupo contemporâneo: animais que desde o nascimento, até o momento da avaliação fenotípica (desmama e/ou sobreano) estiveram no mesmo rebanho, ano e estação de nascimento, além de animais do mesmo sexo e que tenham sido criados em um mesmo regime alimentar e lote ou grupo de manejo.

4.1. Dicas para formação de grupos de manejo

Para um andamento adequado das avaliações genéticas, o criador deve saber montar seus lotes ou grupos de manejo de maneira correta e evitar alterações desde o nascimento até o momento da última mensuração dos fenótipos. A definição adequada dos grupos de manejo é essencial à qualidade das avaliações genéticas e, dentre os aspectos envolvidos, a indicação do regime alimentar e dos grupos de manejo são os itens mais críticos. Estas informações são úteis para obterem-se estatísticas e desempenhos médios dos rebanhos. Além disso, uma vez formados os grupos de manejo, o criador deve ter o cuidado de não alterar os animais deste respectivo lote até o momento da mensuração final dos dados (avaliação), que geralmente é próxima ao sobreano. Ou pelo menos manter grupos razoavelmente grandes de animais manejados na mesma condição. Normalmente, o número de animais no grupo será limitado pela capacidade de suporte de um determinado sistema de pastejo. Um exemplo de formação de grupos é no momento da desmama, pois, geralmente, dentro de um lote, existem bezerros machos e fêmeas, sendo que para a avaliação genética, este lote, na verdade, é separado como dois grupos de contemporâneos (um com os machos e outro com as fêmeas). Assim, no momento da desmama quando for refazer os grupos de manejo, deve-se tentar manter os animais no mesmo grupo e separá-los de acordo com o sexo, podendo até juntar todos os machos de um determinado lote, com todos os machos de outro lote, por exemplo, evitando juntar metade dos machos de um lote com um terço dos machos de outro lote.

Feito todo controle dos animais, como identificação, mensuração dos fenótipos, registro de genealogia e formação de grupos de manejo, os criadores encaminham os dados aos seus respectivos programas de avaliação genética e melhoramento animal que conduzem as avaliações genéticas e retornam as DEPs para os criadores procederem à seleção e ao descarte, além dos acasalamentos.

Capítulo 5 – O que devemos melhorar?

Os criadores e técnicos responsáveis devem estar sempre familiarizados com os catálogos e sumários de touros, consultando tais valores antes dos leilões ou pedidos de sêmen. A compra de material genético, antes de qualquer coisa, é uma compra técnica. Estar atualizado no significado dos termos técnicos de avaliação de reprodutores é uma importante ferramenta, tanto de compra quanto de venda. As DEPs são essenciais para a decisão de cada criador, que deve ter a liberdade de melhorar seu rebanho segundo seus conceitos e ideias, que geralmente estão ligados ao retorno financeiro. Portanto, o responsável pela seleção deve ter bem claro o conceito de critério e objetivo de seleção. Pois, cada sistema de produção tem algumas particularidades que podem não ser a realidade de outros sistemas. Assim, o criador deve saber o que ele deve melhorar em seu rebanho e comparar as DEPs dos reprodutores disponíveis, de acordo com os objetivos de seleção que trarão maior lucro financeiro ao seu respectivo sistema.

Objetivos de seleção são as características biológicas relacionadas à economia do sistema como um todo, considerando todas que influenciam a receita e a despesa de todo o sistema de produção, assim, de acordo com cada sistema e do mercado consumidor, o desempenho atual do sistema pode influenciar na escolha dos objetivos de seleção (Ponzoni; Newman, 1989). Geralmente em bovinos de corte, os objetivos de seleção que possuem impacto econômico estão relacionados com a sobrevivência, fertilidade e consumo de alimentos de um determinado rebanho. A fertilidade e sobrevivência são exemplos de objetivos de seleção e, por sua vez, explicadas pelo número de animais produzidos e perdidos durante o ciclo, o que influencia diretamente a lucratividade do sistema. Para atingir os objetivos de seleção e melhorar a lucratividade do sistema, é necessário definir os critérios de seleção que, correlacionados aos objetivos de seleção, determinarão a resposta à seleção e a lucratividade do sistema como um todo.

Uma maneira de se comparar a importância econômica dos objetivos de seleção é pela estimativa do seu valor econômico aliado à variabilidade genética. Desta maneira, tem-se uma ideia da importância relativa de cada objetivo de seleção, específico de cada sistema. Lembrando que o valor econômico de um específico objetivo de seleção pode mudar conforme muda o sistema de produção (ver Capítulo 8). Por exemplo, o peso ao desmame de bezerro provavelmente tem um alto e positivo valor econômico em um sistema onde o produtor vende bezerro ao desmame. Contudo, o peso ao desmame em outro sistema de produção chamado de recria e engorda, ou deve ter um baixo valor econômico ou até mesmo um valor econômico negativo. Pois nesse sistema de recria e engorda os objetivos de seleção mensurados próximos ao sobreano assumem uma importância maior.

Capítulo 6 – O que e como devemos medir os animais?

6.1. Critérios de seleção – tradicionais

O critério de seleção nada mais é do que o conjunto de caracteres que devem ser geneticamente melhorados. É utilizado para praticar a seleção, visando ao progresso no objetivo de seleção. Assim, critérios de seleção são as características que os programas de avaliação genética utilizam para estimar o valor genético dos animais. Desta forma, as características incluídas nos índices de seleção (os critérios de seleção) são os meios utilizados para modificar os objetivos de seleção (Ponzoni; Newman, 1989).

Algumas vezes, os objetivos de seleção podem ser as mesmas características consideradas como critérios de seleção, dependendo da facilidade de coleta deste fenótipo, do custo ou da técnica de medição. Para determinar quais os critérios de seleção mais adequados e a maneira como estes devem ser ponderados em um índice, é necessário envolver uma série de fatores, tais como: o grau da herdabilidade, a correlação e a facilidade de mensuração do critério de seleção, a variação fenotípica e a importância econômica do objetivo de seleção. Por exemplo, como citado anteriormente, o peso ao desmame do bezerro é um critério de seleção (podendo ser um objetivo de seleção em um determinado sistema de produção), em que um dos objetivos é avaliar a habilidade materna das vacas (mães). Outros detalhes sobre índice de seleção estão no Capítulo 8.

6.1.1. Características reprodutivas

Os critérios de seleção relacionados com as características reprodutivas são o intervalo entre parto, primeiro intervalo entre parto, idade ao primeiro parto, probabilidade de prenhez precoce, entre outros, que afetam diretamente a lucratividade do sistema, por influenciar o número de animais produzidos. São características, no entanto, com alta influência ambiental, ou seja, com herdabilidades de baixa a moderadas, respondendo de maneira mais demorada ao processo de seleção.

Outro exemplo de critério de seleção reprodutivo é o perímetro (ou circunferência) escrotal, pois este está relacionado com a fertilidade dos animais, sendo que o criador não irá se beneficiar diretamente do reprodutor que tem um grande perímetro escrotal, mas sim, dos ganhos em fertilidade que este reprodutor irá disseminar no rebanho, apesar de ser uma característica limitada ao sexo, ou seja, não se expressa em fêmeas. O perímetro escrotal, por ser uma característica de mensuração facilmente obtida, com alta repetibilidade e herdabilidade, vem sendo amplamente utilizada em programas de melhoramento genético em bovinos, e também é correlacionado com o ganho de peso (peso ao nascimento, peso ao desmame e peso ao sobreano), além das características reprodutivas citadas anteriormente.

A mensuração do perímetro escrotal, preferencialmente deve ser feita pela mesma pessoa em um grupo de manejo, com fita métrica adequada, para minimizar possíveis erros na tomada da medida, como apertar ou afrouxar demais a fita. Deve ser feita em tronco de contenção, com proteção para evitar acidentes com o animal e o avaliador.

6.1.2. Crescimento

Crítérios de seleção relacionados ao crescimento são importantes em sistemas que têm seu lucro financeiro ligado ao abate do animal, em que o tempo para o animal crescer e o montante de peso remunera ou afeta as despesas do sistema. Como mencionado anteriormente, os critérios de seleção, como peso em determinadas idades estão relacionados com a taxa de crescimento do animal. Além disso, de posse dos pesos, podem-se calcular ganhos médios diários entre dois determinados períodos, por exemplo, ganho médio diário entre o desmame e o sobreano.

6.1.3. Qualidade de carcaça

Programas de melhoramento genético da carcaça vêm procurando padronizar a qualidade da carne e conseqüentemente agregar valor a esse produto. Basicamente, quando se debate o melhoramento de carcaça, pode-se discutir o objetivo de seleção de duas formas: 1º) em termos de rendimento e 2º) de qualidade de carne, que pode ser dividida em aspectos sanitários e características sensoriais da carne. Os atributos sensoriais mais apreciados pelos consumidores e, por isso considerados mais importantes durante a produção animal, são sabor e maciez (Boleman et al., 1998).

Muitos são os fatores que podem influenciar a qualidade das carcaças e das carnes, contudo, estes fatores podem ser controlados nas diversas etapas da produção da carne, por meio de manipulação dos fatores intrínsecos, como escolha de raças/linhagens, do gênero, da idade e dos fatores extrínsecos ao animal como instalações, nutrição, gestão da produção e manejo (Kuhl et al., 2013).

O componente de maior variação na carne é a gordura, a qual pode variar grandemente em função da genética e da dieta do animal. Neste sentido, a porcentagem de gordura, tanto subcutânea, quanto intramuscular na carcaça, assim como a maciez, são fatores que afetam diretamente a qualidade da carne, mais especificamente as características sensoriais (Boleman et al., 1998).

Estudos reportam que uma carcaça de qualidade deve apresentar quantidade de gordura suficiente para garantir sua preservação e características desejáveis para o consumo. Desta forma, existem várias maneiras de mensurar a qualidade da carcaça com o objetivo de melhorar as características sensoriais da carne. A técnica da ultrassonografia permite a avaliação das características na carcaça por um procedimento não invasivo e sem deixar resíduos nocivos na carne dos animais. Além disso, a escolha de reprodutores “melhoradores” das características de carcaça, em termos de rendimento, pode ser feita por meio da seleção de animais mais musculosos, ou seja, com maiores áreas de olho de lombo (AOL). A AOL está relacionada com a musculabilidade da carcaça, ou seja, com maiores quantidades de carne presente nesta, o que tem impacto na diminuição dos custos fixos do processamento de sua carcaça dentro do frigorífico e da produção de um animal, pois é mais barato depositar carne do que gordura na carcaça.

