

MELHORAMENTO ANIMAL NA ERA DAS DEPS

Roberto Augusto de Almeida Torres Junior
Luiz Otávio Campos da Silva
Gilberto Romeiro de Oliveira Menezes
Paulo Roberto Costa Nobre

INTRODUÇÃO

O melhoramento animal envolve uma série de tópicos que vão desde os estudos da base genética das características de interesse zootécnico até aqueles com o melhoramento aplicado às várias espécies. A seguir, alguns conceitos básicos serão apresentados, o que permitirá uma melhor compreensão das informações disponíveis para a tomada de decisão em processos de seleção em gado de corte.

CONCEITOS BÁSICOS

Entre os conceitos básicos importantes, citam-se o da herdabilidade (h^2), que fornece uma medida do quanto as diferenças individuais de produção (D), para dada característica, refletirão, em média, na superioridade da progênie ($S = \frac{1}{2} * h^2 * D$); o de valor genético ($VG = h^2 * D$), que é uma medida da qualidade genética de um animal quanto à produção de seus filhos; e o de desvio-padrão genético (σ_g), que informa a magnitude das diferenças entre os valores genéticos da população.

Outro conceito é o cálculo do ganho genético pela seleção dos animais superiores seguindo diferentes esquemas de seleção (por exemplo, a seleção massal em que o animal é selecionado com base no seu dado individual de produção). Nesse tópico, uma das medidas finais da eficiência de um esquema de seleção é a taxa anual do ganho ($\Delta G/\Delta t$) cuja fórmula é:

$$\frac{\Delta G}{\Delta t} = \frac{i * h * \sigma_g}{T}, \quad \text{para seleção massal, ou:}$$

$$\frac{\Delta G}{\Delta t} = \frac{i * Ac * \sigma_{gd}}{T}, \quad \text{mais genericamente, em que:}$$

“*i*” é a intensidade de seleção, que é função da proporção de animais avaliados que é selecionada. Quanto menor for a proporção que os animais selecionados representarem do total avaliado, maior será o valor de “*i*”, o que contribui para o aumento da taxa anual de ganho;

“*Ac*” é a acurácia, que para a seleção massal corresponde à raiz quadrada da herdabilidade (*h*). Este parâmetro é uma medida da correlação entre a informação disponível e o valor genético do animal. Esta informação disponível pode vir de dados dos pais (seleção pelo pedigree), dados de desempenho individual (seleção massal), média de desempenho de vários filhos (seleção por teste de progênie) ou por uma combinação dos vários tipos de informação (metodologias modernas de avaliação genética). No entanto, o importante é que quanto mais próxima for a informação do valor genético do animal, maior será a acurácia, contribuindo para um aumento da taxa anual de ganho;

“ σ_{gd} ” é o desvio-padrão dos valores genéticos aditivos diretos dos animais avaliados, ou seja, é uma medida da variabilidade genética disponível para se fazer seleção. Na primeira geração de um programa de melhoramento com base em seleção massal, “ σ_{gd} ” é igual ao desvio-padrão da característica em questão (σ_g). Em outras situações, ele vai depender da seleção realizada nos pais e do sistema de acasalamento usado. Maiores taxas de ganhos serão alcançadas quanto maiores forem as diferenças entre touros e vacas, produzindo maior variabilidade genética nos produtos;

“*T*” representa o intervalo de geração do esquema de melhoramento, isto é, a idade média dos pais na época do nascimento dos filhos. Como este parâmetro aparece no denominador da fórmula da taxa anual de ganho, o seu aumento tem um impacto negativo na taxa de ganho, ou seja, quanto mais velhos forem os pais na época do nascimento dos filhos, maior será o valor de *T*, o que contribuirá para a redução da taxa anual de ganho. Essa é a razão da existência de programas como o Programa de Avaliação de Touros Jovens da Embrapa Gado de Corte (SILVA et al., 2003), que visam a redução da idade para a identificação acurada dos animais geneticamente superiores.

Importante se dizer que, apesar de conhecermos o impacto isolado destes quatro componentes na taxa anual de ganho, a análise e escolha do melhor esquema de seleção é uma tarefa complexa, visto que mudanças no esquema de seleção provocam mudanças simultâneas em mais de um desses componentes. Isso impossibilita a confecção de recomendações tipo “receita de bolo” e exige uma análise complexa do sistema de criação do rebanho a ser selecionado e da dinâmica de coleta e disponibilidade dos dados de desempenho individual e de progênies. Outro ponto a ser considerado é a limitação na intensidade de uso dos touros. A utilização de um maior número de touros é uma

forma de evitar que ocorram grandes flutuações no mérito genético médio do rebanho em função de uma possível queda acentuada na avaliação genética de um touro usado intensamente no rebanho.

Dito isso sobre os esquemas de seleção, nos resta entender como é que esses fatores são levados em consideração, em uma época em que reina nos programas de melhoramento e na apresentação dos animais para a comercialização o conceito da DEP. Para tanto, começaremos por descrever o que vem a ser uma DEP, como ela leva em conta os fatores relacionados aos componentes da taxa anual de ganho e, por fim, apresentaremos outras medidas e terminologias associadas à DEP, que nem sempre são compreendidas pelos usuários finais do material genético selecionado que vem impulsionando a pecuária de corte.

O QUE VEM A SER A DEP?

DEP é uma sigla para o termo Diferença Esperada na Progenie. Ela tem várias definições possíveis e que são encontradas nos livros de Melhoramento Animal e nos diversos sumários de touros. Mas uma maneira de definir a DEP que é fácil de ser assimilada é a seguinte:

“A DEP é uma medida da diferença entre o desempenho médio da progênie de um dado touro e o desempenho médio da progênie de um grupo de touros referência, quando acasalados com fêmeas geneticamente semelhantes.”

Apesar da definição se referir somente a touros, a DEP existe para qualquer indivíduo da população, seja ele touro, vaca ou um animal jovem (produto), tendo um significado semelhante. Além disso, o uso de fêmeas semelhantes, explicitado na definição, só é necessário se quisermos visualizar as diferenças de DEP diretamente na média dos filhos. Na prática, o uso de técnicas avançadas de análise permite separar a contribuição de touros e vacas no desempenho dos produtos e, com isso, avaliar corretamente um animal, mesmo que ele tenha sido acasalado com animais acima ou abaixo da média da população (VAN VLECK, 1993).

A DEP É UMA MEDIDA RELATIVA!

A própria definição apresentada para a DEP deixa claro que o valor da DEP depende do referencial adotado. Pela simples mudança do referencial (base genética da avaliação), podemos deixar a maioria das DEPs positivas, portanto, não se deve julgar uma DEP apenas pelo fato de ela ser positiva ou negativa, mas sim pela diferença entre a DEP de um animal e a dos outros disponíveis para seleção.

Alguns sumários optam por adotar como referencial, o mérito dos animais de um passado muito distante fazendo com que as DEPs dos animais de hoje tenham valores expressivos, o que comercialmente ajuda a despertar o interesse de compradores desavisados. Além disso, quando comparamos dois animais cujas DEPs provêm de uma mesma avaliação, suas DEPs são relativas a um mesmo referencial e, portanto, a superioridade de um sobre o outro pode ser obtida pela diferença entre suas DEPs. Animais cujas DEPs provêm de avaliações distintas (sumários diferentes), mesmo que a característica

seja a mesma, tem DEPs relativas a dois referenciais diferentes e, assim, não podem ser comparadas diretamente. Para isso, é preciso que exista uma avaliação da diferença que existe entre os referenciais utilizados nas duas avaliações (BIF, 2002).

