

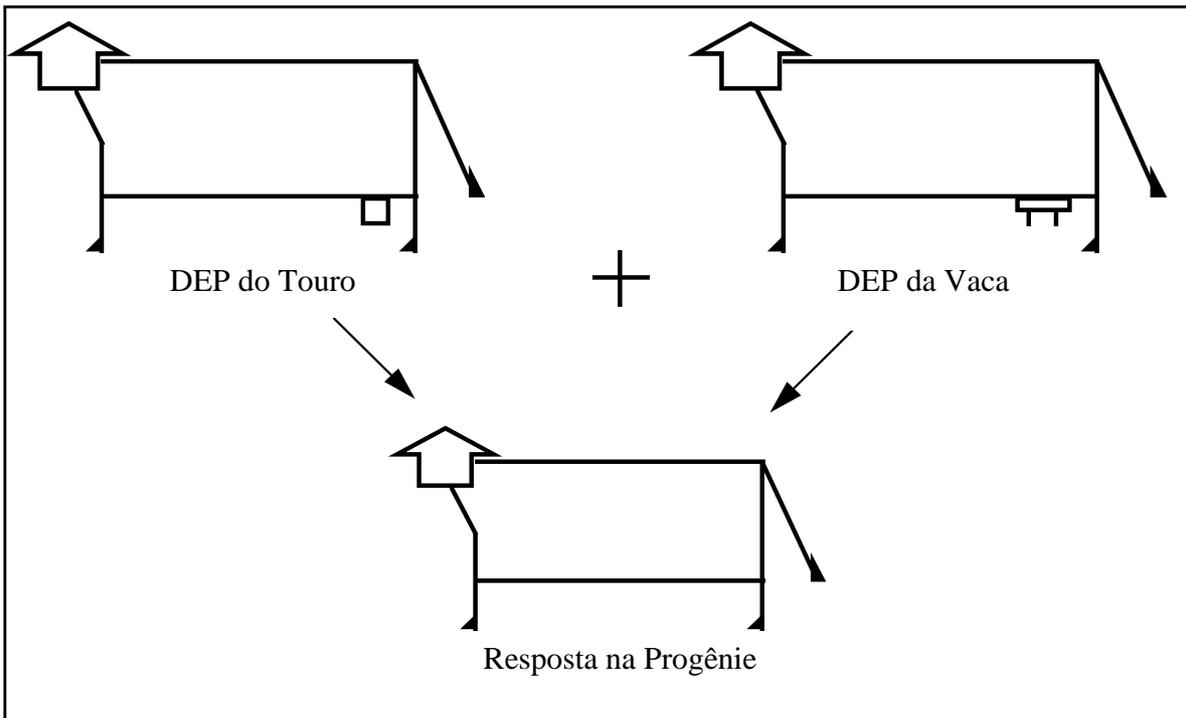
Manual do Criador

---

# Diferenças Esperadas na Progenie

---

Definições, Cálculos, Interpretações e Usos



James S. Brinks

---

## **SOBRE O AUTOR<sup>1</sup>**

Jim Brinks foi criado em uma fazenda bem diversificada no sudeste de Michigan cujas atividades incluíam bovinocultura de leite e carne; suínos e culturas sazonais. Ele participava ativamente do 4-H<sup>2</sup> com vários projetos e recebeu uma bolsa de ensino 4-H na Michigan State University. Durante a faculdade, foi membro de vários grupos de conselho e clubes de agricultura, foi presidente do clube Block and Bridle e foi nomeado como destaque em pecuária. Ele obteve os graus B.S. (1956) e M.S. (1957) em Produção Animal pela Michigan State University e Ph.D. (1960) em Produção Animal pela Iowa State University.

De 1960 à 1967 trabalhou com o Serviço de Pesquisas Agropecuárias, USDA, no Colorado, como geneticista animal e mais tarde como “líder das investigações” para as pesquisas em produção de gado de corte nos 12 estados do oeste. Durante este período, ele trabalhou com a estação de produção de bovinos do USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos), Miles City, Montana, planejando cruzamentos, cruzamentos entre linhagens e estudos de seleção, além da análise e publicação dos dados de pesquisa. Escreveu um boletim sobre as respostas à seleção da população da “Linha 1” do gado Hereford, desenvolvida na estação.

Em 1967 ele ingressou na Colorado State University como professor de Produção Animal onde lecionou em cursos de produção animal, genética de populações e cruzamentos avançados em gado de corte. Até o momento, ele foi o orientador principal de mais de 60 alunos em teses de mestrado e doutorado e publicou mais de 300 artigos em publicações científicas e de divulgação. Ele fez inúmeras conferências nos Estados Unidos, Canadá, Austrália e Nova Zelândia e recebeu várias premiações por suas contribuições.

---

<sup>1</sup> O autor autorizou a tradução e a distribuição gratuita deste livro. A tradução foi feita pela equipe do Núcleo de Zootecnia, com revisão final do Prof. Dr. Henrique Nunes de Oliveira (Unesp – Botucatu).

<sup>2</sup> Nota do Tradutor: 4 H (Head, Heart, Hand, Health) instituição do governo americano que integra jovens do interior.



## **PREFÁCIO**

Este manual surgiu da necessidade de esclarecer algumas das questões relacionadas à Diferença Esperada de Progenie, sendo destinado às associações de raças americanas; estudantes e produtores tanto comerciais como criadores de elite. Raramente uma ferramenta nova para o melhoramento genético de rebanhos ganhou tanta popularidade e utilidade em tão pouco tempo e como estamos envolvidos em programas nacionais de avaliação de bovinos, temos recebido muitas indagações sobre as DEPs.

Serão encontradas definições de termos afins, uma visão geral dos cálculos envolvidos, interpretações usando diagramas e explicações das várias utilidades das DEPs. É claro que as utilidades refletem a opinião do autor e podem diferir da opinião de outros. Os usos das DEPs são descritos do ponto de vista dos produtores comerciais e também dos selecionadores.