Estudos têm demonstrado que a utilização da técnica do ultrassom no melhoramento animal pode ser uma ferramenta objetiva e acurada na seleção para musculabilidade, cobertura de gordura, marmoreio e rendimento de carne à desossa (Perkins et al., 1992; Wilson, 1992; Herring et al., 1998). Além disso, a tecnologia de ultrassom possibilita acabar com a problemática da subjetividade das avaliações visuais da composição corpórea dos animais in vivo, sendo assim, é possível conhecer o momento ideal de abate, acarretando em redução de custos para o produtor devido à redução de mão de obra destinada ao manejo e de alimentação aos animais. Segundo Yokoo et al. (2009, 2011), atualmente, as características de qualidade da carcaça obtidas por ultrassom em tempo real mais utilizadas em áreas tropicais e subtropicais são:

a) AOL (cm²) – Área de olho de lombo, que é a área de uma secção transversal do músculo Longissimus dorsi entre as 12^a e 13^a costelas, frequentemente utilizada como característica indicadora de musculabilidade.

b) EG (mm) – Espessura de gordura subcutânea na costela, que é a espessura do depósito de gordura subcutânea entre as 12^a e 13^a costelas. É uma característica indicadora do grau de acabamento da carcaça, o qual determina a qualidade da carne por proteger a carcaça no resfriamento e também pelas questões sensoriais já mencionadas.

c) EGP8 (mm) – Espessura de gordura subcutânea na garupa, que é a espessura do depósito de gordura subcutânea na garupa entre o íleo e o ísquio. É também uma característica indicadora do grau de acabamento da carcaça, e a sua deposição inicia-se mais cedo que o das costelas (Yokoo et al., 2008). Esta característica, assim denominada em função de um determinado pesquisador na Austrália que marcou vários pontos para obter a gordura subcutânea na garupa do animal. Dentre esses pontos, o de número oito foi o que mostrou maior consistência para tal mensuração, pois se situava na intersecção dos músculos Gluteus medius e Biceps femoris, localizados entre o ílio e o ísquio do animal.

d) GI (%) – Porcentagem de gordura intramuscular, que é uma característica indicadora de marmoreio no músculo Longissimus dorsi entre as 12^a e 13^a costelas.

As mensurações de ultrassonografia in vivo devem ser feitas por técnico ou empresa especializada, com equipamento adequado. Os animais não devem estar em jejum e muito menos em restrição hídrica, pois isso pode comprometer as medidas dos músculos.

6.2. Novas características não convencionais

6.2.1. Resistência aos parasitas

Um dos principais ectoparasitas que ocasionam perdas diretas e indiretas pela transmissão de riquetsias e de parasitos do gênero *Babesia* e *Anaplasma* que causam a Tristeza Parasitária Bovina (TPB) e pelo alto custo de seu controle é o carrapato *Rhipicephalus microplus*.

O carrapato, além de se alimentar do sangue dos bovinos causando perdas que variam entre 1,18 e 1,37 gramas de peso por dia do referido animal (Jonsson, 2006).

Atualmente principalmente os produtores que trabalham com raças de origem taurina vêm tentando controlar a infestação de carrapatos no intuito de amenizar os problemas sanitários nas propriedades, que causam visíveis quedas na produção dos animais, ou até mesmo, o prejuízo com medicamentos no tratamento, ou pior, a morte do referido animal. Assim, uma maneira de controlar o carrapato é a seleção de animais que têm um menor número de carrapatos, utilizando o critério de seleção, contagem de carrapato em uma lateral do corpo do animal. De acordo com Cardoso et al. (2015), este fenótipo tem uma moderada herdabilidade ($0,19 \pm 0,03$) e repetibilidade ($0,29 \pm 0,01$), comprovando que esta característica é passível de seleção.

O controle do carrapato através de seleção de animais mais resistentes pode ser uma alternativa de longo prazo ao uso de produtos químicos. Para se obter sucesso nessa estratégia é fundamental a obtenção de fenótipos confiáveis. Com esse propósito, Gúlias Gomes et al. (2010) desenvolveram um protocolo de fenotipagem para seleção de bovinos para resistência ao carrapato, na Embrapa Pecuária Sul. A seguir destacamos os principais aspectos desse procedimento:

a) Formação dos lotes ou grupos de manejo: No intuito de se proceder à avaliação genética (Capítulo 7 em diante) e poder selecionar animais que tenham menores contagem de carrapatos é importante observar as premissas de formação de grupos de contemporâneos, conforme detalhado no Capítulo 4. Além disso, neste caso, é importante que animais do mesmo grupo de manejo tenham recebido os mesmos tratamentos sanitários e que tenham sido avaliados na mesma data e em um intervalo de tempo menor possível entre o primeiro e o último animal do mesmo lote, avaliado pela contagem de carrapatos. Quanto maior o número de animais nesse grupo de contemporâneos, melhor a avaliação genética, pois melhor se identificam as diferenças entre animais, dentro de uma distribuição de fenótipos. Contudo, deve-se ficar atento à fenotipagem, pois a grande maioria dos animais do mesmo grupo deve apresentar a contagem de carrapato, ou seja, expressar o fenótipo;

b) Determinação do momento da fenotipagem: O momento da contagem de carrapatos deverá ser definido considerando-se as épocas de maior incidência do ectoparasita e o nível de infestação da propriedade, de forma que haja infestação suficiente para permitir a diferenciação entre indivíduos sensíveis e resistentes ao carrapato (Gulias Gomes et al., 2010).

c) Padronização da técnica de contagem de carrapatos: A metodologia tradicional usada para o monitoramento de infestações consiste na contagem de fêmeas adultas do carrapato que tenham entre 4,5 e 8,0 mm de comprimento em um dos lados do corpo do bovino (Wharton; Utech, 1970). Durante a contagem, é indispensável passar a mão no corpo do animal para sentir os carrapatos escondidos sob o pelo (Gulias Gomes et al., 2010). As contagens devem ser realizadas em todo o lote nas primeiras horas do dia, preferentemente até às 10h da manhã, pois as fêmeas ingurgitadas tendem a se desprender do corpo do animal nas horas mais quentes do dia. Além disso, os animais deverão ser trazidos ao local de manejo na tarde anterior ao dia da contagem para evitar a queda antecipada de carrapatos pelo movimento dos animais (Gulias Gomes et al., 2010). O grau de infestação de cada animal deverá ser avaliado no mínimo em duas contagens consecutivas, com intervalos de trinta ou mais dias, e cada lote deve ser avaliado pela mesma pessoa treinada para proceder à fenotipagem. Os dados de identificação do animal, data da avaliação, potreiro onde o grupo permaneceu entre as contagens e o manejo sanitário deverão ser registrados para posterior análise.

Outros prejuízos causados por parasitas em bovinos de corte são os decorrentes da verminose gastrointestinal (endoparasitas). De acordo com Melo e Bianchin (1977), em média, cada animal pode pesar cerca de 40 kg a mais, quando comparado com bovinos não vermifugados e com uma alta carga parasitária, representando uma diferença de 20% de peso vivo em animais com idades entre doze e vinte quatro meses. Assim, uma maneira de controlar a infecção por nematoides gastrintestinais é a seleção de animais que têm um menor número de contagem de ovos de nematoides gastrintestinais por grama de fezes (OPG).

De acordo com Passafaro et al. (2015), o fenótipo OPG tem uma herdabilidade que varia de baixa a moderada magnitude (0,06 a 0,33), comprovando que esta característica também é passível de seleção.

6.2.2. Temperamento

Um critério de seleção utilizado para selecionar animais objetivando o melhoramento do temperamento é a velocidade de fuga (Burrow et al., 1988). A velocidade de fuga é uma medida que Burrow et al. (1988) adaptaram da mensuração da distância de fuga (Fordyce et al., 1982). A velocidade de fuga mede a velocidade com que o animal sai do tronco de contenção ou balança, assumindo-se que os animais mais velozes são os mais reativos, ou seja, que têm um temperamento mais agressivo. Este fenótipo é mensurado com a utilização de um equipamento composto por dois pares de células fotoelétricas, instaladas na saída do tronco de contenção a uma distância de aproximadamente 2 metros entre eles. Assim, quando o animal passa pelo primeiro par de células fotoelétricas é disparado um cronômetro, que é parado assim que o animal passa pelo segundo par de células. Desta maneira, a velocidade de fuga é calculada pelo tempo em que o animal percorre uma determinada distância, após um manejo.

Outro critério de seleção associado ao temperamento é a medida de reatividade do animal (Maffei et al., 2006). Este fenótipo é mensurado por meio de um dispositivo eletrônico acoplado ao brete, adotando um mecanismo que quantifica a frequência e a intensidade da movimentação do animal por um determinado tempo (geralmente entre 10 e 20 segundos, Figura 3), assim que o animal entrou no brete e o portão foi fechado (Maffei et al., 2006).

Outras medidas como escore de temperamento e distância de fuga também são critérios de seleção praticados com o intuito de melhorar o temperamento dos animais no rebanho. Quando são realizadas as medidas de temperamento, maiores cuidados devem ser tomados, como: evitar trazer ao curral muitos lotes e que esses fiquem aguardando por longos períodos, conduzir os animais pelo brete com estresse mínimo, não realizar outros serviços no dia ou em dia muito próximo à avaliação (curativos, recolocação de brincos, vacinação etc.), permanecer no brete somente as pessoas essenciais ao manejo (evitar barulhos, conversas, obras, serviço de trator etc. no curral ou local muito próximo), disponibilizar água para os lotes em espera e realizar a avaliação no período mais fresco do dia (o que nem sempre é possível para grandes quantidades de animais).

Foto: Walsiara Estanislau Maffei



Figura 3. Aparelho REATEST® acoplado à balança mostrando avaliação de animal relativo.

6.2.3. Eficiência alimentar

Como na pecuária de corte a margem de lucro do produtor tem sido pequena, pecuaristas vêm constantemente tentando melhorar os índices produtivos, buscando uma melhor eficiência no sistema de produção como um todo. Assim, um critério de seleção que se tem interesse é a utilização da eficiência alimentar nos índices econômicos de seleção, buscando alcançar uma maior rentabilidade econômica.

A eficiência alimentar de um bovino pode ser mensurada pela quantidade de alimento ingerido dividido pelo ganho de peso, ou seja, pela conversão alimentar que este animal obteve. Contudo, este fenótipo (conversão alimentar) é muito correlacionado com o estado fisiológico, a idade, o peso e o ganho de peso do animal, podendo levar a um aumento do tamanho do rebanho, e consequentemente, a um acréscimo nas exigências de manutenção dos animais (Figura 5). Desta forma, dois critérios de seleção que podem ser acrescidos nos índices, que levam em conta as exigências de manutenção e o crescimento, são o consumo alimentar residual (CAR) e o ganho de peso residual (GPR), propostos por Koch et al. (1963). Para se ter uma ideia, Basarab et al. (2003) estimaram uma correlação praticamente nula entre CAR e ganho médio diário, enquanto que a correlação entre a conversão alimentar e ganho médio diário foi -0,60.

O CAR é um critério de seleção (fenótipo) calculado pela diferença entre o consumo real e a quantidade de alimento que o animal deveria comer levando em consideração sua exigência de manutenção e o seu crescimento (Figura 4). Ou seja, o CAR, por meio de equações matemáticas, “corrige” o consumo de alimento para as necessidades de manutenção e produção. Assim, um animal mais eficiente tem um consumo alimentar observado (real) menor do que o que se previa para aquele determinado tamanho, ganho de peso e taxa de manutenção. As estimativas de herdabilidade para o CAR variam entre 0,26 e 0,39 (Koch et al., 1963; Arthur et al., 2001; Basarab et al., 2003, Del Claro et al., 2012), indicando que este fenótipo pode ser utilizado como critério de seleção.