POR QUE A DEP MUDA E COMO ELA MUDA?

Outro ponto é que a DEP é uma estimativa, ou seja, é o resultado de uma fórmula matemática que visa estimar o valor genético verdadeiro de um animal como reprodutor. Isso mesmo, a DEP é um “chute”, mas um “chute muito bem dado”, que utiliza toda informação disponível para concentrar o valor da DEP na região de acerto. É como se você pudesse contratar o craque para chutar por você.

Para entender isso melhor, vamos supor que nós tenhamos uma população de animais para selecionar. A distribuição do valor verdadeiro das DEP nesta população segue uma distribuição normal conforme mostrada na Figura 13.1. Esta curva está centrada no zero que, neste caso, corresponde à média das DEPs reais dos animais da população (referencial adotado). A área total sobre a curva representa 100% dos animais. A altura da curva representa a frequência de ocorrência de animais naquela região e podemos ver claramente que na região central, um mesmo intervalo de valores de DEPs, resultou em uma área muito maior e conseqüentemente, uma proporção bem maior de animais do que nas duas regiões mais afastadas. Isso mostra que as DEPs próximas à média são mais frequentes, enquanto as DEPs muito distantes da média são mais raras. Outro ponto a considerar é que a distribuição é simétrica, ou seja, a chance que temos de obter uma DEP positiva e alta (muito maior que a média) é a mesma de obter uma DEP negativa e alta (muito menor que a média).

No caso em que não temos informação nenhuma de desempenho ou pedigree de um animal, a Figura 13.1 expressa muito bem o nosso grau de conhecimento sobre a DEP deste animal. Neste caso, a melhor estimativa (melhor chute) é dizer que a DEP do animal é igual a zero, ou seja, é igual à média da população, região em que estão localizadas as DEPs verdadeiras de uma maior proporção dos animais. É lógico que não seria nada

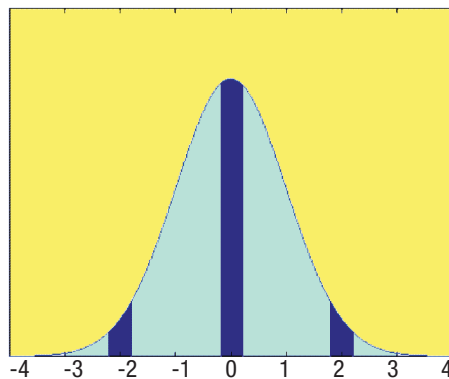


FIGURA 13.1. Distribuição das DEPs verdadeiras dos animais de uma população não selecionada cuja variância genética é igual a 1.

útil se a minha população inteira estivesse nessa situação, todo mundo com a mesma DEP, mas isso será útil para comparar esses animais com os outros que tiverem maior quantidade de informação.

À medida que acumulamos informação, vejamos o que acontece com a DEP. Vamos utilizar agora o exemplo de um animal que tem apenas a informação do pedigree, mas que vem de pais altamente provados (DEPs de alta acurácia). Este exemplo é apresentado na Figura 13.2. Nesta figura, a curva do animal que tem a informação de pedigree, em virtude da informação positiva dos pais do animal em questão, está centrada mais para a direita. Além disso, a informação disponível afunila o conjunto de possíveis valores verdadeiros para a DEP e, para manter os 100% de área, a curva fica mais alta na região central. Isso faz com que aquela faixa central acumule uma proporção relativamente maior da área total, dando mais confiança na nossa estimativa da DEP para esse animal que será, novamente, o valor onde está centrada a curva, que nesse caso é o valor 1.

Quando esse animal cresce e tem o seu próprio dado de produção, essa nova informação é acrescida ao conjunto de informações disponíveis sobre este animal. Se após isso ele passa por um processo de avaliação de touros jovens, onde ele tem cerca de 20 filhos testados, a nova curva fica como apresentada na Figura 13.3. Neste caso podemos ver que novamente a curva fica mais afunilada e mais alta. Ocorre uma mudança de posição que é direcionada pelos valores dos dados de desempenho coletados, neste caso, a produção do animal e/ou de seus filhos foi superior, o que levou à distribuição dos valores possíveis de sua DEP a mover seu centro do valor 1 para o valor 2. Neste caso a DEP publicada passa também de 1 para 2.

Ressalta-se que os valores escolhidos para os exemplos acima tiveram o intuito de facilitar a visualização do que se queria mostrar, entretanto, a cada nova informação que chega, a DEP muda com base nessas informações. Em média, metade dos animais tem uma mudança negativa enquanto que a outra metade tem uma mudança positiva. Mudanças pequenas são as mais comuns, sendo que poucas mudanças de maior magnitude podem ocorrer.

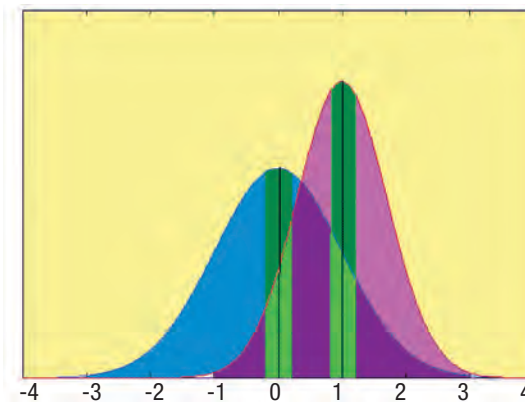


FIGURA 13.2. Distribuição das DEPs verdadeiras de dois animais, um com DEP igual a zero e nenhuma informação disponível (curva da esquerda) e outro com DEP igual a 1, filho de pais altamente provados (curva da direita), provenientes de uma população com variância genética igual a 1.

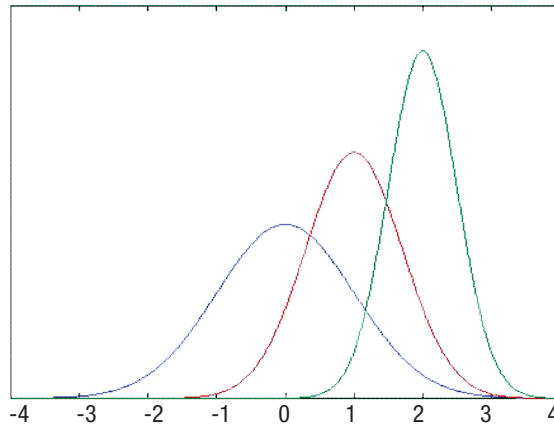


FIGURA 13.3. Curvas da distribuição da DEP verdadeira de três animais, sendo elas correspondentes, da esquerda para a direita, a um animal sem informação disponível, um animal filho de pais provados e um animal filho de pais provados com dados de desempenho próprio de mais de 20 filhos, provenientes de uma população com variância genética igual a 1.