Este manual é, portanto, uma tentativa de responder muitas das questões sobre DEPs em termos simples, sem ater a questões matemáticas mais intrincadas. Na verdade não está incluída nenhuma equação matemática, embora haja algumas indicações de leituras para os que tiverem interesse nessa parte.

Espero que este manual cumpra o seu propósito, esclarecendo muitas das questões relacionadas com DEPs.

J.S.B.

## **Índice**

DEFINIÇÕES, CÁLCULOS, INTERPRETAÇÕES E USOS .....	7
INTRODUÇÃO .....	7
<b>DEFINIÇÕES DOS TERMOS .....</b>	<b>7</b>
BREEDING VALUE (VALOR GENÉTICO) .....	8
DIFERENÇA ESPERADA NA PROGÊNIE .....	8
DIFERENÇA ESPERADA NA PROGÊNIE MATERNA .....	8
DIFERENÇA ESPERADA NA PROGÊNIE MATERNA TOTAL .....	8
DEP INTERINA .....	9
DEP DE PEDIGREE .....	9
ACURÁCIA .....	9
ERRO PADRÃO.....	9
GRUPOS CONTEMPORÂNEOS .....	10
BASE GENÉTICA.....	10
<b>VISÃO GERAL DOS PROCEDIMENTOS E MODELOS DE PREVISÃO.....</b>	<b>12</b>
MÉTODO BLUP .....	12
MODELOS ESTATÍSTICOS .....	13
RESUMO .....	15
<b>VISÃO GERAL DO CÁLCULO DAS DEPS.....</b>	<b>16</b>
RESUMO .....	17
<b>INTERPRETAÇÃO DOS VALORES DAS DEPS PARA TOUROS<sup>19</sup></b>	<b>19</b>
FACILIDADE DE PARTO .....	19
PESO AO NASCIMENTO .....	21
PESO À DESMAMA .....	21
PESO AO ANO DE IDADE (365 DIAS) .....	23
PESO ADULTO (ALTURA, ESCORE CORPORAL) .....	24
PERÍODO DE GESTAÇÃO .....	25
CIRCUNFERÊNCIA ESCROTAL .....	25
OUTRAS CARACTERÍSTICAS.....	26
<b>INTERPRETAÇÃO DO VALOR DAS DEPS DAS VACAS .....</b>	<b>27</b>
FACILIDADE DE PARTO .....	27
PESO À DESMAMA .....	27
PESO AO ANO DE IDADE .....	28
OUTRAS CARACTERÍSTICAS .....	29

<b>PLANEJANDO O PROGRAMA DE SELEÇÃO.....</b>	<b>30</b>
TOMADA DE DECISÃO E ESTABELECIMENTO DE METAS .....	30
ADEQUANDO O TAMANHO DAS VACAS E A PRODUÇÃO DE LEITE AOS RECURSOS ALIMENTARES .....	30
ESCOLHENDO O SISTEMA DE CRIAÇÃO.....	32
ESCOLHENDO AS RAÇAS.....	33
RESUMO.....	34
<b>USANDO DEPS NO PROGRAMA DE CRIAÇÃO.....</b>	<b>35</b>
SELECIONANDO TOUROS PARA PRODUÇÃO COMERCIAL.....	35
PRODUÇÃO DE TOUROS COM DEPS FAVORÁVEIS .....	37
DEPS ENTRE AS RAÇAS.....	41
RESUMO.....	43
<b>LEITURA COMPLEMENTAR.....</b>	<b>44</b>

.6.

## **Índice de Figuras**

Figura 1: Dep dos touros para características diretas, maternas e maternas totais que afetam a facilidade de parto da progênie. ....	20
Figura 2. Valor da DEP do touro para peso ao nascimento da progênie.	21
Figura 3. DEPs de touros para efeitos diretos, maternos e maternos totais atuando sobre o peso à desmama da progênie. ....	22
Figura 4. DEPs dos touros para características diretas, maternas e maternas totais que afetam o peso à desmama da progênie de filhos e de netos.	23
Figura 5. Valor da DEP do Touro para peso ao ano da progênie. ....	23
Figura 6. Valor da DEP do touro para peso adulto da progênie. ....	24
Figura 7. Valor da DEP do touro para período de gestação da progênie.	25
Figura 8. Valor da DEP do touro para circunferência escrotal afetando o potencial reprodutivo da progênie. ....	25
Figura 9. Valor da DEP da vaca contribuindo com a facilidade de parto na progênie. ....	27
Figura 10. Valor da DEP da Vaca contribuindo para o peso à desmama da progênie. ....	28
Figura 11. Pedigrees de touros para serem usados em rebanhos comerciais. ....	39

## **Índice de Tabelas**

Tabela 1. Sistema de Classificação para Facilidade de Parto. ....	19
Tabela 2. Adequando o tipo biológico aos recursos alimentares. ....	32
Tabela 3. Tipos de touros para diferentes sistemas de cruzamento. ....	35
Tabela 4. Características importantes a serem consideradas no tipo dos touros. ....	36
Tabela 5. Valores de Erro Padrão por níveis de acurácia. ....	41

## DIFERENÇAS ESPERADAS NA PROGÊNIE.

### *Definições, Cálculos, Interpretações e Usos*

#### *Introdução*

A identificação do valor genético dos animais permite ao criador chegar mais rapidamente ao tipo de animal que melhor se adapta ao ambiente de sua fazenda, mercado e outros objetivos. A implementação de novos procedimentos teóricos associada à grande capacidade dos computadores tornou isto possível. O cálculo dos valores da Diferença Esperada de Progenie (DEP) permite uma avaliação mais precisa do valor genético dos animais para muitas características de importância econômica. Apesar da teoria ser complexa e dos cálculos serem complicados, os resultados são relativamente fáceis de se interpretar e usar.

A maioria das Associações de Raças nos EUA publicam sumários de touros que trazem os valores das DEPs dos mesmos para diversas características. São também calculadas DEPs para vacas e animais jovens, que ficam disponíveis para os participantes dos programas de controle de performance das raças. Este aumento da acurácia na identificação do valor genético dos animais, à medida em que são usados subsequentemente em programas de seleção, pode aumentar a velocidade com que os objetivos pré-estabelecidos pelos criadores sejam alcançados. Isto permite que o criador obtenha para as vacas de seu rebanho valores ótimos em termos de crescimento, tamanho adulto e produção de leite ou então mudar as características produtivas na direção que desejar. Para criadores comerciais, um programa ótimo de criação deve ajudar na obtenção de uma produtividade ótima e máxima rentabilidade.