O critério de seleção GPR é calculado pela diferença entre o ganho médio observado (real) e o previsto, com base no consumo de alimento e o peso. Assim como o CAR, o GPR, por meio de equações matemáticas, “corrige” o ganho de peso pelo consumo de alimento ajustado para as necessidades de manutenção e produção. As estimativas de herdabilidade para o GPR são de magnitudes moderadas a baixa, indicando que este fenótipo pode ser utilizado como critério de seleção, sendo que Berry e Crowley (2012) estudando touros de origem taurina, nos EUA reportaram herdabilidade de 28% e Grion (2012), no Brasil, avaliando animais da raça Nelore relataram uma estimativa de herdabilidade de 12%.



Figura 4. Macho castrado da raça Canchim em avaliação para eficiência alimentar por meio do equipamento Growsafe®.

Capítulo 7 – O que são e para que servem as avaliações genéticas?

Nas últimas décadas, as ferramentas do melhoramento genético animal citadas anteriormente, como as técnicas de seleção e sistemas de acasalamentos propiciaram um extraordinário progresso de diversas características de interesse econômico em várias espécies. Como exemplo, Havenstein et al. (2003) ressaltou que o melhoramento genético representou mais de 85% dos ganhos em desempenho das características de crescimento de aves de corte comparado com os ganhos em desempenho obtidos pela parte da nutrição, entre outros ganhos.

Especificamente em bovinos, três desenvolvimentos científico-tecnológicos revolucionaram o melhoramento genético e proporcionaram maiores avanços em termos de progresso genético. O primeiro refere-se às técnicas de inseminação artificial permitindo a utilização intensiva de touros provavelmente superiores em diversos locais, disseminando dessa forma, o melhor material genético.

O segundo desenvolvimento foram os modelos estatísticos com os efeitos mistos (modelos mistos) para proceder à avaliação genética estimando os valores genéticos dos animais, e posteriormente a seleção de candidatos a reprodutores. A vantagem da avaliação genética é poder comparar rebanhos com diferentes níveis de manejo e criação, de diversas fazendas, pois os modelos mistos possibilitam as análises de dados desbalanceados complexos, envolvendo efeitos aleatórios (genéticos) e fixos (ambientais), em um único diagnóstico.

O terceiro desenvolvimento foram os computadores modernos, os quais permitiram o processamento de milhares de medidas de muitos animais, de diversas fazendas, de várias características simultaneamente.

Assim, como já foi preconizado anteriormente, para aplicar esses desenvolvimentos científico-tecnológicos que revolucionaram o melhoramento genético, necessita-se avaliar o mérito genético de um animal (avaliação genética), que nada mais é do que estimar o seu valor genético aditivo, que é o único efeito genético que se pode estimar quantitativamente e que não depende da interação entre genes, quer de dominância (que depende da ação dos genes que têm origem no outro ancestral parental), quer de epistasia (muito mais complexa, pois depende da composição gênica de cada locus de ambos os progenitores e de sua interação).

Outra vantagem da avaliação genética em relação à seleção pelo fenótipo, e/ou por julgamento de reprodutores em feiras de exposição, está no fato de que quando a avaliação genética é feita, obtêm-se o valor genético aditivo do animal, ou seja, aquela genética que é transmitida de pai para filho. Garante-se, desta maneira, a perpetuação dos melhores genes, enquanto a seleção baseada somente no fenótipo pode ter como base fatores que não são genéticos e que não serão transmitidos para a progênie.

7.1. DEPs: informação objetiva para escolha dos pais da próxima geração

O produto da avaliação genética é a predição da DEP, que é metade do valor genético aditivo. Por definição, o valor genético aditivo estimado ("Estimated Breeding Value" ou EBV) de um animal é o valor que ele teria como reprodutor. A estimativa do valor genético aditivo é o que os rebanhos selecionadores vendem, pois expressa o potencial genético dos animais vendidos. Sempre falamos em estimativa, pois na verdade, jamais conheceremos com total precisão o valor que um animal tem como reprodutor, mas, por meio de metodologias diversas, é possível estimar com bastante credibilidade esse valor genético aditivo, que é passado de pai para filho.

Para melhor esclarecer, digamos que o desempenho dos animais, também denominado de valor fenotípico (P) de um animal para uma determinada característica, é resultado do patrimônio genético que o animal possui que é chamado de valor genotípico (G) e dos desvios de ambiente (E), existindo ainda uma interação entre os efeitos de genótipo e de meio ambiente (GE), já que alguns animais são superiores a outros em alguns ambientes, mas se tornam inferiores àqueles em ambientes diferentes.

Assim, o desempenho dos animais, seja qual for a característica estudada (peso à desmama, produção de leite, circunferência escrotal, espessura de gordura, altura da garupa, área de olho de lombo etc) poderá ser explicado por uma equação genética quantitativa simplificada:

[1] $P = G + E + GE$, em que, P é o fenótipo do animal (desempenho), G é o efeito de todos os genes e combinações gênicas que influenciam a característica, E é o efeito que os fatores externos (não genéticos) têm sobre o desempenho do animal para a característica e GE é a interação entre os efeitos genéticos e ambientais.

Sabe-se que os genes (alelos) estão situados nos cromossomos localizados no núcleo celular, e os bovinos, por sua vez possuem 30 pares de cromossomos, sendo que cada par é composto por um cromossomo proveniente do pai e um da mãe. Na divisão celular os pares de cromossomos se separam e assim, cada célula reprodutiva, ou seja, o gameta (espermatozoide ou óvulo) reúne a metade do número de cromossomos da célula original. Desta maneira, na formação de um novo indivíduo, durante a fertilização, cada cromossomo do espermatozoide se une ao seu análogo do óvulo para constituir uma célula geneticamente completa, com 60 cromossomos, ou seja, metade do material genético (genes) do pai e metade da mãe, sendo restabelecido o número original de cromossomos da espécie.

Vale ressaltar que os pais não transmitem todo o seu genótipo (G) aos descendentes e sim uma amostra aleatória da metade dos seus genes, dessa maneira, no processo de formação das células germinativas, os pares de genes são desfeitos, sendo que cada um destes pares são os responsáveis pela expressão das características dos indivíduos. Portanto, a parte do valor genotípico que é resultado das combinações entre genes (CG) não será transmitida para a progênie e apenas a parte do valor genotípico que resulta dos efeitos individuais dos genes será transmitida, que é chamada de genética aditiva (A). Consequentemente, o valor genotípico (G) pode ser decomposto em valor genético aditivo (A), que é a parte que resulta dos efeitos individuais e independentes dos genes e que é transmitida de forma previsível dos pais para os filhos, e no valor das combinações gênicas (CG), que resultam dos efeitos de combinações entre genes e que não são transmitidas de pais para filhos. Deste modo, o problema que temos é o de identificar os melhores animais para serem pais da próxima geração, isto é, os animais com melhores valores genéticos aditivos (A). Deve-se salientar que, embora CG e E possam ser muito importantes para o desempenho do animal, esses componentes não são transmitidos para a progênie.

Com esses novos conceitos (A e CG), podemos reescrever a mesma equação [1] acima, desta nova forma:

$$[2] \quad P = A + CG + E + GE$$

Como se pode observar nesta equação [2], a única informação que temos para conhecer (estimar) A são as observações ou medidas dos valores fenotípicos (P, desempenho mensurado). Assim, esta equação nos mostra que, infelizmente, o fenótipo (P) que medimos nos animais não demonstra diretamente sua qualidade ou potencialidade genética que é transmitida, como explicado no capítulo anterior.

Ainda por curiosidade, esta equação [2] pode ser expandida um pouco mais, particionando-se os efeitos de CG em efeitos de desvios de dominância entre alelos (D) e os efeitos epistáticos (I) que genes de um locus têm sobre outros, de outro locus. Desta forma, nossa equação [2] ficaria assim:

$$[3] \quad P = A + D + I + E + GE$$

Mais uma vez, deve-se ressaltar que os efeitos D e I não são transmitidos para a progênie, apesar de serem genéticos.

O valor genético dos animais depende da herdabilidade do caráter, pois quanto maior a herdabilidade, maior a concordância entre o genótipo e o fenótipo, “facilitando” a estimativa. Este valor genético também depende do número de informações (quanto maior este número, maior a confiança da estimativa do valor genético), do parentesco entre o animal avaliado e as fontes de informação (quanto mais próximo o parentesco, maior a ênfase que a informação deve ter), além dos chamados efeitos permanentes de ambiente, entre outras coisas.

7.2. Acurácia: o quanto podemos confiar nas DEPs?

A acurácia é uma medida de risco da DEP, que ajuda o responsável pelo manejo genético do rebanho na seleção de um reprodutor pela DEP. Assim, ela é dada como a correlação entre a estimativa do valor genético e o valor genético verdadeiro. Seu valor varia entre 0 (zero) e 1 (um), sendo que, quanto mais próximo do valor 1, melhor a acurácia, maior a segurança no valor estimado da DEP. Por exemplo, uma acurácia de 0,18 significa que apenas 18% da incerteza, ou risco, associado àquela DEP foi removido pelas informações disponíveis e, por outro lado, uma acurácia de 0,80 significa que 80% da incerteza associada à estimativa da DEP foi removida pelas informações disponíveis.

Esta medida da acurácia apenas permite que o selecionador tome as decisões sobre a intensidade de uso de um determinado reprodutor, que foi escolhido pela sua DEP. Portanto, o valor da acurácia não deve ser o critério para selecionar um reprodutor, pois este critério deve ser a DEP ou um valor de índice de seleção calculado pelas DEPs. Geralmente, touros mais velhos e com grande número de progênies possuem valores de acurácia mais altos e que variam pouco de um ano para outro. Seu uso, apesar de removida a incerteza, aumentará o intervalo de gerações e, conseqüentemente, reduzirá o ganho genético esperado (ver Capítulo 13).

Capítulo 8 – Como combinar diferentes DEPs em um único valor?

Na prática, em melhoramento genético de bovinos de corte, a seleção raramente é realizada para apenas uma característica, pois os criadores estão interessados em melhorar várias características ao mesmo tempo, o que denominamos de seleção multicaracterística. A finalidade da seleção multicaracterística é melhorar o valor genético ou o mérito líquido do objetivo de seleção na população, sendo que este valor genético é denominado de valor genético agregado e é o valor genético de um indivíduo para uma combinação de características. Basicamente, a seleção multicaracterística é dividida em três maneiras: a seleção unitária ou em tandem; a seleção usando níveis independentes de rejeição; e a seleção usando índices de seleção econômicos.

A seleção unitária ou em tandem é praticada para uma característica de cada vez, ignorando as demais, pois as características são ordenadas por sua importância e a seleção é feita primeiramente para a característica mais importante por várias gerações até que o nível desejado seja atingido. A seguir inicia-se a seleção para a segunda característica mais importante até que a mesma atinja o nível desejado, passando-se então para a terceira e assim por diante.

O método dos níveis independentes de rejeição permite a seleção concomitante para mais de uma característica, pois para cada característica é estabelecido um nível que o animal deve atingir para ser mantido para reprodução. A falha em atingir o nível determinado para qualquer uma das características de interesse faz com que o animal seja rejeitado. Este método não permite que ocorram compensações entre as características, isto é, se um animal apresentar níveis desejáveis para várias características, mas não atingir o estabelecido para somente uma delas, será rejeitado.