ACURÁCIA

De uma maneira geral, podemos dizer que a DEP que utilizamos corresponde ao ponto de maior frequência (pico da curva de distribuição dos valores possíveis), para a DEP real de um animal, baseado nas informações disponíveis até o momento. À medida que se acumula informações, a curva fica mais afunilada e o pico mais alto, concentrando uma maior proporção das DEPs verdadeiras na região próxima ao valor estimado, o que confere uma maior confiabilidade à DEP estimada. Para se quantificar essa confiabilidade lança-se mão da acurácia - aquela mesma que consta na fórmula da taxa anual de ganho.

Dois pontos merecem ser destacados, a seguir.

O impacto da acurácia no ganho já está incorporada nas DEPS

Na hora que definimos a distribuição dos valores da DEP verdadeira de um animal e calculamos a DEP, a acurácia da informação disponível entra nos cálculos, penalizando animais cuja informação é pouco confiável. Por exemplo, na seleção apenas pelo desempenho individual para uma característica com herdabilidade (h^2) de 0,3, o animal precisa ser superior à média do grupo em 100 gramas/dia (D) para que sua DEP seja de apenas 15 g/dia ($S = \frac{1}{2} * 0,3 * 100$). Animais que tem informação proveniente de um grande número de filhos apontando para uma superioridade média de 15 g/dia, por outro lado, terão sua DEP muito próxima desse valor. Essa penalização é feita de uma maneira mais ou menos intensa em toda avaliação genética da população, dependendo das informações disponíveis sobre cada animal. Dessa forma, o valor da DEP publicada corresponde exatamente ao centro da curva dos valores possíveis para a DEP real de cada animal, podendo variar à medida que se acumulam novas informações.

A utilidade da acurácia é quantificar as possíveis mudanças da DEP

Como a DEP já leva em conta o impacto da acurácia no ganho, a grande utilidade da acurácia é informar a magnitude das mudanças no valor da DEP que podem ocorrer quando mais informações se tornarem disponíveis. Ninguém gostaria de fazer um grande investimento em um touro jovem para depois o ver ser desvalorizado quando os resultados dos filhos dele começarem a aparecer. Isso não quer dizer que não devemos utilizar animais de baixa acurácia como os touros jovens, apenas que devemos ter consciência do risco associado.

Por outro lado, a acurácia tradicional não foi pensada para essa aplicação e as flutuações das DEPs não correspondem à expectativa gerada pelo valor da acurácia. Por exemplo, para o índice de pedigree, a acurácia tradicional pode chegar a 71%, entretanto, a dispersão dos possíveis valores verdadeiros da DEP é apenas 29% menor do que quando não se tem dado nenhum sobre o animal (essa é a redução que se observa nas curvas da Figura 13.2). Já para a seleção pelo desempenho individual em uma característica de herdabilidade igual a 0,3, a acurácia tradicional é em torno de 55%, sendo que a dispersão dos possíveis valores verdadeiros da DEP é apenas 16% menor.

Em função disso, o órgão que regulamenta as avaliações genéticas nos Estados Unidos da América criou uma nova medida que varia linearmente com a magnitude das possíveis mudanças no valor das DEPs. Essa medida é chamada de acurácia do BIF (BIF, 2002) e é a acurácia utilizada nas avaliações genéticas de gado de corte publicadas nos Estados Unidos da América. A acurácia do BIF é considerada mais conservadora, na medida em que um grande número de filhos é necessário para se atingir valores de acurácia acima de 80%. Na Tabela 13.1, é apresentado o número de filhos necessários para atingir os diferentes níveis de acurácia do BIF para uma característica semelhante ao peso ao desmame (h^2 igual a 0,25) bem como um intervalo de confiança com 95% de probabilidade para as mudanças na DEP quando um animal passa de um nível de acurácia para outro.

Podemos ver na Tabela 13.1 que as mudanças na DEP são maiores quando o animal parte de um valor baixo de acurácia e quando ele acumula muita informação de uma avaliação para outra, ou seja, dá um salto em termos de acurácia. Podemos ver também

TABELA 13.1. Número de filhos necessários no teste de progênie para atingir os diferentes níveis de acurácia do BIF e intervalo de confiança com 95% de probabilidade para a mudança da DEP do peso ao desmame quando se passa de um valor de acurácia para outro.

ACURÁCIA ANTERIOR	NÚMERO DE FILHOS	ACURÁCIA ATUAL				
		20	40	60	80	99
20	11	0,0	15,6	20,4	22,8	23,5
40	36		0,0	13,1	16,6	17,6
60	105			0,0	10,2	11,8
80	481				0,0	5,9
99	200506					0,0

que depois que o animal atinge 80% de acurácia, as mudanças possíveis de sua DEP são bem menores, mesmo com um acúmulo absurdamente grande de informações (mais de 200 mil filhos).

ENTÃO QUAL A ESTRATÉGIA DE SELEÇÃO?

Depois do que foi dito acima, devemos lembrar que a seleção deve ser feita com base no valor da DEP, independente da acurácia. Além disso, touros jovens, de baixa acurácia, normalmente, são de preço mais baixo e apresentam uma melhor relação preço por unidade de DEP a mais. O impacto das flutuações nas DEPs desses touros sobre o mérito do rebanho pode ser controlado pela utilização de um número maior de touros, de forma a proporcionar menor quantidade de vacas por touro jovem do que normalmente acontece quando se usam touros de alta acurácia. Desta forma, o número de progênies de cada um dos touros de baixa acurácia seria relativamente menor do que seria no caso de touros de alta acurácia. Além do mais, essa estratégia também ajuda na manutenção da variabilidade genética do rebanho e na redução do risco de uma propagação rápida no rebanho de um gene recessivo deletério para o qual um dos touros utilizado possa ser portador. Caso se verifique no futuro que um dos touros transmite algum defeito genético ou tenha uma DEP real muito inferior ao que se havia estimado, os produtos desse touro podem ser mais facilmente eliminados do rebanho já que representam uma parcela pequena dos animais.

Na Figura 13.4 mostramos a distribuição do valor genético verdadeiro de filhos selecionados de touros de baixa e alta acurácia de mesmo valor genético. Os dados foram simulados tomando-se 20 touros para cada situação, que tinham a mesma DEP calculada (a DEP que sai no sumário), mas que tinham DEP verdadeira variável conforme sua acurácia. Os touros de baixa acurácia (20%) correspondem a animais jovens, que concluíram o sobreano de um programa de melhoramento ou uma prova de ganho de peso. Os touros de alta acurácia (80%) correspondem a animais provados, que já tiveram cerca de 500 filhos avaliados. Foram gerados os valores genéticos dos filhos, seus fenótipos, feita uma avaliação genética seguida da seleção dos 20% superiores com base na DEP calculada de cada animal.

Quando olhamos para a DEP verdadeira dos animais selecionados, apesar das médias das DEPs dos filhos dos dois grupos de touros serem a mesma, vemos que nos touros de baixa acurácia a média dos selecionados é 20% superior. Isto se deve ao fato de nos touros de baixa acurácia termos animais muito melhores e muito piores do que sua DEP publicada dizia e, nos selecionados, ficamos apenas com os melhores filhos dos touros que se provaram superiores ao que se esperava. Por isso o ganho é maior. O outro lado da moeda é que do outro lado da curva também temos piores filhos para o grupo de baixa acurácia, isto não é desejável para o criador que quer consistência de produção. Sendo assim, identificamos dois perfis de criadores:

1. Selecionador: aquele que está no topo da pirâmide e depende dos seus animais para obter ganhos. Ele deve usar touros jovens para obter mais ganho;
2. Multiplicador: aquele que está produzindo touros para uso no rebanho comercial a preços mais acessíveis e por isso quer ter um maior aproveitamento dos tourinhos, precisando de consistência. Este deve usar touros provados.