Com esta nova tecnologia surgiram várias dúvidas relacionadas à definição, cálculo, interpretação e uso dos valores das DEPs. Este manual é uma tentativa de responder muitas destas questões.

#### **DEFINIÇÕES DOS TERMOS**

Nas próximas páginas serão apresentadas breves definições de alguns termos afins. Ilustrações e explicações mais completas dos mesmos serão apresentadas mais adiante.

### ***Breeding Value (Valor Genético)***

Como o próprio nome diz, é o Valor Genético de um animal como reprodutor. O Valor Genético é duas vezes o valor da DEP já que cada um dos pais transmite somente uma amostra da metade de seus genes (um gene de cada par) para cada descendente. Esta amostra da metade dos genes é diferente para cada filho. O valor genético de um animal para uma dada característica é determinado pelos genes que ele possui e pode passar para sua progênie.

### ***Diferença Esperada na Progênie***

O valor de uma DEP é dado pela diferença na performance que é esperada para a futura progênie de um animal comparado à performance da futura progênie de todos os outros animais avaliados na análise, quando acasalados a animais de mesmo valor. O valor da DEP é a metade do Valor Genético já que cada um dos pais transmite apenas uma amostra de metade de seus genes para sua progênie. Estes valores das DEPs são expressos como negativos ou positivos em unidades da característica em relação a um ponto base zero.

### ***Diferença Esperada na Progênie Materna***

Este valor se refere àquelas características que são influenciadas maternalmente e se expressam somente nas fêmeas, e.g., produção de leite. É a diferença esperada na performance da progênie das filhas do reprodutor em questão quando comparado à outros reprodutores avaliados na análise. Tanto o touro como a vaca transmitem para sua progênie feminina genes para características maternas. Estas filhas irão expressar seu Valor Genético total (2 vezes suas DEPs) para estas características.

### ***Diferença Esperada na Progênie Materna Total***

Este valor é calculado para características determinadas tanto diretamente como maternalmente tais como peso à desmama. É a diferença esperada na performance total da futura progênie das filhas de um reprodutor que é devida a bagagem genética que o reprodutor em questão transmitiu para suas filhas. É calculada como a metade do valor direto da DEP mais o valor da DEP materna. A DEP deste reprodutor prevê a performance dos seus netos.

Além de avaliar reprodutores em análises amplas, podem ser calculadas DEPs também para animais jovens e que não possuem progênie. Estes valores podem ser obtidos com o uso da metodologia BLUP através de

procedimentos de solução de regressões onde são incluídas todas as informações para que a previsão seja feita. Assim podem ser calculadas estimativas de DEPs interinas e de pedigree.

### ***DEP interina***

Este valor é calculado para animais jovens a partir dos valores das DEPs dos seus pais e da sua própria performance, usando informações do seu grupo de contemporâneos para a característica. É uma estimativa da performance de sua futura progênie. Já que este animal jovem ainda não produziu progênie, os valores da acurácia destas DEPs são relativamente baixos. A maioria das Associações Americanas têm fornecido estas estimativas aos criadores.

### ***DEP de Pedigree***

A DEP de pedigree é estimada como a média das DEPs do touro e da vaca ou seja a DEP do animal jovem =  $1/2$  DEP do touro +  $1/2$  DEP da vaca. Se só houver informações disponíveis do touro, a estimativa pode ser feita como: DEP do animal jovem =  $1/2$  DEP do touro +  $1/4$  DEP do avô materno. A acurácia desta estimativa é ainda menor do que a da DEP interina uma vez que a própria performance do animal não é considerada. Esta estimativa pode ser útil quando se trabalha com acasalamentos direcionados ou quando são adquiridos touros que têm informações apenas de seus pais e avós.

### ***Acurácia***

Um valor de acurácia é calculado para a DEP de cada um dos pais e mede a confiabilidade da DEP. Valores de acurácia aparecem como um número decimal variando de 0 a 1,0. Valores altos indicam maior certeza de que o valor da DEP não irá mudar drasticamente com a incorporação de informações adicionais, desde que a metodologia de cálculo não mude. Valores baixos de acurácia indicam que mudanças relativamente grandes podem ocorrer com informações adicionais. Os valores da acurácia dependem da quantidade e distribuição das informações. Os valores da acurácia são calculados de acordo com as recomendações da BIF (EUA) embora diferentes centros de processamento usem aproximações ligeiramente diferentes no cálculo dos mesmos.

### ***Erro padrão***

O erro padrão é a variação positiva ou negativa que pode ocorrer para cada valor de DEP. É expresso em unidades da característica. Esta medida do

erro da previsão ou da mudança possível do valor da DEP decresce à medida que o valor da acurácia aumenta. Mais adiante será apresentada uma tabela mostrando a relação entre valores do erro padrão e da acurácia para várias características.

### ***Grupos Contemporâneos***

A performance do gado deve ser comparada dentro de grupos contemporâneos. Um grupo contemporâneo é um grupo de animais da mesma raça, nascidos na mesma estação de nascimento, no mesmo local (rebanho), do mesmo sexo e sob o mesmo manejo desde o nascimento até o momento em que forem tomadas as medidas (mesmo manejo alimentar, mesma data de mensuração, etc.). A porcentagem de raça também é considerada para rebanhos que estão em processo de absorção pela raça, e.g. grupos com 50%, 75%, 88%, e 100%. Estes grupos variam de acordo com a raça. Costuma-se considerar restrições na idade para pesos à desmama e à um ano. A “Beef Improvement Federation”, EUA recomenda que a faixa de variação para peso à desmama seja de 160 a 250 dias e para peso a um ano de 330 a 400 dias para animais do mesmo grupo de contemporâneos.