8.1. Índices de seleção e valor econômico

A seleção, por determinar quais genótipos participarão da formação da geração seguinte, reduz a amostra de genes capazes de serem encontrados na progênie. Ou seja, a progênie (geração seguinte) terá a mesma frequência gênica dos pais acasalados, alterando assim, a constituição genética do rebanho, de forma permanente, contínua e acumulativa. Diz-se até mesmo que o melhoramento genético é investimento e não custeio para a propriedade. Tal procedimento se busca em um programa de melhoramento genético, quando se deseja que somente os indivíduos melhores para os atributos de interesse deixem descendentes. Contudo, mesmo selecionando animais pela DEP, ainda se esbarra na questão de existirem várias DEPs, provenientes das diversas características avaliadas, para um mesmo animal, já que a decisão de incluir, ou não, determinada característica em um programa de avaliação genética e melhoramento animal depende muito da importância econômica, do potencial para ganho genético, dos custos de sua medição e dos interesses particulares de cada segmento da cadeia produtiva. Desta forma, para proceder à seleção, aconselha-se a utilização de um índice de seleção econômico.

Os métodos de seleção discutidos anteriormente não levam em conta o retorno financeiro do sistema como um todo, pois para definir o valor genético agregado para uma determinada situação não é preciso apenas determinar quais características são importantes para a seleção, mas também determinar um valor monetário relativo a cada característica, relacionado ao que cada caractere retornará ao sistema, em termos financeiros, para depois definir qual é o melhor animal. A seleção utilizando os índices de seleção econômicos reúne informações de diferentes fontes e de várias características em um só valor para cada animal. Esta seleção realiza-se ordenando os indivíduos da população de acordo com seus índices. Desta forma, a prática de seleção multicaracterística, além de envolver uma teoria genética, reúne os princípios de seleção e as noções de valor monetário das características, isto é, o valor econômico que cada característica pode retornar ao sistema de produção. O valor econômico é, em termos monetários, o lucro financeiro esperado para cada mudança na unidade de uma determinada característica em relação ao melhoramento genético desta.

É necessário construir modelos bioeconômicos para estimar estes valores econômicos e os resultados obtidos mostram a importância de cada objetivo de seleção em todo ciclo produtivo de bovinos de corte (Ponzoni; Newman, 1989).

Os índices de seleção econômicos são flexíveis no sentido de que cada característica recebe uma ponderação, maximizando o retorno econômico do sistema, e desta forma, a superioridade em uma característica pode compensar a inferioridade em outra, o que não sucede com os níveis independentes de rejeição, por exemplo.

Geralmente, cada sistema de produção pode ter um índice ideal, ou um conjunto de características, que são úteis para seu programa de melhoramento, sendo que a importância atribuída a cada característica também pode variar entre sistemas, dependendo das receitas e lucros. Para quem trabalha com a fase de cria e produz bezerros para venda, por exemplo, o peso à desmama e o número de bezerros por vaca é um componente determinante na renda bruta. Assim, estes índices são influenciados, por sua vez, pela habilidade materna, pelas taxas reprodutivas e pela facilidade de parto.

Capítulo 9 – Como percentis e DECAs definem a classificação dos animais?

Se tivermos uma informação que a DEP para peso à desmama é de 4 kg para um touro Angus na avaliação do Brasil ou 40 libras na dos Estados Unidos, como podemos saber o quão bom é o touro em relação aos seus contemporâneos?

Para que possamos mais facilmente identificar o posicionamento ou classificação do valor genético de um determinado animal na população na qual ele foi avaliado, seja ele para uma única característica através da DEP ou agregado em um índice de seleção, são utilizados nos sumários de touros e relatórios de avaliação genética os percentis e as DECAs.

9.1. Percentil

Tem a finalidade de classificar de forma rápida e objetiva as avaliações genéticas de um determinado animal em relação aos demais animais participantes da análise ou um determinado subgrupo dentro dos animais avaliados (p. ex., safra atual ou população ativa). O percentil varia de 0.1% a 100% e quanto menor melhor, isto é, melhor classificado o animal dentro da avaliação. Por exemplo: um touro com percentil 5% em uma dada característica indica que ele está entre os 5% melhores desta avaliação.

Top 0,1% é um caso extremo de superioridade que se espera em 1 a cada 1000 animais.

Os percentis são adotados pela maioria dos programas de melhoramento no Brasil e no mundo e frequentemente são apresentadas tabelas, entretanto, em alguns casos, esses percentis são apresentados de forma mais resumida através das decas.

9.2. DECAS e PERCENTIS

Decas são classes de 10% de acordo com o percentil dos animais e também quanto menor melhor (deca 1 = entre 0,1% e 10% melhores, deca 2 = entre 10 e 20% melhores e assim por diante).

A Figura 5 apresenta uma distribuição normal de valores de DEP para peso à desmama com média de 2 kg e desvio-padrão de 4 kg, com a classificação dessas DEPs em decas e percentis. Como exemplo, são destacados o posicionamento na população de um touro com DEP de 4 kg, que se classifica no percentil 31%, correspondendo a deca 4 e também o valor da DEP de um touro top 5%.

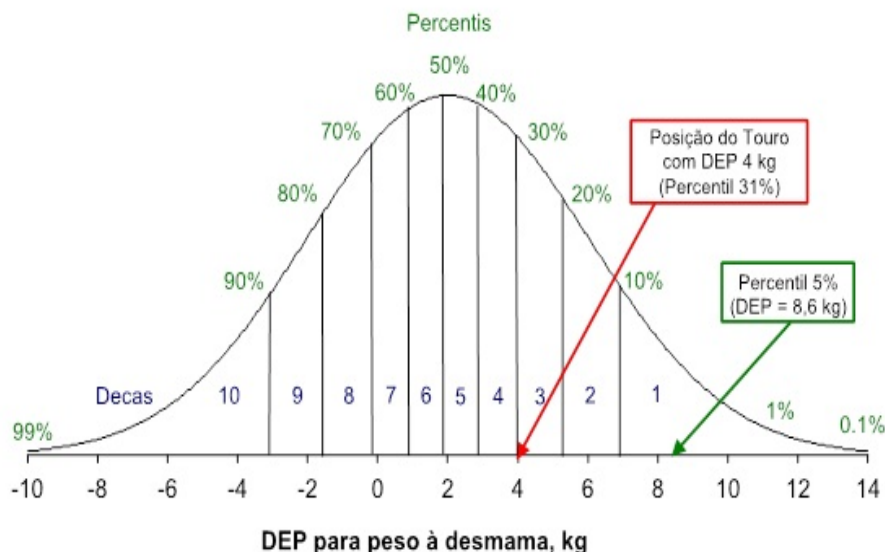


Figura 5. Distribuição normal de valores de diferença esperada na prole (DEP) para peso à desmama com média de 2 kg e desvio-padrão de 4 kg com a classificação dessas DEPs em decas e percentis.

Capítulo 10 – Qual a contribuição dos marcadores moleculares?

Atualmente, em programas de avaliação e melhoramento genético em bovinos de corte, a seleção assistida por marcadores moleculares utilizando-se alguns poucos marcadores, salvo algumas raras exceções, não foi muito eficiente, uma vez que, geralmente, as características de importância econômica são controladas por muitos pares de genes e, portanto, a informação destes poucos marcadores explica somente uma pequena parcela da variância genética total. Por outro lado, com a detecção de milhares ou milhões de polimorfismo de um único nucleotídeo (SNP), a seleção assistida por marcadores passou a ser uma realidade, dado o ganho em acurácia que os valores genéticos genômicos proporcionam, entre outras vantagens (Hayes et al., 2009; VanRaden et al., 2009). Assim, a seleção assistida por marcadores em escala genômica, a qual é denominada seleção genômica (Meuwissen et al., 2001), tem despertado grande interesse dos profissionais, pois permite acelerar os ganhos genéticos dos rebanhos, que, geralmente, praticam avaliações genéticas por meio tradicional, ou seja, coletando dados fenotípicos medidos a campo.

No intuito de se conhecer o genoma bovino para a aplicação da seleção genômica em gado de corte, pesquisadores publicaram em 2009 a sequência deste genoma, com base em sequências geradas a partir de uma vaca da raça Hereford. Além disso, também foram geradas plataformas de genotipagem de DNA que permitem obter os genótipos de dezenas ou mesmo centenas de milhares de marcadores SNP em um único teste, denominadas de “CHIP” disponibilizados em Bovine Genome Database. Assim, a seleção genômica é uma excelente ferramenta para ser aplicada, principalmente em caracteres de baixa herdabilidade, ao contrário da seleção assistida por marcadores, que não é útil para caracteres de baixa herdabilidade. Esta metodologia se fundamenta no uso de marcadores do tipo SNP, os quais resultam da alteração de um único par de base, sendo esta a forma mais abundante de variação do DNA. Os SNPs podem ser usados para cobrir o genoma de um organismo, gerando marcas ou marcadores bem próximos uns dos outros, que estão no máximo a 1cM (um centimorgan uns dos outros).

As principais abordagens para implementação da seleção genômica foram apresentadas por Meuwissen et al. (2001), e envolvem basicamente duas etapas, sendo que a primeira, abrange a estimativa dos efeitos de cada marcador SNP distribuído pelo genoma do animal, e a segunda etapa, compreende a estimação de valores genéticos genômicos baseados nos genótipos dos marcadores e a estimativa de seus efeitos. Contudo, para proceder à aplicação da seleção genômica em escala comercial, deve-se resolver alguns desafios do ponto de vista estatístico, genético, computacional e logístico, dadas as dimensões dos arquivos de dados, a complexidade dos modelos estatísticos, os custos de genotipagem, a validação dos marcadores do tipo SNP, entre outros fatores. Os dados moleculares são geralmente gerados em empresas terceirizadas ou instalações centralizadas envolvendo máquinas com grande capacidade de geração de dados, pois centenas de Gigabytes de dados genômicos são facilmente gerados em poucos dias de trabalho. Isto demanda que, além das ferramentas de bioinformáticas necessárias para o armazenamento e tratamento desses dados, métodos e ferramentas quantitativas apropriadas estejam disponíveis para extrair desses dados conhecimento acerca dos mecanismos gênicos e processos biológicos que resultam na expressão de características de importância econômica em animais de produção, para se proceder à avaliação e à seleção genômica.

Em geral, a seleção genômica envolve um número bastante grande de marcadores SNP, os quais apresentam diferentes níveis de desequilíbrio de ligação com os QTL's ("Quantitative Trait Loci") que afetam o fenótipo de interesse (característica). Uma maneira de estimar os efeitos dos marcadores do tipo SNP seria por meio de uma regressão simples, onde se assume que os QTL's afetam a característica de forma aditiva e os efeitos não aditivos são incluídos no resíduo do modelo. Contudo, como o número de marcadores é geralmente maior que o número de animais genotipados, procedimentos clássicos de regressão podem não ser os mais indicados, pelo fato de faltarem graus de liberdade para a estimação de tantos efeitos, bem como pelos altos níveis de colinearidade entre os mesmos, em decorrência do desequilíbrio de ligação entre os marcadores, entre outros problemas.

Dessa forma, a genotipagem de somente um modesto número de marcadores SNP para a realização da imputação, que é a ação de prever ou inferir genótipos que não estão presentes em um dado painel de marcadores genéticos, pode ser de extrema importância para o sucesso da seleção genômica. Pois, geralmente, um painel reduzido tem um custo de genotipagem menor que outro painel maior. Assim, estas metodologias vêm sendo amplamente estudadas com a finalidade de tornar a seleção genômica uma “realidade comercial”. Desta maneira, não somente os critérios de seleção tradicionais, mas também os não convencionais (características que não são facilmente mensuradas) poderiam se beneficiar desta tecnologia.