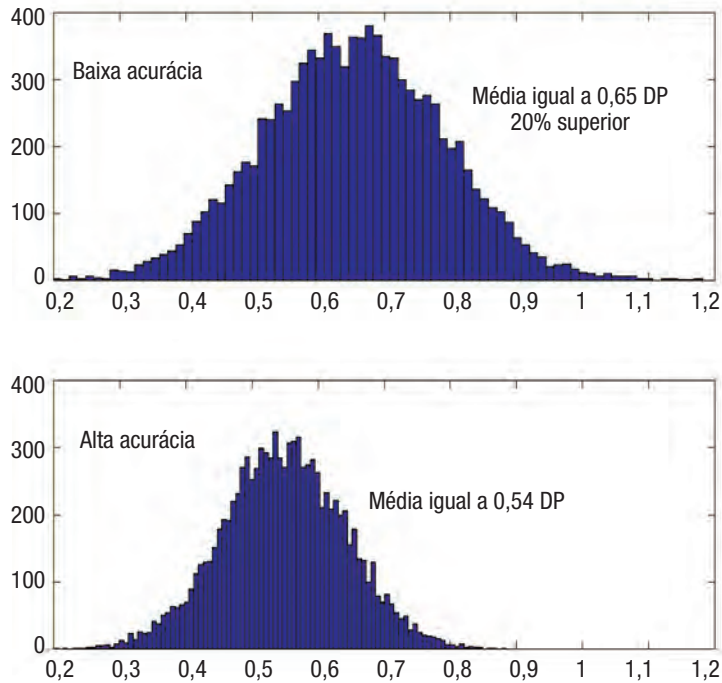


FIGURA 13.4. Distribuição do valor genético verdadeiro dos filhosp selecionados (20% melhores na DEP calculada) de touros (20) de baixa (0,2 ou animal com avaliação de sobreano) e alta acurácia (0,8 ou animal provado com quase 500 filhosp) de mesmo valor genético.

Outra simulação interessante para elucidar os mecanismos de interação dos diversos componentes da taxa anual de ganho é o que apresentamos nos resultados na Figura 13.5. Nele, um rebanho de 1000 matrizes mantidas após a monta, é exposto, juntamente com 200 novilhas selecionadas, a 40 touros. Os touros trabalham por dois anos e a seleção de touros e novilhas é feita com base na DEP recalculada anualmente. A característica é semelhante ao peso ao desmame e se manifesta antes da entrada na vida reprodutiva e tem os seguintes parâmetros genéticos: herdabilidade igual a 0,25; herdabilidade materna igual a 0,09; razão entre variância de ambiente permanente e variância fenotípica (c^2) igual a 0,09 e correlação genética aditiva direta-materna igual a -0,20.

A Figura 13.5 expressa tendências genéticas de touros e matrizes, em um período de seleção de 20 anos, envolvendo-se um rebanho de 1.000 matrizes e 200 novilhas, sendo cobertas por 40 touros, com renovação de 50% ao ano. Observa-se que machos e fêmeas evoluem na mesma tendência, visto que se acasalam todo ano para formar os produtos da próxima safra. Por isso não faz sentido termos índices diferentes para selecionar machos e fêmeas de uma mesma raça, de um mesmo programa. Outro ponto é que com este rebanho de 1.000 matrizes, utilizando apenas a monta natural, foi obtido um ganho de 1,59 kg/ano, o qual é bem superior ao ganho genético observado na maioria dos programas de melhoramento, mostrando que temos muito espaço para fazer mais e melhor. Além disso, observa-se que a evolução dos touros, por mais que estejamos renovando 20 touros por ano, ainda sofre grandes flutuações.

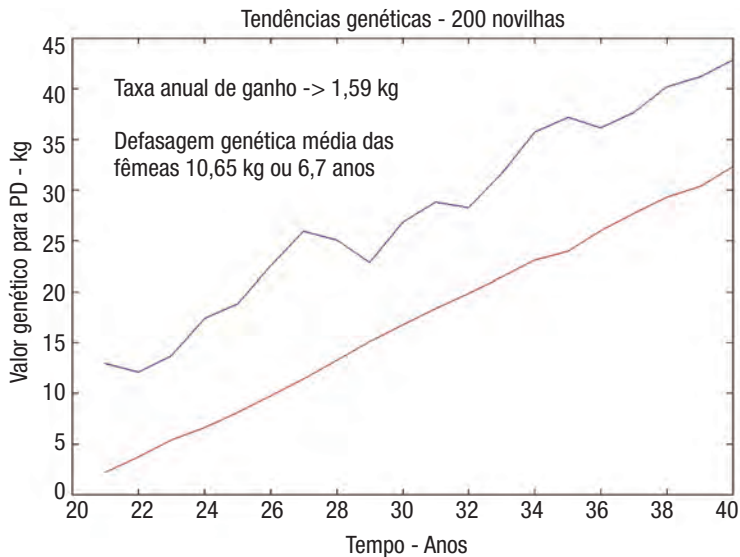


FIGURA 13.5. Evolução do valor genético verdadeiro de touros (linha azul) e vacas (linha vermelha) acasalados anualmente, em um programa de seleção com base nas DEPs, dentro de um rebanho com 1.000 matrizes e 200 novilhas, sendo cobertas por 40 touros com renovação anual de 50% dos touros conduzido por 20 anos.

Outro ponto importante que se pode notar nesta figura é a defasagem genética que existe entre o mérito genético dos touros e das vacas que acasalam. Ela chega a 10,65 kg o que equivale a 6,7 anos de seleção. Assim, quando os acasalamentos acontecem, os produtos machos estão 3,35 anos atrás de seus pais e os produtos fêmeas 3,35 anos a frente de suas mães. Quando eles chegam à idade reprodutiva três anos depois, eles concorrem com os animais do ano anterior, estando os tourinhos jovens 5,35 anos defasados em relação aos touros em uso e as novilhas 1,35 anos a frente das matrizes. Isto tem implicações práticas que veremos a frente.

E A IDADE DO TOURO? EU TENHO QUE ME PREOCUPAR COM ISSO NA SELEÇÃO?

A princípio a resposta é não. Isso pode parecer um tanto contraditório, visto que a taxa anual de ganho é menor, quando o intervalo de gerações é maior. No entanto, a DEP leva em conta o intervalo de gerações e permite comparações de animais de diferentes idades.