### ***Base Genética***

A base genética (zero) é determinada pelos valores das DEPs dos “animais fundadores” na análise. Animais fundadores são aqueles sem o pedigree de um ou de ambos dos pais na análise. Não é, portanto, a média de todos os animais da análise. Esta base genética poderia mudar em análises posteriores se novos animais com pais desconhecidos fossem acrescentados na análise. Tal acréscimo poderia ocorrer para raças em formação que ainda não chegaram à categoria de raça pura ou a qualquer momento que novos animais forem acrescentados ao arquivo sem que seus pais estejam incluídos nas análises anteriores. A maioria das Associações de Raças dos EUA fixaram a base de modo que as análises subsequentes são ajustadas por esta base fixa predeterminada.

**A informação importante a ser considerada é a diferença entre os valores das DEPs, e não o valor absoluto.** A base genética difere entre as raças<sup>3</sup> e por isso não se pode comparar diretamente os valores absolutos das DEPs de raças (ou sumários) diferentes. No entanto, estão sendo

---

<sup>3</sup>Nota do tradutor: No Brasil ocorrem variações de base entre os sumários de uma mesma raça.

feitos, atualmente, estudos preliminares visando permitir que no futuro o criador comercial compare valores de DEPs entre raças.

## **VISÃO GERAL DOS PROCEDIMENTOS E MODELOS DE PREVISÃO.**

### ***Método BLUP***

Novas técnicas estatísticas têm sido desenvolvidas para possibilitar uma maior precisão na identificação do valor genético de animais. Estas técnicas, conhecidas coletivamente como Melhores Preditores Lineares não Viciados (BLUP), são usadas para calcular as DEPs. Um valor de DEP é calculado para cada característica em cada animal. Todas as informações disponíveis são usadas, incluindo performance do indivíduo, de sua progênie e de todos os seus parentes.

Os métodos usados no BLUP envolvem a construção e solução de equações para cada grupo de contemporâneos, conjuntamente a uma equação para cada animal avaliado. Em modelos de características multivariadas, é resolvida uma equação para cada característica para cada animal. A inclusão de equações para grupos de contemporâneos implica em considerar as diferenças entre as performances dos grupos de contemporâneos quando são feitas as previsões das DEPs. Para raças com grande número de indivíduos, muitos milhares de equações são resolvidas simultaneamente.

O método BLUP usa informações de parentesco entre todos os pares de animais. Animais aparentados têm genes em comum na proporção de seu grau de parentesco, e.g., pai-filho, 50%; irmãos completos; 50%; meio irmãos, 25%; etc. Estas relações de parentesco são usadas para formar uma grande matriz quando da construção das equações do BLUP. A matriz de parentesco (na verdade sua inversa) facilita o uso das informações provenientes dos parentes. Já que os parentes têm genes em comum, o uso de informações da performance dos mesmos aumenta a acurácia na previsão da DEP de um animal. O uso desta matriz de parentesco promove também uma maior conectabilidade entre os grupos de contemporâneos. Em testes de avaliação de touros planejados, era usado um touro referência para permitir uma conectabilidade entre os grupos contemporâneos, e, em muitos casos isto ainda ocorre em vários conjuntos de dados. Usando a matriz de parentesco, genes comuns entre touros, entre vacas e entre touros e vacas servem para o mesmo propósito do touro referência, promovendo uma conectabilidade entre os grupos de contemporâneos. Isto ocorre principalmente em raças mais novas que foram iniciadas apenas com alguns poucos touros importantes. A matriz

de parentesco possibilita também a conectabilidade entre gerações através de genes comuns. Isto permite que animais jovens e velhos sejam comparados mesmo se forem de gerações diferentes. Portanto, a matriz de parentesco é uma parte chave das atuais técnicas superiores de avaliação.

As técnicas BLUP usadas para o cálculo das DEPs requerem estimativas de parâmetros tais como herdabilidades, correlações genéticas entre as características e variâncias genéticas e ambientais das características bem como a covariância entre características. Estes valores são usados na construção das equações . Os vários centros de processamento americanos têm obtido estes dados para as Associações de Raças. A genética básica nos diz que estes parâmetros podem ser bastante diferentes para cada população (raça) e freqüentemente é isto o que acontece. Normalmente estes valores são listados nos sumários de touros americanos.

Os método BLUP pode também ser usado para obter coeficientes de consangüinidade para cada animal inclusive se a matriz de parentesco completa for usada. Pode-se também obter a tendência genética estimada para uma característica em seleção dentro de uma raça ou de rebanhos individuais .

### *Modelos Estatísticos*

Existem vários modelos estatísticos disponíveis que usam os métodos BLUP. Os mais freqüentemente utilizados são **modelos animais completos** que incluem uma equação para cada animal no conjunto de dados, **modelos animais reduzidos** que incluem uma equação para cada touro e cada vaca, e **modelos touro-avô materno** que incluem uma equação para cada touro (pai) e para cada avô materno. Equações para grupos de contemporâneos são incluídas em todos os modelos e em todos os casos são usadas as informações de performance de toda a progênie. Atualmente todas as associações de criadores americanas têm usado o modelo animal reduzido (equações dos touros e vacas) ou o modelo touro-avô materno (equações dos touros e avôs maternos). O uso do modelo animal reduzido que contém equações para touros e vacas levam em conta o valor genético dos acasalamentos de modo a eliminar as distorções devidas a acasalamentos direcionados. Por exemplo, se um touro é acasalado somente com vacas superiores, a solução das equações BLUP irão resultar em DEPs superiores para as vacas, e a DEP do touro irá refletir seu verdadeiro mérito. Os valores das DEPs para animais jovens (sem progênie) e para vacas no caso do modelo touro-avô materno, são

obtidos por método de solução recursiva depois de completadas as análises primárias. A maioria das associações de raças americanas fornecem ou pretendem fornecer DEPs para animais jovens e sem progênie obtidas pelo método recursivo ou através de DEPs interinas ou de pedigree.