Capítulo 11 – Como usar relatórios, sumários e catálogos de centrais e de leilões para escolher reprodutores?

Em gado de corte, as avaliações genéticas são expressas em DEPs (Diferenças Esperadas na Progenie), que é justamente a metade do valor genético aditivo. O valor da DEP mostra o quanto os filhos de um animal seriam desviados em relação à média de todos os reprodutores em utilização, ou seja, produziram “a mais” ou “a menos” que a média dos filhos dos outros reprodutores, que tenham sido utilizados na mesma população de animais onde foram estimados os valores genéticos, sob as mesmas condições e com as mesmas vacas (matrizes). O termo DEP sugere, desta forma, uma comparação, sendo exatamente assim que deve ser usada em relatórios, sumários e catálogos de centrais e de leilões para escolher reprodutores.

As DEPs são resultados de amplos programas informatizados de controle e avaliação de reprodutores conduzidos por consórcios de criadores (em Associações de Raças, empresas ou outros grupos) e publicados em seus “Sumários de Touros” ou “Relatórios”. Elas podem ser relativas a qualquer característica que se possa medir com precisão, como o peso ao nascer, à desmama, à área de olho de lombo, à espessura de gordura, à produção de leite, de gordura ou de proteína, circunferência escrotal, pontuação em um sistema linear de avaliação corporal, altura etc. Também vale ressaltar que o importante é estimar DEP para características de importância econômica, ou seja, as que mais contribuem para a lucratividade do sistema. Assim a DEP se torna uma ferramenta poderosa para o criador selecionar seus melhores reprodutores. Quanto maior o número de informações, mais ampla será a avaliação de um reprodutor. Nada impede que um reprodutor seja “superior” em algumas características e “inferior” em outras.

Os valores das DEPs podem mudar de uma avaliação para outra (em geral de um ano para outro), à medida que novas informações são agregadas. Os sistemas de avaliação em uso atualmente estimam DEPs para todos os animais controlados, inclusive aqueles que não têm registro de produção ou que já morreram, pois isso é feito pelos laços de parentesco com aqueles que têm produções controladas. Um bom programa de avaliação de reprodutores sempre estima as DEPs dos animais que estão nascendo no rebanho, mas o mais importante é que devem ser incluídos nas avaliações todos os animais nascidos, sejam eles, os de desempenho bom ou ruim. Incluir apenas os melhores filhos de um touro poderá resultar em maiores ou menores DEPs, mas esta estimativa poderá ser falsa e os filhos desses animais não terão o desempenho esperado, comprometendo o próprio programa de avaliação genética, mas, sobretudo colocando em dúvida a seriedade do processo de seleção realizado pelo criador.

Outro ponto importante que o criador deve observar é que as DEPs devem ser comparadas entre animais do mesmo Sumário ou relatório (mesma avaliação genética). Pois, animais procedentes de uma mesma avaliação genética são comparados com a mesma base genética, a qual pode ser definida como um grupo de animais com DEP média igual a zero, por exemplo. Este grupo pode ser definido arbitrariamente.

Algumas estimativas de DEPs podem ser expressas por meio de desvios em relação à média das características da população participante das análises (Base Genética Móvel). Resumindo, esta base genética é definida pelos responsáveis da avaliação genética e pode mudar entre uma avaliação e outra, contudo, o importante é saber qual é esta base. Por exemplo: considere como critério de seleção, a característica área de olho de lombo medida ao sobreano (AOL) em gado de corte. Assuma que a DEP para o touro X é de 2,0 cm², e a DEP para o touro Z é de 5,0 cm². A diferença entre o touro X e o touro Z é de 3,0 cm² para a AOL. Isto significa que podemos esperar que toda progênie do touro Z tenha, em média, 3,0 cm² a mais do que toda a progênie do touro X. Os 3,0 cm² refletem a diferença dos valores genéticos dos gametas produzidos por cada touro. Assim a DEP prediz a habilidade de transmissão de um animal como pai.

Outra forma de escolher um reprodutor, como discutido anteriormente é pelo índice de seleção que mais se adequa ao sistema de produção que este animal será utilizado. Na Figura 6 abaixo, um exemplo de como ler um sumário³.

Embrapa Pampaplus

Associação Brasileira de Hereford e Braford

Efetuar Login

IQG=Índice empírico do programa, que ajuda a nortear a seleção.

Efetuar Login

DEP do Peso ao sobreano, Acurácia e Percentil que o animal se encontra na população avaliada.

Sumário On-line - Outubro/2016

Para realizar buscas no sumário digite o valor desejado nos campos acima de cada coluna, para obter mais informações sobre conceitos avançados clique aqui.

Selecione as opções abaixo para visualizar diferentes informações sobre os animais:

Animal, Peso, Crescimento Pós-Desmama, Avaliação Visual

Registro	Tatuagem	Nasc	Animal	Raça	Livro	IQG	%	Peso ao Sobreano			Ganho Pós-Desmama			Circ. Escrotal ao sobreano		
								DEP	AC	%	DEP	AC	%	DEP	AC	%
143119	D1369	2008	SANTA TEREZA 38 D1369 MONTREAL	BR	CG	3,8	0,1	25,98	53	0,1	11,32	42	0,1	1,03	38	0,1
1A-B043	316	2007	RANCHO 316 TIE MAGNO	BR	ES	3,4	0,1	15,20	78	0,1	6,58	65	0,1	1,58	63	0,1
159695	1435	2010	CARACARO 38-1435 RAULITO	BR	CG	3,2	0,1	20,89	75	0,1	10,13	62	0,1	0,80	57	0,5
126714	7102	2007	SAC LUC 38-7102 TORREMO	BR	CG	3,0	0,5	13,63	75	0,5	4,70	65	0,5	0,87	59	0,1
170551	L231	2009	RED CULITAL 231 RAINOTA	PHI	PC	2,9	0,5	19,02	64	0,1	6,73	47	0,1	0,56	49	2,0
150372	E1541	2009	SANTA TEREZA 1541	BR	CG	2,1	2,0	10,52	59	1,0	0,13	46	11,0	0,51	44	2,0
152867	1632	2009	BELVISTA BELVISTA COMBAT 38-1632 CALYPSO	BR	CG	2,0	2,0	10,21	52	1,0	3,77	36	0,5	0,75	38	0,5

© 2016 Laboratório de Bioinformática e Estatística Genômica

Figura 6. Sumário “online” do programa de avaliação genética do Hereford e Braford, Geneplus-PampaPlus.

3. Disponível em: <http://pampaplusnet.com.br/links_logado/animais/indices/consulta_sumario.php>.

Capítulo 12 – Quais as estratégias para combinar a melhor genética na próxima geração?

Após a seleção dos pais da próxima geração, a determinação de que touro ou que tipo de touro será acasalado com cada fêmea ou cada tipo de fêmea, através dos sistemas de acasalamento, é o segundo passo para promover o melhoramento genético.

Existem diferentes sistemas para acasalar animais selecionados, entretanto nenhum deles individualmente é satisfatório para todas as situações e objetivos, podendo ser modificados, adaptados ou combinados de várias maneiras segundo as necessidades particulares de cada rebanho.

Os cruzamentos entre animais de raças diferentes são um importante sistema de acasalamento, a ser usado especialmente na produção comercial, para capitalizar os benefícios do vigor híbrido, ou heterose, e das diferenças e complementaridade entre raças, e com isso adequar o potencial genético dos animais com o mercado, os recursos alimentares e o clima. Entretanto, nesta publicação abordamos os acasalamentos dentro de uma mesma raça pura ou composta, focando nas diferenças genéticas aditivas entre os indivíduos. Existem já diversos materiais nos quais o leitor interessado em sistemas de cruzamentos pode obter informações como, por exemplo, nesta mesma Série Embrapa, em Cardoso (2009).

Uma vez realizada a seleção, ao se definir quais serão os pais da próxima geração e quantos filhos terá cada um desses pais, já está determinada a média esperada da próxima geração nas diferentes características. O produtor pode optar, portanto, por acasalamentos ao acaso, dos animais selecionados, que é mais fácil e simples de ser realizado. Entretanto, com os acasalamentos dirigidos podemos determinar de que forma distribuimos as médias de cada característica, em cada produto. Por exemplo, no quadro abaixo temos dois pares de produtos com a mesma média de peso à desmama e perímetro escrotal, entretanto com valores individuais bem diferentes.

Os animais do par A e B são extremos para as duas características, enquanto os do par C e D são equilibrados e moderados. Mas qual a melhor alternativa? Vai depender do uso que se deseja dar aos produtos.

Característica	Produto A	Produto B	Média A e B	Produto C	Produto D	Média C e D
Peso à desmama	+16,0 kg	-2,0 kg	+7,0 kg	+8,0 kg	+6,0 kg	+7,0 kg
Perímetro escrotal	-1,0 cm	+3,0 cm	+1,0 cm	+0,8 cm	+1,2 cm	+1,0 cm

Os produtos A e B comumente serão obtidos com os **acasalamentos entre semelhantes**, isto é, dos acasalamentos de indivíduos que são semelhantes entre si em performance (desempenho). Os melhores machos são acasalados com as melhores fêmeas e os piores machos com as piores fêmeas para uma determinada característica. Ocorre frequentemente nos núcleos de seleção quando touros comprovadamente superiores e com sêmen de alto valor são adquiridos pelo criador para inseminar suas melhores vacas. Isto conduz a um aumento de indivíduos extremos e, geralmente, se aplica quando há necessidade de incrementar determinada característica no rebanho ou quando se pretende formar uma linhagem com características específicas. É também uma prática utilizada, quando um núcleo de animais relativamente pequeno é formado a partir de uma intensa seleção em uma população grande, com o objetivo de produzir reprodutores para serem usados no resto da população.

Produtos mais equilibrados e com performance mais homogênea, tais como os produtos C e D, são mais facilmente obtidos por meio dos **acasalamentos compensatórios**. Neste caso, os acasalamentos são orientados entre indivíduos de performances diferentes entre si. Assim, um touro excepcional em uma característica é acasalado com uma fêmea deficiente neste particular. Tem finalidade de compensar deficiências e conduz a uma população homogênea. O criador pode, por exemplo, separar os touros e vacas de seu rebanho em dois grupos: um de porte grande e outro pequeno. E a seguir, acasalar touros grandes com vacas pequenas e vacas grandes com touros menores para produzir uma progênie homogênea de tamanho médio. Na prática, temos na verdade um conjunto de características de interesse e, neste caso, procura-se compensar conjuntamente todas as características que compõem o objetivo de seleção do rebanho.