Isso ocorre porque a informação da matriz de parentesco é incorporada quando se faz a avaliação genética. Essa informação diz que o animal quando nasce tem mérito genético médio, ou DEP, igual à média do mérito dos seus pais (isso é chamado de índice de pedigree ou DEP futura e é utilizado nos programas de acasalamento e nas comercializações de embriões), portanto, animais mais jovens e que se destacam pelos seus dados de desempenho tendem a ter DEPs semelhantes e até superiores às DEPs de seus pais. Um exemplo disso pode ser compreendido, voltando-se a observação da Figura 13.2. Suponhamos que o animal da curva à esquerda seja um animal da geração anterior,

enquanto que o animal da curva da direita da geração atual, filho de pais superiores. Ambos não têm dados de desempenho, mas o animal da direita, por ser de uma geração mais recente e filho de pais selecionados, tem uma DEP maior. A DEP se encarrega de valorizar os animais jovens fruto de um trabalho orientado de seleção.

Por outro lado existem razões que podem justificar a restrição ao uso de touros mais velhos, mesmo que eles tenham DEPs altas. Uma delas é o fato de já terem sido usados bastante na população e, portanto, a continuação de seu uso pode acarretar em aumento do parentesco médio dos animais do rebanho e uma maior taxa futura de consanguinidade, além dos fatores de risco comentados anteriormente.

Na Figura 13.6 é apresentada a distribuição da idade do touro ao nascimento dos filhos, quando no programa de simulação citado anteriormente, a seleção dos 40 touros para trabalhar anualmente foi feita, livremente, entre os 40 touros do ano anterior e todos os produtos de dois anos de idade disponíveis para a monta, para uma característica semelhante ao peso a desmama, com herdabilidade igual a 0,25, ao longo dos 20 anos de seleção.

O intervalo de gerações dos touros que era de 3,5 anos aumentou, passando para 5,06 anos. Entretanto, a taxa anual de ganho teve um incremento de 25%, passando para 1,98 kg/ano. Isto parece contraditório, mas se deve a um delicado equilíbrio entre o ganho na geração atual e o ganho na próxima safra. Outro ponto é que alguns touros foram usados por mais de 10 anos deixando uma contribuição excessiva no rebanho, o que triplicou o coeficiente de consanguinidade médio após 20 anos. O fato de apenas 36% dos touros selecionados serem de dois anos se deve à defasagem genética de mais de cinco anos em

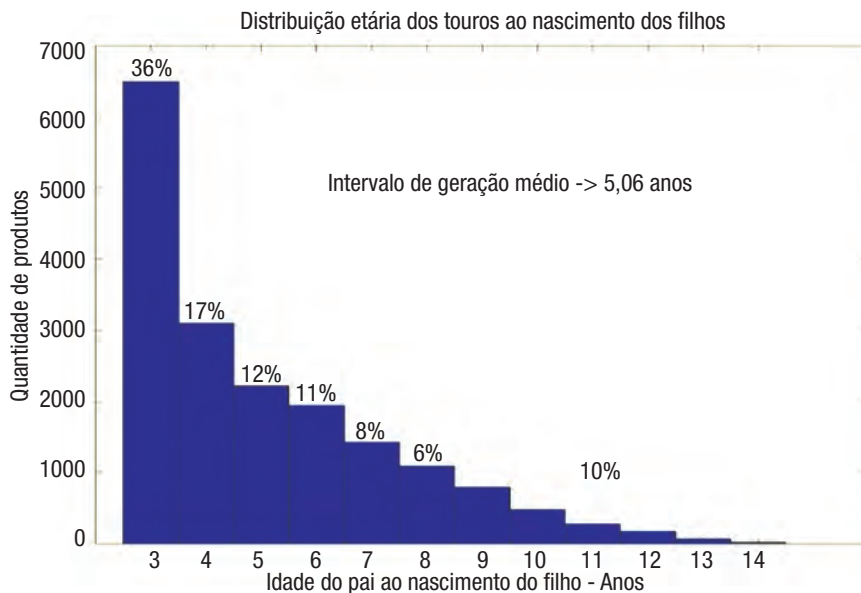


FIGURA 13.6. Distribuição da idade do touro ao nascimento dos filhos, em um programa de melhoramento com 1.000 matrizes e 200 novilhas expostas a 40 touros selecionados com base nas DEPs entre os 40 touros do ano anterior e os produtos de dois anos prontos para a monta, para uma característica semelhante ao peso a desmama (h^2 igual a 0,25) ao longo dos 20 anos de seleção.

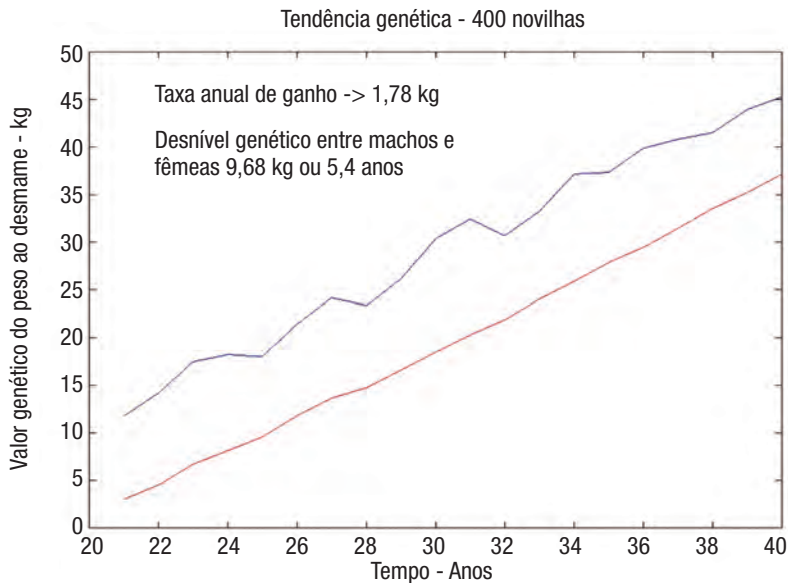


FIGURA 13.7. Evolução do valor genético verdadeiro dos touros (linha azul) e vacas (linha vermelha) acasalados anualmente em um programa de seleção com base nas DEPs em um rebanho com 1000 matrizes e 400 novilhas sendo cobertas por 40 touros com renovação anual de 50% dos touros conduzido por 20 anos.

relação aos touros usados na safra anterior. Assim, apenas 14 ou 15 tourinhos jovens, dos mais de 450 nascidos, chegam a superar os touros em uso, ou seja, cerca de 3%.

Na Figura 13.7 são apresentados os resultados da simulação considerando-se um programa de seleção após a estação de acasalamento, com base nas DEPs, conduzido por 20 anos, em um rebanho com 1.000 matrizes, com 400 novilhas, ao invés de 200, sendo cobertas por 40 touros com renovação anual de 50%. Novamente, o resultado é contra intuitivo pois reduzindo-se a pressão de seleção das novilhas é obtida uma taxa anual de ganho 12% maior, de 1,78 kg/ano. Isto se deve ao fato de as novilhas estarem 1,35 anos a frente das matrizes, sendo que muitas novilhas tomam o lugar de matrizes mais velhas e inferiores, o que pode ser visualizado nas distribuições de idade da vaca ao nascimento da cria nos dois esquemas (200 vs 400 novilhas) apresentadas na Figura 13.8.

Nota-se que neste caso o incremento no ganho genético foi acompanhado por redução no intervalo de geração de fêmeas de 6,4 para 4,8 anos, com intensa seleção das novilhas que representam 29% das fêmeas expostas, mas chegam a representar quase 35% das fêmeas selecionadas. Isto auxilia no incremento da intensidade de seleção de fêmeas e reduz a defasagem das fêmeas em relação aos touros, que caiu de 6,7 para 5,4 anos.