A discussão acima trata da análise de uma característica de modo que uma única característica é analisada de cada vez. Porém, se for necessário e houver disponibilidade de computador com capacidade suficiente pode ser usado um modelo multivariado. Num modelo multivariado, várias características podem ser avaliadas simultaneamente, e uma equação para cada característica para cada animal é incluída no modelo. Por exemplo, se forem consideradas duas características e for empregado o modelo animal reduzido, seriam duas equações para cada touro e duas equações para cada vaca na análise. Com o uso da análise multivariada, informações de uma característica podem ser usadas para obter informações de uma outra característica correlacionada geneticamente, aumentando desta forma a acurácia da previsão da DEP.

Um modelo com efeitos maternos é usado para separar efeitos diretos e maternos para características como peso à desmama e facilidade de parto. Para estimar o componente materno este modelo usa registros repetidos de uma mesma vaca. Todos os centros de processamento usam o modelo de efeitos maternos para fazer a análise de peso à desmama separando efeitos diretos de crescimento dos efeitos maternos ou de produção de leite. Deste modo, cada touro e cada vaca tem duas equações, uma para efeitos diretos e uma para efeitos maternos. Ilustrações para esta separação dos efeitos para touros e vacas aparecem mais adiante nas Figuras 1,3,4,9 e 10.

Outro excelente uso das análises multivariadas é no cálculo das DEPs para peso ao ano. Quando se analisa simultaneamente peso à desmama e ganho pós desmama elimina-se tendências devidas à descartes seqüenciais (DEP para peso ao ano = DEP para peso à desmama + DEP para ganho 160 dias pós desmama). O descarte da progênie à desmama deixa um grupo seletivo de animais a um ano de idade. Se existirem diferentes taxas de descarte entre grupos de touros, a DEP dos touros para peso ao ano pode ser viciada, a não ser que seja usado o modelo multivariado.

Algumas associações de raças americanas usam a análise multivariada para gerar DEPs para facilidade de parto na primeira parição onde são usados, para aumentar a acurácia, o peso ao nascimento ou os dados de facilidade de parto nas partições subsequentes da vaca. A maioria das

associações de raças descrevem nos seus sumários de touros os modelos usados no cálculo das DEPs para as várias características.

### ***Resumo***

O método BLUP combinado com os modelos adequados aumenta a acurácia e elimina muitos dos vícios presentes nos métodos mais antigos de avaliação. Com o uso da matriz de parentesco são levadas em consideração informações de todos os parentes o que permite um aumento da acurácia. Isso aumenta a conectabilidade entre os grupos de contemporâneos e leva em consideração a tendência genética, de modo a permitir comparações concretas entre reprodutores nascidos em diferentes gerações. O uso do modelo animal reduzido, que inclui equações tanto para os touros como para vacas, elimina os vícios devidos à acasalamentos direcionados. O uso do modelo multivariado aumenta a acurácia através do uso das informações de características correlacionadas e elimina eventuais vícios causados pelos descartes seqüenciais.

## **VISÃO GERAL DO CÁLCULO DAS DEPs**

Vários passos são efetuados para a formação e resolução das equações necessárias ao cálculo da DEP. Não existe nenhum programa que requeira apenas uma passagem através do computador. São empregadas várias passagens para os vários passos com checagens feitas para cada passo. Além disso cada característica requer uma análise separada a não ser que seja usado um modelo multivariado.

O primeiro passo é eliminar os dados inúteis. Tanto as associações de raças como os centros de processamento procedem dessa maneira. Os dados são checados para valores extremos para cada característica (geralmente erros de digitação) e são eliminados somente se forem considerados como errados. Os dados são também avaliados para a formação dos grupos de contemporâneos à desmama e a um ano, de modo que estes grupos sejam encaixados nos limites de idade. É necessário que haja uma data de nascimento para cada animal já que os mesmos devem estar na seqüência de idade adequada para que seja formada a matriz de parentesco. Também é feita uma seleção para anular os dados de performance para gêmeos, produtos de transferência de embriões, e bezerros sem pais conhecidos. Nestes casos, suas performances individuais são desconsideradas, mas seus pedigrees são considerados nas análises se os mesmos tiverem progênies.

Vários fatores ambientais precisam ser considerados tanto nos ajustes como na formação de grupos contemporâneos. Peso ao nascer é normalmente ajustado para idade da mãe e algumas vezes para sexo do bezerro. Peso à desmama é ajustado para a idade de 205 dias e idade da mãe. Circunferência escrotal é ajustada para a idade de 365 dias e idade da mãe. O sexo do bezerro é normalmente incluído como critério na formação de grupos contemporâneos juntamente com rebanho-ano-estação-data das pesagens, etc. Diferentes grupos contemporâneos são formados para cada característica analisada. Após a formação dos grupos contemporâneos, os dados daqueles compostos por apenas um animal são desconsiderados mas o pedigree permanece nas análises. Assim, os fatores ambientais conhecidos são considerados como ajustes ou sob a forma de grupos contemporâneos e, com isso, o seus efeitos são minimizados durante o cálculo das DEPs.

A inversa da matriz de parentesco é calculada usando-se os pedigrees dos animais em avaliação. Alguns centros de processamento usam a inversa da

matriz de parentesco completa enquanto outras usam uma aproximação. O método aproximado não considera o efeito da consangüinidade nos parentescos, o que deve ter como conseqüência um efeito pequeno nos resultados, exceto quando altos graus de consangüinidade estão presentes.

Equações para cada grupo contemporâneo e cada animal avaliado nas análises são formadas. Quando utiliza-se o modelo animal reduzido, variâncias e covariâncias das e entre as características são usadas na elaboração de equações de touros e vacas em que são considerados também os efeitos ambientais.

Informações da inversa da matriz de parentesco e das variâncias e covariâncias genéticas e ambientais são então, usadas para alimentar as equações, isto é, para mudar os coeficientes. Este processo pondera corretamente os pesos dos coeficientes pelo parentesco entre os animais e também pela influência genética (herdabilidade) da característica.

As equações resultantes são então solucionadas, simultaneamente, através de procedimentos iterativos para obter valores para grupos contemporâneos e DEPs para todos animais em avaliação.