Nos acasalamentos um fator importante a ser considerado é a consanguinidade (ou endogamia), que ocorre pelo acasalamento de indivíduos que sejam parentes, ou seja, possuem ancestrais em comum, gerando filhos consanguíneos. A consanguinidade foi largamente utilizada no início do desenvolvimento das raças para fixar o biótipo e pode ser usada em determinadas situações para fixar características de interesse e prepotência (semelhança entre pais e filhos) pelo aumento da homozigose (alelos idênticos em um determinado locus). O aumento da consanguinidade, apesar de produzir indivíduos mais uniformes, tem um efeito negativo na produtividade da população, em termos de produção e principalmente em fertilidade e rusticidade, pois o aumento da homozigose aumenta a chance de manifestação de defeitos genéticos ou alelos deletérios recessivos. Por isso, a consanguinidade deve ser evitada pelos criadores comerciais. O produtor deve procurar variar a origem genética dos touros que utiliza em seu rebanho, introduzindo frequentemente novas linhagens. Não basta comprar touros de diferentes fontes, é preciso saber se não são parentes entre si. Outra atenção que o criador deve ter é de não permitir que o touro venha a servir suas próprias filhas dentro da propriedade.

Maneiras simples de evitar a consanguinidade em rebanhos comerciais incluem não usar os touros por mais de 3 anos se o primeiro serviço das fêmeas for aos 2 anos (ou 4 anos se o 1º serviço for aos 3 anos) e não usar touros velhos em novilhas e vacas jovens.

Atualmente, a maioria dos programas de melhoramento incluem em seu conjunto de ferramentas, programas que facilitam os acasalamentos dirigidos. Esses permitem ao selecionador escolher os touros e as vacas da população avaliada que pretende acasalar, calcular os valores genéticos esperados dos embriões produtos dos acasalamentos de cada touro e cada vaca selecionada, bem como o nível de consanguinidade dos acasalamentos. A partir disso, podem-se filtrar os acasalamentos, escolhendo aqueles que melhor atendem aos objetivos da criação e controlar a consanguinidade. Na Figura 7 a seguir, um criador de Hereford e Braford está filtrando somente os acasalamentos abaixo de 3% de consanguinidade, índice de qualificação genética acima da média da população com DEP de peso ao nascer não excedendo a 1 kg e DEP positiva para peso ao sobreano. Neste exemplo, o índice de qualificação genética é um índice que guia o respectivo programa de avaliação e melhoramento genético, contudo empírico, ou seja, não leva em conta os valores econômicos dos objetivos de seleção. Este índice de qualificação genética é um valor classificatório único que tem por objetivo agregar a contribuição genética de um animal nas características escolhidas para a seleção, considerando-se os respectivos graus de importância empírica para cada uma delas. Para compor o índice as DEPs das características medidas em diferentes escalas (p.ex.: kg para pesos e g/dia para ganho) são padronizadas dividindo-se seus valores absolutos pelos seus respectivos desvios-padrão. As DEPs padronizadas são multiplicadas pelo seu valor de importância empírica proporcional no índice, gerando um valor classificatório atribuído aos animais. A importância de cada critério de seleção é dividida assim: total maternal ao desmame 30%, ganho pós-desmama 15%, peso ao sobreano 15%, escore visual de musculatura 12,5%, escore visual de estatura 12,5% e perímetro escrotal 15%.

Pampa Plus **GENE PLUS** **Embrapa** **Programa de Avaliação Genética-Hereford e Braford**
Parceria ABHB/Embrapa-Genepplus - Agosto/2013

Nº DE ACASALAMENTOS: **28**

Características:	Intervalo	DEP Min	DEP Máx	Acc Min
Peso ao Nascer	-1,40 a 0,64		1,00	
Peso Desmama - Ef. Direto	-10,54 a 6,88			
Peso Desmama - Ef. Materno	-4,07 a 6,52			
Peso Desmama Total Maternal	-7,42 a 6,71			
Peso ao Sobreano	-13,82 a 10,68	0,00		
Ganho Pós-Desmama	-7,73 a 8,01			
Peso Mãe à Desmama da Cria	-20,20 a 21,15			
Per. Escrotal Sobreano	-0,68 a 0,49			
Escore Musculatura	-0,35 a 0,19			
Escore Estatura	-0,53 a 0,29			
Escore Estrutura Corporal	-0,26 a 0,16			
Escore Condição Corp. Vaca	-0,25 a 0,26			
Escore Tamanho de Umbigo	-0,18 a 0,30			

CONSANGUINIDADE:
 Manter ABAIXO de %

ÍNDICE DE QUALIFICAÇÃO GENÉTICA (%):
 Manter ABAIXO de %

Tipos de Filtros
☒ Todos os filtros
☐ Qualquer filtro

Processar Filtros
Limpar Filtros

Puxar TODOS

Puxar marcados

Retornar

Figura 7. Filtro para proceder aos acasalamentos, do programa de avaliação genética do Hereford e Braford, do programa de avaliação genética do Geneplus-PampaPlus.

A partir desse filtro pode ser gerada uma lista de todos os acasalamentos que atendem a esses critérios (Figura 8) e tomar de forma mais adequada a decisão de quais touros usar em quais vacas, para produzir produtos mais desejados no seu respectivo sistema de produção e mercado.

Paradox Runtime - [Report: Unnamed08]

File Edit View Tools Window Help

PROGRAMA DE AVALIAÇÃO GENÉTICA DAS RAÇAS HERFORD E BRAFORD
Relatório Agosto 2013
Parceria AIBH/Embrapa - Geneplus

Ordenado por Acasalamento

Acasalamento	Cc	PN DEP	PDd DEP	PDm DEP	TMD DEP	PS DEP	GPD DEP	PMO DEP	PEs DEP	MSC	EST DEP	CRP DEP	CVD DEP	UMB	INDICE	%
3018 x ASP AN21 GEDAI SP4033	0.00	-0.09	-2.18	3.50	2.41	0.11	-0.56	0.35	0.11	-0.03	0.01	-0.04	0.00	0.01	0.78	22
3018 x DELTA G AIVE SOMI P244	0.00	-0.06	1.39	4.83	5.52	6.35	2.69	-1.23	0.33	0.09	0.10	0.08	0.00	0.02	1.98	3
3018 x SANTA MARIA 559973	0.00	0.75	2.55	3.91	5.19	9.55	4.23	-2.53	0.11	0.09	0.12	0.13	0.01	0.02	2.01	3
3110 x DELTA G AIVE SOMI P244	0.00	-0.40	0.58	2.95	3.29	6.06	4.07	-1.71	0.39	0.09	0.11	0.11	0.06	0.13	1.67	5
3110 x SANTA MARIA 559973	0.00	0.41	1.85	2.03	2.96	9.27	5.61	-3.01	0.17	0.09	0.14	0.16	0.07	0.13	1.70	5
5745 x DELTA G AIVE SOMI P244	0.00	-0.04	-0.32	2.37	2.21	1.72	1.75	7.79	0.09	-0.01	-0.03	-0.04	-0.01	-0.11	0.94	18
5745 x SANTA MARIA 559973	0.00	0.77	0.85	1.46	1.88	4.93	3.29	6.49	-0.13	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	-0.11	1.03	16
7164 x CARCAVIO 38-1131	0.00	-0.02	0.99	1.05	1.55	5.94	5.39	3.48	0.53	0.15	0.03	0.08	0.01	-0.14	1.69	5
7164 x SAO BENTO 38-0085	0.00	0.45	3.80	-0.56	1.34	5.38	1.52	5.89	0.53	0.20	0.03	0.11	0.04	-0.11	1.47	8
7164 x SAO LUZ 38-8000 DA PEDRO SURREAUX	0.00	-0.10	2.52	0.32	1.58	6.75	3.49	5.06	0.41	0.21	0.17	0.28	0.04	-0.14	1.47	8
7164 x SAO MIGUEL 38-1811	0.00	0.82	8.42	-0.94	3.28	13.51	6.30	10.16	0.91	0.18	0.17	0.15	0.10	-0.12	2.46	1
8005 x DELTA G AIVE SOMI P244	0.00	-0.65	-1.33	1.35	0.69	3.34	3.31	0.08	0.15	-0.06	-0.04	-0.02	0.02	-0.04	0.80	22
8005 x SANTA MARIA 559973	0.00	0.16	-0.17	0.44	0.35	6.55	6.55	-1.22	-0.07	-0.07	-0.01	0.02	0.03	-0.04	0.89	19
8821 x CARCAVIO 38-1131	0.00	0.24	0.29	1.84	1.99	5.21	3.79	1.12	0.43	0.19	0.11	0.15	0.00	0.04	1.65	5
8821 x SAO LUZ 38-8000 DA PEDRO SURREAUX	0.00	0.16	1.83	1.10	2.01	6.03	6.69	2.70	0.32	0.24	0.26	0.35	0.03	0.04	1.43	8
8854 x CARCAVIO 38-1131	0.00	0.24	0.29	1.84	1.99	5.21	3.79	1.12	0.43	0.19	0.11	0.15	0.00	0.04	1.65	5

1 de 21 [EMBRAP08]

Relatório Nacional das Raças Hereford e Braford - Acasalamentos

[Report: Unnamed08]

Page 1 of 1

SCROLL [HIDE] CAPS

09:45

Figura 8. Lista para proceder aos acasalamentos, do programa de avaliação genética do Hereford e Braford, do programa de avaliação genética do Geneplus-PampaPlus.

Capítulo 13 – Que benefícios esperar do melhoramento genético?

13.1. Ganhos e tendências genéticas

Para descrever a mudança nas propriedades genéticas de um rebanho ou uma população, de uma geração para a outra, deve-se comparar gerações sucessivas no mesmo ponto do ciclo de vida dos animais, sendo que este ponto pode ser fixado pela idade em que cada característica em questão é mensurada. Por exemplo: para a característica peso ao sobreano em bovinos de corte, o efeito da seleção poderia ser verificado comparando-se a média de peso ao sobreano da população antes da seleção, com a média de peso ao sobreano da geração seguinte, ou seja, a média de peso ao sobreano dos filhos dos animais selecionados, o que é denominado de ganho genético ou resposta à seleção.

A seleção é realizada pela DEP, após a mensuração do valor fenotípico dos animais e as frequências alélicas entre os animais selecionados são diferentes daquelas da população antes da seleção. Se não existirem diferenças em fertilidade entre os selecionados ou de viabilidade entre suas progênies, então as frequências alélicas nos descendentes seriam as mesmas dos pais selecionados. Assim, a seleção artificial produz alteração de frequência alélica por separar os indivíduos da geração parental em dois grupos, os selecionados e os descartados, que diferem em frequências alélicas. A seleção natural, operando por meio de diferenças em fertilidade entre os pais ou viabilidade em suas progênies, pode causar alterações nas frequências alélicas entre os pais selecionados e a progênie. Existem, portanto, três estágios nos quais a seleção pode provocar alteração de frequências alélicas:

- a) seleção artificial entre os adultos da geração parental;
- b) diferenças naturais de fertilidade entre os adultos da geração parental;
- c) diferenças naturais de viabilidade entre os animais da geração descendente.

Embora diferenças naturais de fertilidade e viabilidade estejam sempre presentes, nem sempre são relevantes já que não estão necessariamente associadas aos genes relativos ao caráter métrico em questão. Desta forma, focando em melhoramento genético de bovinos, a seguir vamos explicar o conceito de seleção por truncamento (apenas utilizando o fenótipo observado para explicar os conceitos de melhoramento, como acurácia, herdabilidade etc), que é o tipo de seleção normalmente praticado em rebanhos de corte, com o intuito de ilustrar os benefícios do melhoramento genético, exemplificando os ganhos e as tendências genéticas.