Foi avaliada também a taxa geral de prenhez que não teve uma queda tão acentuada, apesar da grande quantidade de vacas primíparas, visto que as novilhas apresentam alto índice de fertilidade aos dois anos. Além disso, a quantidade de fêmeas expostas (1.400) permitiria obter as 1.000 fêmeas prenhes facilmente, mesmo com uma taxa de prenhez muito menor (71%). Uma preocupação seria o peso médio do bezerro desmamado pelo grande número de fêmeas jovens, mas essa poderia ser uma estratégia em um mercado comprador de genética de matrizes.

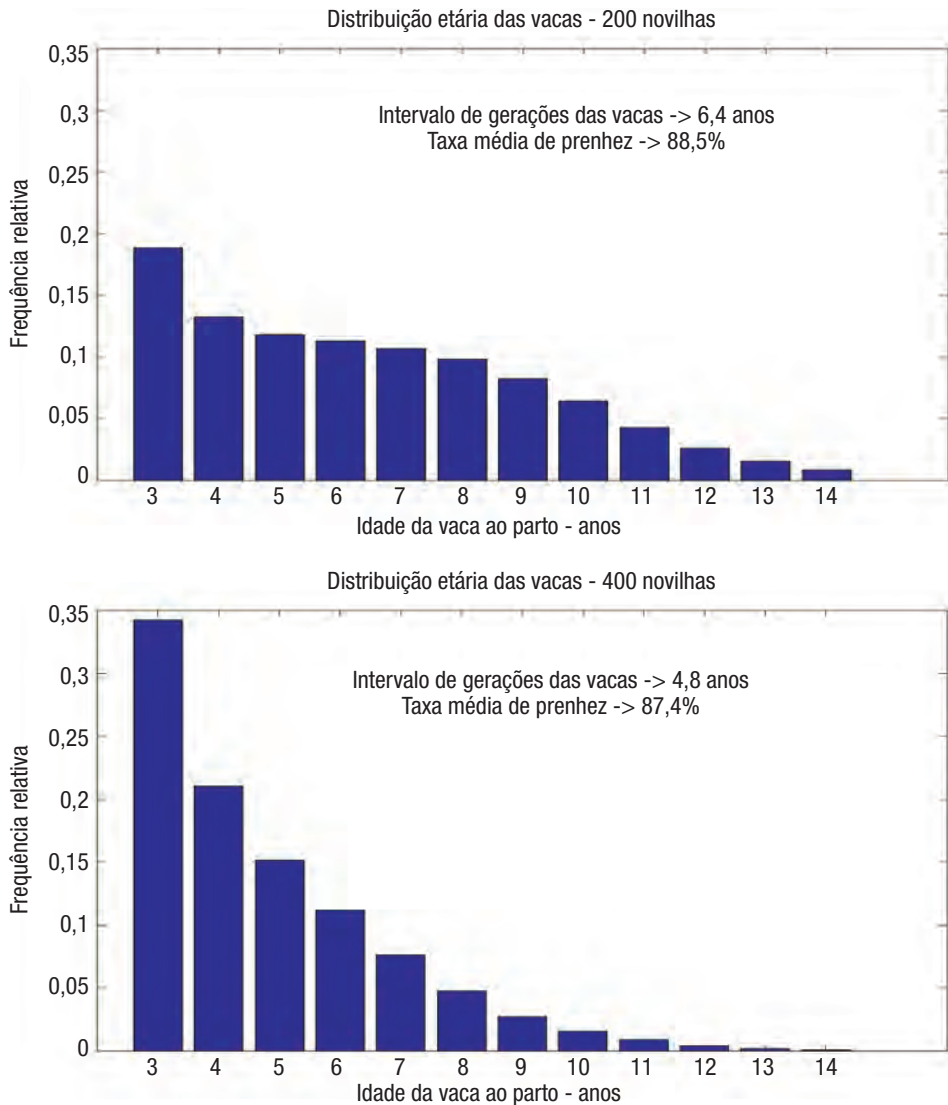


FIGURA 13.8. Distribuição da idade da vaca ao nascimento dos filhos, em um programa de melhoramento com 1.000 matrizes e 200 ou 400 novilhas expostas a 40 touros utilizados por 2 anos, para uma característica semelhante ao peso a desmama (h^2 igual a 0,25) ao longo dos 20 anos de seleção.

E OS OUTROS COMPONENTES DA TAXA ANUAL DE GANHO?

Assim como a acurácia e o intervalo de gerações, a variabilidade genética disponível também já está contabilizada nos valores das DEPs. O único componente da taxa anual de ganho que não está incorporado na DEP é a intensidade de seleção. Ela é estabelecida quando determinamos quais os animais serão utilizados nos acasalamentos e quantos filhos cada um deixará. Quanto maiores forem as DEPs dos animais selecionados, maiores serão as DEPs dos produtos nascidos e maior será a taxa anual de ganho.

Quando se tem um programa de melhoramento estabelecido, é comum se avaliar a taxa anual de ganho pela evolução da média das DEPs dos produtos nascidos ao longo dos anos. Isso é chamado de tendência genética e ajuda a verificar a eficiência do trabalho que vem sendo desenvolvido e/ou detectar eventuais problemas na condução do programa de melhoramento. A inclinação do gráfico de tendência genética corresponde à taxa anual de ganho que foi apresentada no início do texto.

Quanto aos sistemas de acasalamento, eles têm impacto modesto no ganho, visto que a seleção, quando define quais animais e quanto utilizar cada um, já define quase completamente, o mérito genético da safra subsequente. Ao definir como os machos serão combinados com as matrizes selecionadas, o sistema de acasalamento atua no ganho na seleção da geração seguinte de três maneiras: 1) evitando consanguinidade; 2) evitando descarte involuntário e 3) aumentando a variabilidade genética disponível.

O controle da consanguinidade é feito evitando o acasalamento de parentes. A partir do conhecimento do pedigree, o parentesco entre todos os animais é calculado e se impõe limites ao nível máximo de parentesco dos animais que estão acasalando. Na prática, o limite vai depender da população que se está trabalhando, mas um nível razoável é evitar o acasalamento de animais que tenham pelo menos um avô em comum o que resulta em 6,25% de parentesco ou 3,125% de consanguinidade. A endogamia ou consanguinidade tem por efeito principal o aumento da homozigose, que leva a perda de vigor dos animais, principalmente para características reprodutivas, reduzindo o número de animais produzidos e a economicidade da atividade; aumento da taxa de aparecimento de defeitos genéticos relacionados a genes com alelo recessivo deletério, o que pode aumentar muito a taxa de descarte involuntário e facilitar a perda aleatória de alelos por amostragem, levando ao esgotamento da variabilidade sem que ela seja explorada para obtenção de ganho.