Após a análise primária ter sido completada, um valor de acurácia para cada DEP é obtida utilizando os procedimentos recomendados pela Beef Improvement Federation. Informações dos parentes, principalmente da progênie, e sua distribuição nos grupos contemporâneos são usadas.

DEPs para animais sem progênie, basicamente os animais jovens, podem ser obtidos através de procedimentos recursivos. Estes procedimentos utilizam a mesma informação e metodologia usadas nos cálculos de DEPs dos pais.

Uma DEP interina também pode ser estimada. Este procedimento utiliza os valores das DEPs do touro e da vaca, além da performance do indivíduo e dos valores das DEPs dos pais de outros animais do mesmo grupo contemporâneo. Uma DEP de pedigree pode ser obtida antes que informações sobre a performance individual estejam disponíveis, através das médias dos valores das DEPs do touro e da vaca. Estes cálculos geralmente são feitos pelas associações de raça conforme vão sendo recebidas as informações dos rebanhos.

### ***Resumo***

O cálculo das DEPs é muito complicado, mas elas representam a melhor teoria conhecida atualmente. Os resultados são valores fáceis de se usar e

que melhor representam o mérito genético dos animais para várias características. **As fases envolvidas incluem a seleção dos dados, a formação de um banco de dados consistente, o ajuste de dados quando necessário, a formação de grupos contemporâneos, a elaboração da inversa da matriz de parentesco, a elaboração de equações para grupos contemporâneos e para os animais em avaliação, a alimentação das equações com a inversa da matriz de parentesco e com os parâmetros genéticos e ambientais, e finalmente a solução das equações.** Valores de acurácia são então calculados para cada valor de DEP. DEPs para animais jovens podem ser obtidos através de procedimentos recursivos. DEPs interinas e de pedigree para animais jovens podem ser estimadas à medida em que as informações vão sendo fornecidas às associações de raça.

## INTERPRETAÇÃO DOS VALORES DAS DEPs PARA TOUROS

### *Facilidade de Parto*

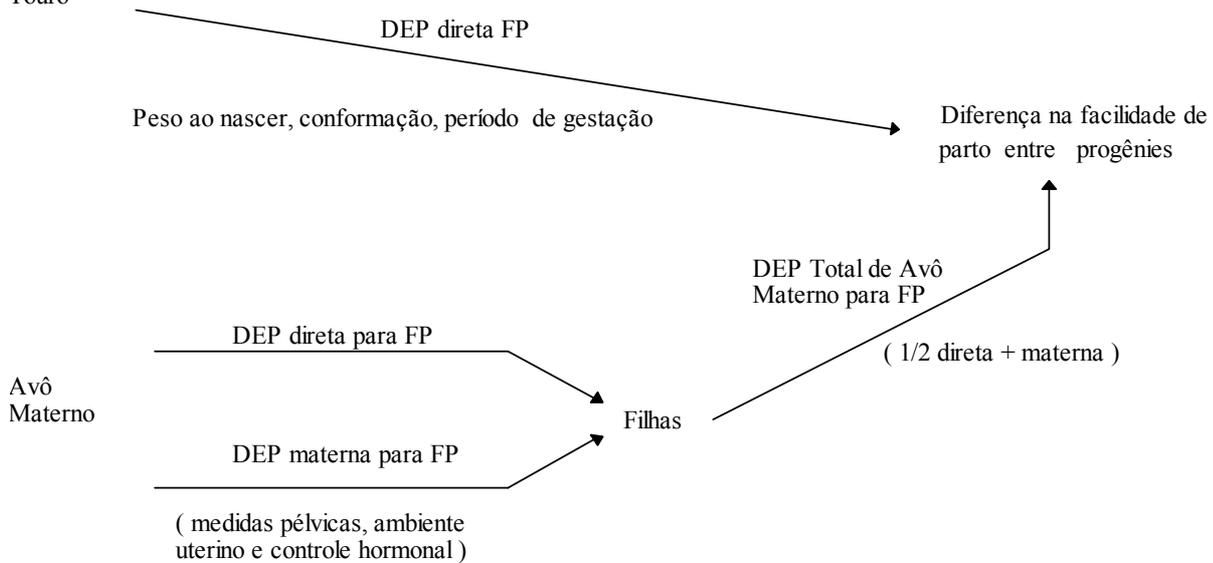
A dificuldade de parto influencia a economicidade do rebanho de vacas devido à perda de bezerros, gastos com veterinário, subsequente diminuição da eficiência reprodutiva da vaca e ocasionalmente a morte de vacas. Portanto, facilidade de parto é uma característica economicamente importante.

Os dados utilizados nas análises de facilidade de parto são oriundos de um sistema de classificação recomendado pela Beef Improvement Federation, mostrado na Tabela 1. Escores de 1 a 4 são usados como dados nas análises de facilidade de parto e o escore 5 é desconsiderado. Frequentemente, somente os dados de facilidade de parto de novilhas primíparas são analisados, pois é nesta fase que ocorrem a maior parte dos problemas, e porque os criadores estão interessados em selecionar touros específicos para as novilhas.

**Tabela 1.** Sistema de Classificação para Facilidade de Parto.

Escore	
1	Sem dificuldade, sem assistência
2	Dificuldade mínima, alguma assistência
3	Dificuldade aumentada, assistência mecânica
4	Cesariana ou outra cirurgia
5	Apresentação anormal do feto

A figura 1 descreve as DEPs e o efeito das mesmas nas diferenças entre touros para facilidade de parto (FP).



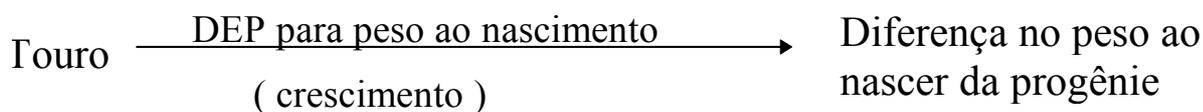
**Figura 1:** Dep dos touros para características diretas, maternas e maternas totais que afetam a facilidade de parto da progênie.