Em um ciclo de produção, baseado na necessidade de reprodutores (machos e fêmeas) para reposição no rebanho, o número de indivíduos que deverão ser selecionados a cada geração é estabelecido e os reprodutores escolhidos, dentre todos os animais disponíveis, com os maiores valores fenotípicos (por exemplo, maior peso ao sobreano). A medida de seleção aplicada é o diferencial de seleção (DS), que é a média dos valores fenotípicos dos animais selecionados para pais expressa como um desvio da média da população: $DS = \bar{P}_s - \bar{P}_p$, onde: $\bar{P}_s$ é o valor fenotípico médio dos selecionados e $\bar{P}_p$ é o valor fenotípico médio da população.

O DS indica a superioridade fenotípica dos indivíduos selecionados, por exemplo, quantos quilos os indivíduos selecionados pesam a mais que a média dos animais nascidos naquela geração. Desta maneira, DS pode ser representado pelo produto da quantidade dos pais selecionados (intensidade de seleção, i) e o desvio padrão fenotípico (σ_F) da característica ($DS = i \times \sigma_F$). Contudo, a resposta à seleção (R), ou ganho genético (ΔG), é a diferença do valor fenotípico médio entre os descendentes dos pais selecionados e a população parental como um todo antes da seleção (Figura 10). Assim, ΔG ou $R = \bar{P}_F - \bar{P}_p$, onde: $\bar{P}_F$ é o valor fenotípico médio dos descendentes dos pais selecionados.

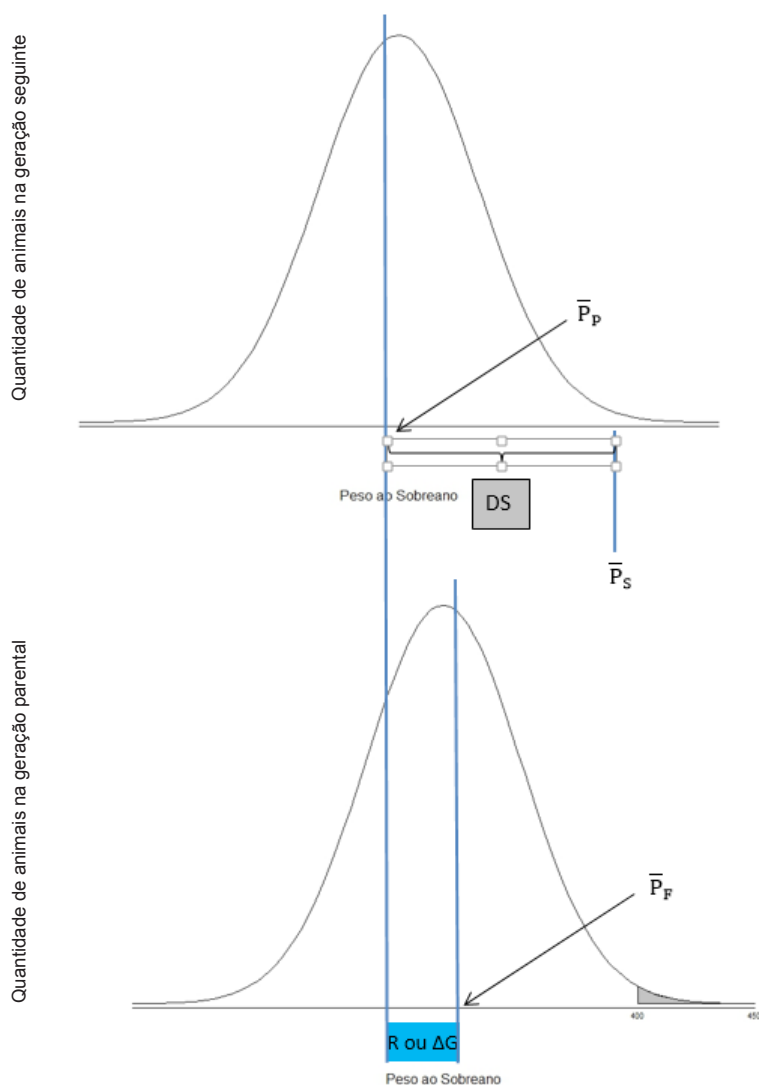


Figura 9. Distribuição hipotética da característica peso ao sobreano em duas gerações, paterna (geração parental) e filial (geração seguinte), de um rebanho sob seleção, assinalando a média da população ($\bar{P}_p$); a média dos indivíduos selecionados ($\bar{P}_s$); a média da geração filial ($\bar{P}_F$), o diferencial de seleção (DS) e a resposta à seleção (R ou ΔG).

Ao observar a Figura 9 percebe-se que a média dos descendentes ($\bar{P}_F$) não é igual à média dos pais selecionados ($\bar{P}_S$). Esse fato ocorre, pois nem tudo que se observa em relação ao desempenho (fenótipo), neste caso, peso ao sobreano, é passado de pai para filho, ou seja, a resposta à seleção (R ou ΔG) depende da herdabilidade (h^2) da característica. Em outras palavras, parte daquilo que se observa no desempenho dos animais é transmitida para a progênie e a outra parte depende de outros fatores, como ambiente e genética não aditiva (que não é passada de pai para filho). Desta forma, a resposta à seleção (R ou ΔG) pode ser representada como:

Sendo $R = DS \times h^2$, e substituindo DS pela intensidade de seleção, desvio-padrão fenotípico (i e σ_F), e a herdabilidade ($h^2 = \sigma_A^2 / \sigma_F^2$) pela proporção da variabilidade genética aditiva (σ_A^2) e variabilidade fenotípica (σ_F^2), pode-se deduzir a equação abaixo:

$R \text{ ou } \Delta G = DS \times h^2 = i \times \cancel{\sigma_F} \times \sigma_A^2 / \cancel{\sigma_F} = i \times \sigma_A \times \sigma_A / \sigma_F$, desta maneira, $R = i \times \sigma_A \times \sigma_A / \sigma_F$ e substituindo σ_A / σ_F pela raiz da herdabilidade (h), tem-se a “equação chave” do melhoramento genético:

$R \text{ ou } \Delta G = i \times \sigma_A \times h$ (ou $R \text{ ou } \Delta G = DS \times h^2$), em que raiz da herdabilidade (h) é representada pela acurácia. Ainda, para se ter ideia da R ou ΔG por um determinado período de tempo, pode-se dividir a “equação-chave” pelo intervalo de geração (IG). Assim, $R \text{ ou } \Delta G = i \times \sigma_A \times h / IG$. Consequentemente, trabalhando os componentes da “equação-chave”, pode-se aumentar a produtividade e a eficiência do sistema de produção. Contudo, é bom lembrar que sempre se deve trabalhar os parâmetros em conjunto na “equação-chave”, visando ao aumento da resposta à seleção (R ou ΔG) e o incremento na eficiência do sistema de produção como um todo. Abaixo, vamos discutir algumas maneiras de trabalhar os parâmetros da “equação-chave”, com seus prós e contras.

Uma forma de maximizar o ganho genético por unidade de tempo seria melhorando a intensidade de seleção pelo aumento da taxa reprodutiva de machos e fêmeas, utilizando técnicas reprodutivas (inseminação artificial e transferência de embrião, por exemplo), mas, como falamos anteriormente, este aumento na taxa reprodutiva deve ser monitorado pelo aumento da endogamia no rebanho, que poderá trazer consequências não desejáveis.

Outra forma de trabalhar a intensidade de seleção é reduzindo a taxa de reposição, entretanto, deve-se monitorar o aumento do intervalo de geração (IG).

Para trabalhar o aumento da acurácia (h) e da variabilidade genética (σ_A), pode-se reduzir a variação de ambiente pela padronização na coleta dos fenótipos pela formação consistente de grupos de manejo e pela estação de monta concentrada. Além disso, podem-se incluir informações de parentes na avaliação genética, principalmente da progênie, que em contrapartida faz aumentar o intervalo de geração e diminuir a intensidade de seleção. Ou seja, algumas ações para melhorar a confiança da avaliação genética podem acarretar em aumento do intervalo de geração, algo indesejável. Entretanto, em compensação, para diminuir o intervalo de geração, deve-se alternativamente iniciar a vida reprodutiva mais cedo, com a seleção de animais jovens, porém com avaliação genética menos acurada em comparação a touros mais velhos, provados. Outra forma de diminuir o intervalo de geração é pela diminuição do tempo de permanência dos reprodutores no rebanho, que, apesar de piorar a intensidade de seleção, devido ao maior número de reprodutores em um determinado espaço de tempo, aumenta a variabilidade genética do rebanho. Assim, para melhorar estes parâmetros, programas de melhoramento genético em gado de corte trabalham testes de progênie para avaliar touros jovens.

Os programas de avaliação genética costumam disponibilizar, em forma de gráficos, a tendência genética para cada uma das características contempladas. Este tipo de gráfico mostra de maneira clara a evolução do rebanho ao longo de sua participação no programa de avaliação, bem como alertas sobre respostas indiretas indesejáveis, quando há o foco na seleção de outra característica (fato resultante de correlação genética alta e indesejável entre duas características) ou mesmo algum erro na tomada de decisão em uma estação de acasalamentos. A Figura 10 mostra uma tendência genética positiva (e desejável) para o peso ao sobreano de animais da raça Canchim participantes do programa Geneplus-Embrapa, tanto da fazenda, quanto do programa em geral.

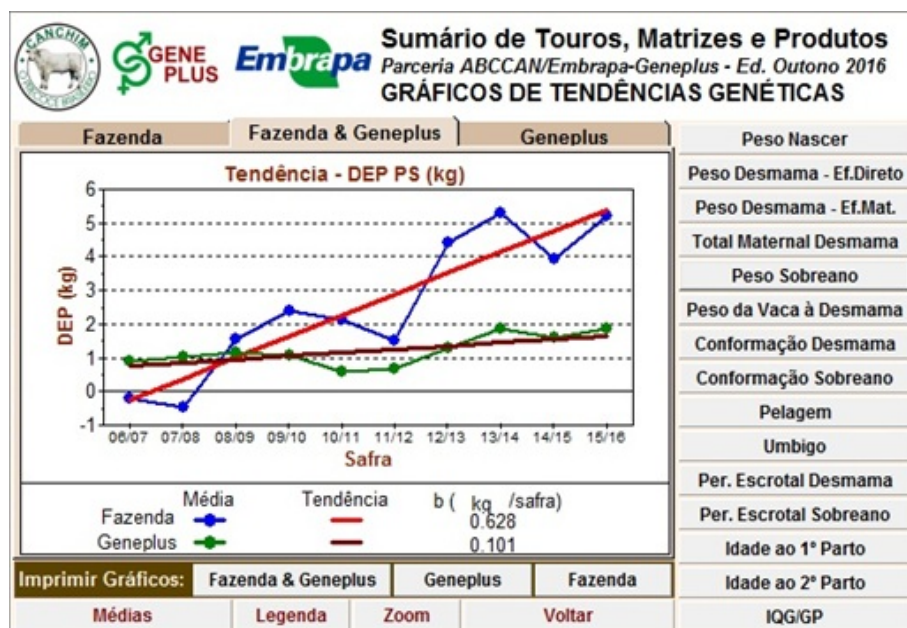


Figura 10. Tendência genética do peso ao sobreano (PS) da fazenda (em vermelho) e do programa Geneplus como um todo (em marrom), para animais da raça Canchim nas últimas 10 safras.