Outro ponto em que o acasalamento atua, é na intensidade de seleção que poderá ser aplicada na próxima safra. Evitando o aparecimento de defeitos nos animais da nova safra, ele evita o descarte involuntário, deixando mais opções para o selecionador. Isto pode ser feito tanto para características fenotípicas quanto para as DEPs. De uma forma simples, basta evitar acasalar animais com o mesmo problema. Nas DEPs, uma forma de fazer isto é estabelecendo limites mínimos para a DEP futura dos acasalamentos recomendados. O impacto do descarte involuntário, avaliado no programa de simulação de rebanho, mostrou que, se ao invés de selecionarmos os 20 melhores touros para reposição anualmente, selecionarmos ao acaso (ou com base em qualquer outro quesito não relacionado ao objetivo de seleção) 20 touros entre os 80 melhores tourinhos (situação comum na prática) o ganho genético cairia de 1,59 kg/ano para 1,24 kg/ano, uma perda de 22% do ganho.

Quanto ao seu impacto na variabilidade genética disponível, podemos orientar o acasalamento dos machos de DEPs melhores com as fêmeas de DEPs melhores ou com as fêmeas de DEPs piores. No primeiro caso, temos o acasalamento de semelhantes que tem como resultado uma maior variabilidade nas DEPs e uma taxa de ganho um pouco maior à custa de um possível aumento na consanguinidade (BIJMA, 2000). O segundo caso é o que se chama de acasalamento corretivo, quando o objetivo é evitar produtos com valores ruins de DEP para uma ou outra característica, acasalando as vacas com touros que tenham DEPs altas para aquelas características que ela tem DEPs baixas. Esse sistema resulta numa maior uniformidade dos produtos nascidos e pode causar uma

taxa de ganho um pouco menor, mas ajuda no controle da consanguinidade à medida que tende a igualar as chances que cada um dos reprodutores selecionados tem de contribuir para as gerações futuras.

Na Figura 13.9 apresentamos o resultado da simulação do rebanho de 1.000 matrizes e 200 novilhas com uso dos touros por dois anos e com renovação de 50% dos touros por ano, mas com o emprego do acasalamento entre semelhantes. Nota-se que a taxa anual de ganho saltou de 1,59 kg/ano para 2,08 kg/ano, um incremento de 31% na taxa de ganho. Por outro lado, o uso intenso dos descendentes de alguns touros, favorecidos pelas matrizes com as quais foram acasaladas, causou uma taxa de consanguinidade média de 6% ao final de 20 anos. Isto representa quase cinco vezes a consanguinidade obtida no esquema de acasalamento ao acaso.

Em rebanhos grandes, que utilizam a monta natural, esta pode ser uma estratégia razoável, visto que o número de touros utilizados é alto e a taxa de consanguinidade inicial é baixa. Na prática, isso seria quase equivalente a subdividirmos nosso rebanho em um núcleo Elite, que recebe as melhores vacas, e um extrato Multiplicador, que recebe as vacas inferiores e está produzindo, predominantemente, material para comercialização. Por outro lado, em rebanhos menores e fechados, onde o controle de consanguinidade é mais crítico, este acasalamento de semelhantes é problemático.

Na Figura 13.10 apresentamos o efeito que o mérito das matrizes tem sobre a chance de seu filho chegar a ser selecionado para touro. Em gado de leite são comuns os termos touros, vacas mães de touros, animais líderes de sumário e recordistas de produção, que

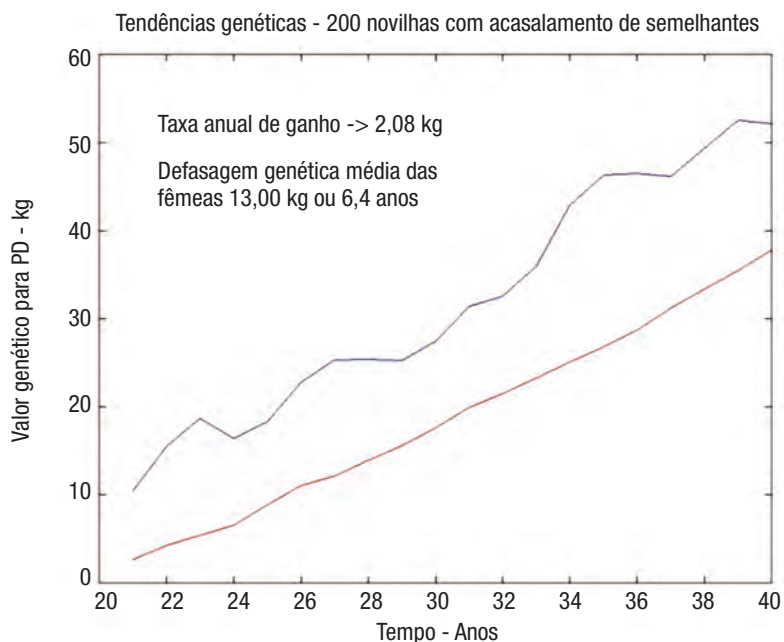


FIGURA 13.9. Evolução do valor genético verdadeiro dos touros (linha azul) e vacas (linha vermelha) acasalados anualmente, em um programa de seleção com base nas DEPs em um rebanho com 1.000 matrizes e 200 novilhas, cobertas por 40 touros com acasalamento entre semelhantes e renovação anual de 50% dos touros, conduzido por 20 anos.

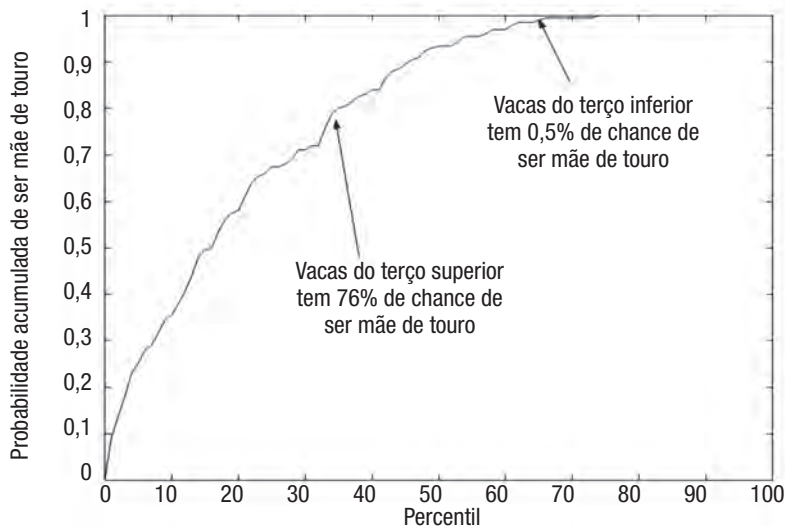


FIGURA 13.10. Distribuição acumulada da probabilidade da vaca ser mãe de touro de acordo com seu percentil, em um programa de melhoramento com 1000 matrizes e 200 novilhas expostas a 40 touros utilizados por 2 anos, para uma característica semelhante ao peso a desmama (h^2 igual a 0,25), ao longo dos 20 anos de seleção.

são utilizados para produzir os tourinhos para teste. Em gado de corte, muitas características se manifestam antes do animal entrar em reprodução, assim o fenótipo do animal interfere na sua avaliação e na definição se ele será escolhido. Entretanto, a contribuição de seus pais (sua DEP de pedigree) interfere bastante na sua chance de atingir valores mais altos de DEP e ser selecionado. Isto é mais nítido na escolha de touros, onde a seleção é mais rígida.