A influência genética de touros na facilidade de parto de sua progênie pode ser dividida em um componente direto e um componente devido a efeitos maternos. O valor da DEP direta para facilidade de parto é a diferença média do escore para facilidade de parto que se espera na progênie de um touro. Esta diferença é geralmente convertida em um índice com valores acima de 100 indicando maior facilidade de parto e valores abaixo de 100 indicando maior dificuldade de parto. Portanto, diferentes touros podem ser comparados em relação a facilidade de parto de sua progênie através do valor das DEPs dos mesmos para esta característica. O valor da DEP direta é devido primariamente a diferenças em peso ao nascimento, período de gestação e conformação da progênie associados a efeitos de touro.

A DEP maternal de touros é determinada pelos genes passados do touro para a suas filhas que afetarão suas medidas pélvicas, ambiente uterino, controle hormonal, etc., que por sua vez afetam a facilidade de parto. Este valor geralmente não é publicado, pois os criadores estão mais interessados na DEP materna total do touro. O valor da DEP materna total está relacionado aos genes do touro que são passados para suas filhas tanto para efeitos diretos como para efeitos maternos. Esta DEP total maternal é a diferença no escore para facilidade de parto esperada nas filhas do touro (avô materno dos bezerras), em outras palavras, é a facilidade que as filhas do touro têm ao parir. É calculada a partir da metade da DEP direta mais o valor total da DEP materna. Este valor também é convertido em um índice antes de ser publicado.

### ***Peso ao nascimento***

Um diagrama mostrando o valor da DEP do touro relacionado ao peso ao nascimento da progênie é representado na Figura 2.



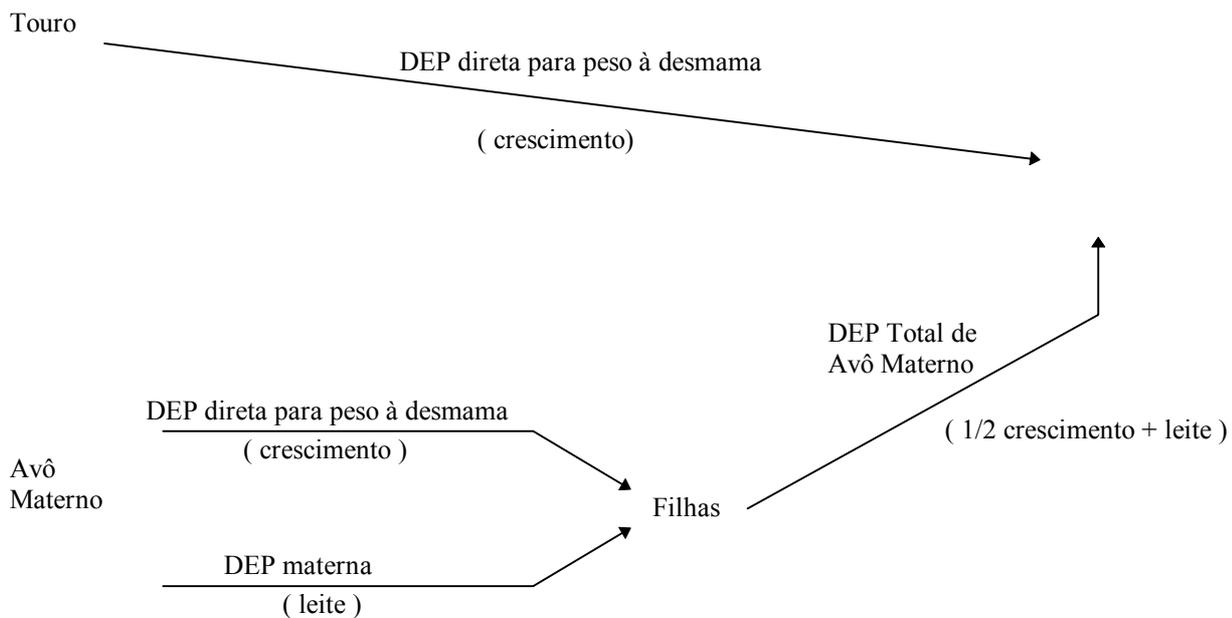
**Figura 2.** Valor da DEP do touro para peso ao nascimento da progênie.

O peso ao nascimento é uma característica que apresenta alta herdabilidade, e portanto, o touro tem uma grande influência na determinação do peso ao nascimento de seus filhos. O peso ao nascimento é o fator que mais afeta a facilidade de parto e é especialmente importante para selecionar os touros que irão ser usados em novilhas.

O peso ao nascimento deve ter um componente maternal na medida em que o ambiente uterino, controle hormonal, etc., tiverem efeito importante no peso ao nascimento dos bezerros. Um diagrama indicando este efeito no peso ao nascimento seria similar àqueles para facilidade de parto e peso à desmama (Figuras 1 e 3). Entretanto, pesquisas recentes têm mostrado que, embora exista o componente maternal, ele aparentemente tem um pequeno efeito nas raças avaliadas, e as associações de raça não incluem uma DEP materna para peso ao nascimento em seus sumários.

### ***Peso à desmama***

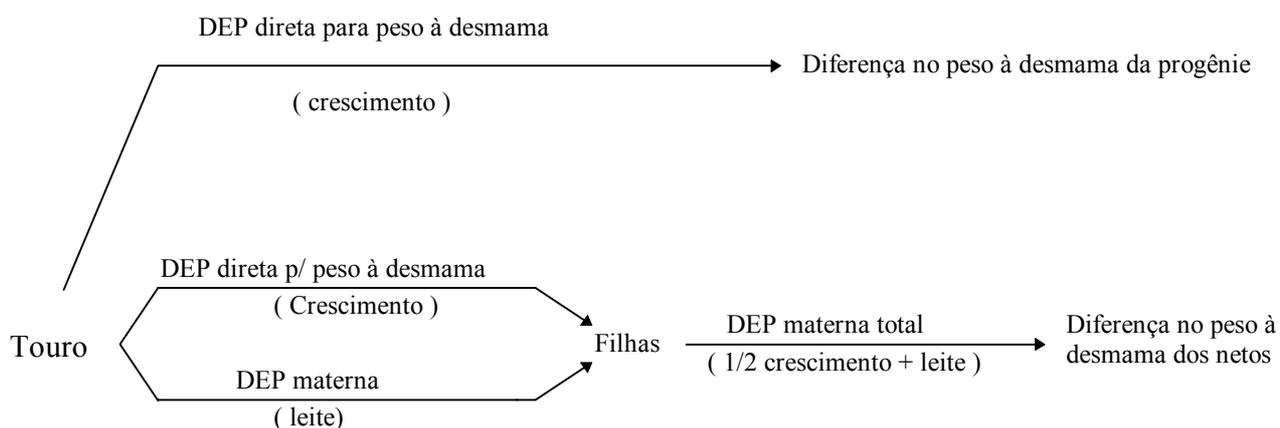
Uma ilustração de como funcionam as DEPs de touros (tanto o pai como o avô materno da progênie) é mostrada para diferenças esperadas no peso à desmama na Figura 3.