A tendência genética também pode ser negativa e desejável, como aquela relacionada à Idade ao Primeiro Parto (Figura 11). Ao perceber um pico na média da IPP na safra 2011/2012 da fazenda foram realizados ajustes no processo de seleção e a tendência voltou a ser aquela desejada. O mesmo ocorreu com o peso ao sobreano (Figura 10). Possivelmente houve maior uso de touros tardios e com menor potencial de crescimento nas estações de monta anteriores que culminaram nos resultados desfavoráveis da safra 2011/2012.

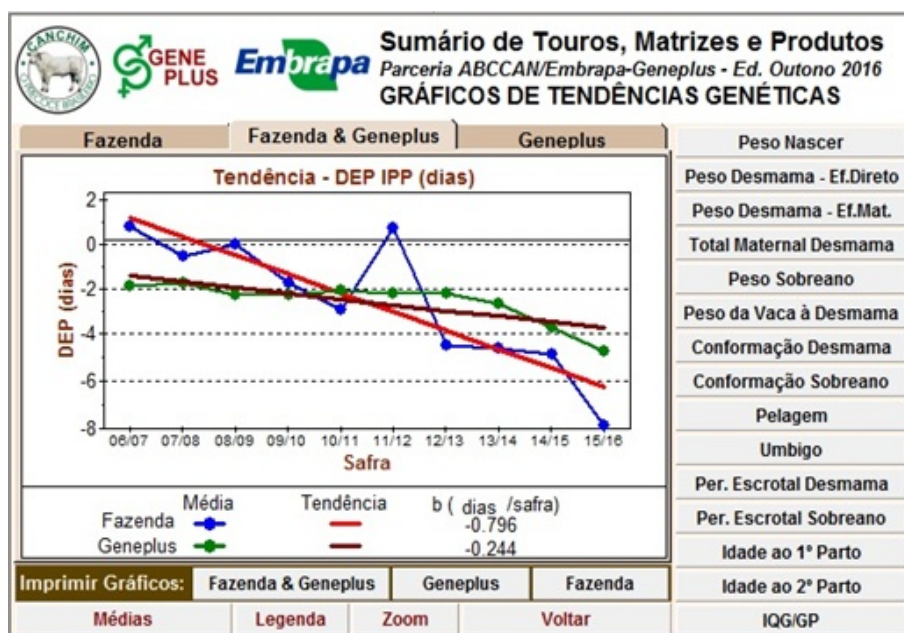


Figura 11. Tendência genética da Idade ao Primeiro Parto (IPP) da fazenda (em vermelho) e do programa Geneplus como um todo (em marrom), para animais da raça Canchim nas últimas 10 safras.

13.2. Aumento de produtividade e eficiência

Os programas de avaliação e melhoramento genético têm como objetivo modificar a constituição genética da população, no intuito de trazer o benefício financeiro ao produtor, ou seja, modificar a frequência dos genes que realmente vão agregar valor monetário ao sistema de produção como um todo. Como foi discutido anteriormente, existem várias maneiras de modificar a constituição genética de uma população buscando o aumento da produtividade, como a seleção e os sistemas de acasalamentos. Utilizando estas ferramentas, o resultado observado é a melhora na média das características de interesse, independente do sistema de acasalamento e o método de seleção. Mas, no que se refere à seleção, utilizando-se de um índice de seleção econômico específico para o respectivo sistema de produção, o resultado é o aumento da produtividade, aliado a uma maximização da eficiência tanto produtiva, como financeira.

Considerações Finais

As avaliações genéticas podem e devem ser utilizadas como suporte para decisões de seleção, como a escolha dos animais que serão utilizados na reprodução e com qual intensidade, bem como suporte para decisões de acasalamento, considerando o controle da endogamia, a correção de "defeitos" ou pontos fracos e a possibilidade de aumento da variabilidade genética dos produtos. Aliar o uso dos acasalamentos por DEP (ou seja, pelo valor genético que é passado à progênie) com a combinação fenotípica tende a trazer maiores ganhos e mais rápidos quanto à qualidade do rebanho.

Referências

ARTHUR, P. F.; RENAND, G.; KRAUSS, D. Genetic and phenotypic relationships among different measures of growth and feed efficiency in young Charolais bulls. **Livestock Production Science**, v. 68, n. 2-3, p. 131-139, Mar. 2001.

BASARAB, J. A.; PRICE, M. A.; AALHUS, J. L.; OKINE, E. K.; SNELLING, W. M.; LYLE, K. L. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, n. 2, p. 189-204, June 2003.

BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Residual intake and body weight gain: a new measure of efficiency in growing cattle. **Journal Animal Science**, v. 90, n. 1, p. 109-115, Jan. 2012.

BOLEMAN, S. L.; BOLEMAN, S. J.; MORGAN, W. W.; HALE, D. S.; GRIFFIN, D. B.; SAVELL, J. W.; AMES, R. P.; SMITH, M. T.; TATUM, J. D.; FIELD, T. G.; SMITH, G. C.; GARDNER, B. A.; MORGAN, J. B.; NORTHCUTT, S. L.; DOLEZAL, H. G.; GILL, D. R.; RAY, F. K. National Beef Quality Audit-1995: survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 1, p. 96-103, Jan. 1998.

BURROW, H. M.; SEIFERT, G. W.; CORBET, N. J. A new technique for measuring temperament in cattle. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, v. 17, p. 154-157, 1988.

CARDOSO, F. F. **Ferramentas e estratégias para o melhoramento genético de bovinos de corte**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2009. 42 p. il. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 83).

CARDOSO, F. F.; GULIAS GOMES, C. C.; SOLLERO, B. P.; OLIVEIRA, M. M.; ROSO, V. M.; PICCOLI, M. L.; HIGA, R. H.; YOKOO, M. J.; CAETANO, A. R.; AGUILAR, I. Genomic prediction for tick resistance in Braford and Hereford cattle. **Journal Animal Science**, v. 93, n. 6, p. 2693-2705, June 2015.

DEL CLARO, A. C.; MERCADANTE, M. E. Z.; SILVA, J. A. V. Meta-análise de parâmetros genéticos relacionados ao consumo alimentar residual e a suas características componentes em bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 302-310, fev. 2012.

FORDYCE, G.; GODDARD, M. E.; SEIFERT, G. W. The measurement of temperament in cattle and the effect of experience and genotype. **Animal Production in Australia**, v. 14, p. 329-332, 1982.

GRION, A. L. **Parâmetros genéticos de medidas indicadoras de eficiência alimentar de bovinos de corte**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) - Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Nova Odessa.

GULIAS GOMES, C. C.; CARDOSO, F. F.; ROSO, V. M. **Método de obtenção qualificada de fenótipos visando à avaliação de genótipos bovinos resistentes ao carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus***. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2010. 5 p. (Embrapa Pecuária Sul. Comunicado técnico, 75).

HAVENSTEIN, G. B.; FERKET, P. R.; QURESHI, M. A. Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. **Poultry Science**, v. 82, n. 10, p. 1500-1508, Oct. 2003.

HAYES, B. J.; BOWMAN, P. J.; CHAMBERLAIN, A. J.; GODDARD, M. E. Invited review: genomic selection in dairy cattle: progress and challenges. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 2, p. 433-443, Feb. 2009.

HERRING, W. O.; KRIESE, L. A.; BERTRAND, J. K.; CROUCH, J. Comparison of four real-time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 2, p. 364-370, Feb. 1998.

JONSSON, N. N. The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to *Bos indicus* cattle and their crosses. **Veterinary Parasitology**, v. 137, n. 1-2, p. 1-10, Feb. 2006.

KOCH, R. M.; SWIGER, L. A.; CHAMBERS, D.; GREGORY, K. E. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 22, n. 2, p. 486-494, May 1963.

KUHL, F. N.; MENEZES, L. M.; MOURA, S. V.; NALERIO, E. S. Carcaças de bovinos. In: LEMES, J. S.; ROLL, V. F. B. (Org.). **Avaliação de carcaças em animais de produção**. Pelotas: Carta, 2013. p. 31-62.

MAFFEI, W. E.; BERGMANN, J. A. G.; PINOTTI, M.; OLIVEIRA, M. E. C.; SILVA, C. Q. Reatividade em ambiente de contenção móvel: uma nova metodologia para avaliar o temperamento bovino. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 6, p. 1123-1131, dez. 2006.

MELO, H. J. H.; BIANCHIN, I. Estudos epidemiológicos de infecções por nematódeos gastrintestinais de bovinos de corte em zona de cerrado de Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.12, p. 205-216, 1977.

MEUWISSEN, T. H. E.; HAYES, B. J.; GODDARD, M. E. Prediction of total genetic value using genome wide dense marker maps. **Genetics**, v. 157, n. 4, p. 1819-1829, Apr. 2001.

PASSAFARO, T. L.; CARRERA, J. P. B.; SANTOS, L. L. dos; RAIDAN, F. S. S.; SANTOS, D. C. C. dos; CARDOSO, E. P.; LEITE, L. C.; TORAL, F. L. B. Genetic analysis of resistance to ticks, gastrointestinal nematodes and *Eimeria* spp. in Nellore cattle. **Veterinary Parasitology**, v. 210, n. 3-4, p. 224-234, June 2015.

PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K. E.; SHEPARD, H. H.; MILLER, M. F. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 9, p. 2758-2765, Sept. 1992.

PONZONI, R. W.; NEWMAN, S. Developing breeding objective for Australian beef cattle production. **Animal Science**, v. 49, n. 1, p. 35-47, Aug. 1989.

SCHMIDEK, A.; DURÁN, H.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R. **Boas práticas de manejo:** identificação. Jaboticabal: Funep, 2014. 39 p. Disponível em: <http://www.ideagri.com.br/siteideagridados/New/103/manual-boas-praticas-de-manejo_identificacao.pdf>. Acesso em: 22 maio 2017.

VANRADEN, P. M.; VAN TASSELL, C. P.; WIGGANS, G. R.; SONSTEGARD, T. S.; SCHNABEL, R. D.; TAYLOR, J. F.; SCHENKEL, F. S. Invited review: Reliability of genomic predictions for North American Holstein bulls. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 1, p. 16-24, Jan. 2009.

WHARTON, R. H.; UTECH, K. B. W. The relation between engorgement and dropping of *Boophilus microplus* (Canestrini) (Ixodidae) to the assesment of thick numbers on cattle. **Australian Journal of Entomology**, v. 9, n. 3, p. 171-182, Dec. 1970.

WILSON, D. E. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 3, p. 973-983, Mar. 1992.

YOKOO, M. J.; ALBUQUERQUE, L. G.; LOBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C.; SILVA, J. A. V.; SAINZ, R. D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 117, n. 2-3, p. 147-154, Sept. 2008.

YOKOO, M. J.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; FARIA, C. U.; ARAUJO, F. R. C.; ROSA, G. J. e M.; CARDOSO, F. F.; ALBUQUERQUE, L. G. **Avaliação genética de características de carcaça utilizando a técnica do ultrassom em bovinos de corte**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2011. 33 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 115).

YOKOO, M. J.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBUQUERQUE, L. G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; LOBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 197-202, fev. 2009.



Pecuária Sul

Apoio

**Associação Brasileira
de Bangus
Associação Brasileira
de Canchim**

CGPE 15162