Podemos ver na Figura 13.10, que 76% dos tourinhos escolhidos foram gerados por matrizes que no momento do acasalamento tinham percentil no terço superior e que apenas 0,5% dos tourinhos escolhidos foram gerados por matrizes do terço inferior. Pensando nisso, poderíamos dividir nosso rebanho de matrizes em um núcleo Elite, formado pelas 50% melhores matrizes, onde seriam utilizados touros jovens para obter altos ganhos, e em um extrato multiplicador formado pelas 50% piores onde seriam utilizados touros já provados e que deram contribuição suficiente para o rebanho, buscando uma produção com consistência para venda de tourinhos e, quem sabe, aproveitar algumas matrizes no rebanho.

NÃO DÁ PARA SER MAIS SIMPLES?

Apesar da interpretação prática da DEP, o grande número de características existentes, bem como a constante mudança na base genética (base móvel), e até mesmo a recente introdução dessa ferramenta em alguns programas de melhoramento de gado de corte, dificulta a familiarização com os valores de uma DEP boa ou de uma DEP ruim. No sentido de facilitar a rápida identificação de um animal com DEP boa ou ruim foi introduzido no melhoramento o uso das classes de percentil.

Os percentis são os limites de cada um por cento de um grupo de valores ordenados. Dessa forma, a primeira classe de percentil para a DEP é o grupo de 1% dos animais que possui os melhores valores de DEP, da mesma forma os animais que tem classe de percentil menor que 20 são os 20% que possuem as melhores DEPs. A classe de percentil informa a dificuldade que se tem em achar no rebanho um animal com DEP tão boa ou melhor do que a DEP do animal em questão. Todo mundo entende facilmente que os top 20-25% dos produtos (classe de percentil menor que 25) podem ser comercializados como touros (vide regulamentação do CEIP), que os touros com DEP top 1% (classe de percentil 1) só se acha um a cada 100 animais avaliados e, portanto, são mais valorizados e normalmente atingem os maiores preços nos leilões, são escolhidos para participar de testes de touros jovens e/ou são touros de Centrais de Inseminação.

Uma opção semelhante é o uso das decas que correspondem a grupos de 10% dos animais classificados quanto ao valor das suas DEPs. Assim, os animais deca 1 são os 10% melhores, os deca 2 são os 10% logo abaixo e assim por diante até os deca 0 (ou 10) que são os 10% piores. Essa medida propicia uma menor discriminação dos animais, dando o mesmo valor (mesma deca) a um grande número de animais.

E ESSA HISTÓRIA DE EFEITO DIRETO, MATERNO, TOTAL MATERNAL?

O efeito direto é aquele em que o touro de DEP alta passa os alelos favoráveis para o bezerro que cresce sob a influência de seus alelos e apresenta um peso ao desmame superior. O efeito materno representa o efeito de outro genótipo (o da vaca, principalmente pela produção de leite) sobre a característica do bezerro, como o peso ao desmame. Uma maneira prática de se compreender a DEP maternal de um touro é defini-la como a diferença entre a produção dos netos de um touro quando ele é avô materno e a produção de seus netos quando ele é avô paterno. Todos os dois netos recebem metade da DEP direta do touro, mas somente os filhos das filhas desse touro recebem a influência da produção leiteira dessas fêmeas determinada pela DEP maternal.

Por outro lado, o que interessa quando se está selecionando um touro para produzir boas fêmeas é a qualidade do bezerro produzido e essa qualidade depende das duas DEPs (direta e materna), conforme foi dito acima. Portanto, foi estabelecida uma combinação de metade da DEP direta mais a DEP maternal que se passou a chamar de Total Maternal. O Total Maternal mede a contribuição do touro para a produção de seus netos por intermédio de suas filhas e, portanto, é uma ferramenta para quando se quer selecionar touros para a produção de novilhas de reposição.

Um fato interessante se deve aos efeitos diretos e maternos se manifestarem na mesma medida que é o peso ao desmame do bezerro. Se considerarmos o exemplo da simulação citada anteriormente, onde 200 novilhas e 20 tourinhos são selecionados pela DEP para o efeito direto sobre o peso ao desmame anualmente e expostos à reprodução, esperamos, com base no ganho de 1,59 kg/ano, um decréscimo de 0,19 kg/ano pela resposta correlacionada negativa para o efeito materno, entretanto isto não se observa, com tendência praticamente nula para o efeito materno. Isto acontece porque quando pegamos os animais jovens de maiores DEPs para peso ao desmame, boa parte se deve ao fato de terem desmamado pesados, o que tem correlação positiva com o efeito materno, anulando a seleção contra o efeito materno, que ocorre na parte referente ao pedigree, onde

a separação dos efeitos diretos e maternos é mais precisa. Por isso, quando trabalhamos com seleção de animais jovens, a preocupação com a queda no efeito materno devido à resposta correlacionada não se justifica.

E OS ÍNDICES? POR QUE ELES EXISTEM E PARA QUE SERVEM?

A pecuária de corte é uma atividade complexa. Várias características produtivas e reprodutivas do gado de corte interferem na eficiência do sistema de produção. Em vista disso, o processo de melhoria da qualidade do rebanho para aprimorar a eficiência do sistema de produção, normalmente, envolve a medição e a avaliação de várias características.

Na medida em que se têm duas ou mais características para se fazer a seleção, o processo se torna bastante complexo e o uso de um índice geral único na seleção passa a ser bastante atrativo. Além disso, em algumas situações, os índices têm propriedades conhecidas superiores às outras técnicas de seleção, envolvendo várias características. Para isso, é importante que se conheça os chamados valores econômicos das características avaliadas (o quanto de aumento na lucratividade para cada unidade de aumento da característica em questão), o que requer a especificação completa do sistema de produção acompanhada de uma análise econômica.

Entretanto, em vista das dificuldades envolvidas no processo de avaliação econômica, ou até mesmo para se definir um sistema de produção para a pecuária brasileira tão heterogênea, todos os programas de melhoramento de gado de corte existentes hoje no Brasil partem para a utilização de índices empíricos, utilizando pesos relativos, nos quais as DEPs são padronizadas, multiplicadas pelo peso relativo e somadas para formar o índice. A questão que fica é: quanto será que esses índices estão próximos do índice ideal (baseado nos pesos econômicos)? Será que não estamos comprometendo todo um esforço de seleção colocando ênfase demasiada em características irrelevantes? Todavia, até que se consiga chegar à situação ideal, só nos resta continuar utilizando as ferramentas que dispomos, mas muita atenção e bom senso devem ser utilizados na hora de se estabelecer um índice empírico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão dos conceitos básicos apresentados ao longo deste capítulo permite ao selecionador de gado de corte estabelecer estratégias de seleção que maximizarão o melhoramento genético de seu rebanho. Ademais, possibilita a análise crítica e consciente das informações disponíveis, tornando o processo de tomada de decisão mais criterioso e seguro.

FONTES DE REFERÊNCIA

- BIF – Beef Improvement Federation. Guidelines for uniform beef improvement programs. 8th edition. 2002. 161p.
- SILVA, L.O.C.; NIETO, L.M.; ROSA, A.N. Avaliação de touros jovens: manual de instrução e operação. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2003. 38p. (Documentos / Embrapa Gado de Corte; 61).
- VAN VLECK, L.D. Selection index and introduction to mixed model methods. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 1993. 481p.