**Figura 3.** DEPs de touros para efeitos diretos, maternos e maternos totais atuando sobre o peso à desmama da progênie.

A DEP direta para peso à desmama é expressa pelos quilogramas de peso extra à desmama, devido a genes para crescimento transmitidos do touro para a sua progênie. A DEP materna (leite) é expressa pelos quilogramas adicionais no peso à desmama devido ao leite produzido pelas mães em função dos genes transmitidos pelo avô materno para suas filhas. Esta DEP maternal do touro não é expressa até que suas filhas tenham entrado em produção, mas estimativas podem ser obtidas através dos parentes antes deste período. Geralmente, esta DEP apresenta baixos valores de acurácia até que as filhas tenham entrado em produção. O valor da DEP maternal total de um touro são os quilogramas adicionais esperados no peso à desmama da progênie das filhas deste touro (netos do touro) devido à contribuição genética do mesmo para suas filhas em produção de leite e potencial de crescimento.

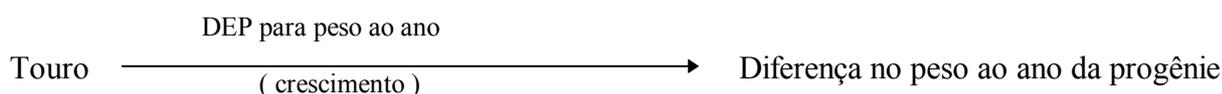
A Figura 4 ilustra a mesma relação da DEP com as diferenças de peso à desmama verificadas na Figura 3, mas para a influência do touro em seus filhos e netos.



**Figura 4.** DEPs dos touros para características diretas, maternas e maternas totais que afetam o peso à desmama da progênie de filhas e de netos.

### ***Peso ao ano de idade (365 dias)***

A Figura 5 descreve o efeito do valor da DEP ao ano de idade nas diferenças esperadas para o peso da progênie a um ano de idade.



**Figura 5.** Valor da DEP do Touro para peso ao ano da progênie.

A DEP para peso a um ano de idade de um touro é medida do crescimento esperado da progênie na idade de um ano devido aos genes transmitidos do touro para a sua progênie. Ela é calculada através da somatória entre a DEPs diretas do touro para o peso à desmama (crescimento) e para ganho nos 160 dias pós-desmama.

Muitos animais não são avaliados após a desmama. Os bezerros machos mais fracos dos touros avaliados são castrados e as bezerras mais fracas não são retidas para reposição. Quando comparamos bezerros selecionados é melhor utilizarmos o ganho de peso pós-desmama do que os pesos ao ano de idade, pois a correlação entre peso à desmama e ganho de peso pós-desmama é baixa e pouco consistente, enquanto a correlação entre peso à desmama e peso ao ano de idade é alta devido a uma relação parte-todo. Da mesma forma, é melhor usar um sistema multivariado que inclua tanto o peso à desmama quanto o ganho de peso pós-desmama do que utilizar um modelo simples que usa somente o ganho pós-desmama, pois o sistema multivariado elimina uma possível distorção dos resultados devido às diferentes taxas de descarte entre grupos de touros. Se somente 20% dos bezerros de um touro inferior permanecem no rebanho após a desmama comparado com 80% dos bezerros de um touro superior, irá parecer que o touro inferior é tão bom quanto o touro superior para peso à

desmama. Quando usamos sistemas multivariados em que as equações para peso à desmama (todos os bezerros) e para ganho pós-desmama (bezerros selecionados) são solucionadas simultaneamente, as distorções provocadas pela seleção dos bezerros e pela diferença entre touros são corrigidas para a obtenção das DEPs de peso a um ano de idade (DEP de peso à desmama + DEP de ganho pós-desmama). Várias associações de raça têm usado o sistema multivariado na obtenção das DEPs a um ano de idade publicadas em seus sumários.

### ***Peso Adulto (Altura, Escore Corporal)***

Embora as DEPs para peso adulto geralmente não sejam publicadas pelas associações de raças, as pesquisas têm mostrado que estes valores podem ser obtidos se houver um banco de dados adequado disponível (Figura 6).



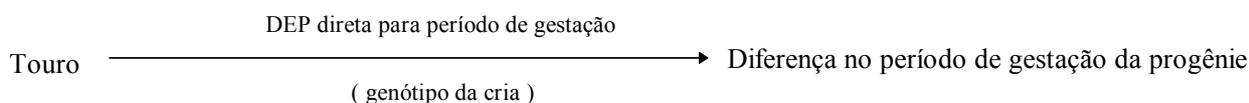
**Figura 6.** Valor da DEP do touro para peso adulto da progênie.

As DEPs para peso adulto seriam extremamente importantes para os produtores comerciais interessados em atingir uma meta pré-determinada para o tamanho dos animais adultos que seja compatível com sua disponibilidade de alimentos e condições de manejo, juntamente com o nível de produção de leite e sistema de cruzamento (maternal ou terminal).

Um banco de dados adequado poderia ser obtido rapidamente se os selecionadores começassem a medir o peso, altura e condição corporal de todas as vacas quando os bezerros fossem desmamados. Ajustes adequados para a idade da vaca e formação correta de grupos de contemporâneos forneceriam um bom banco de dados para as análises. Quando medidas repetidas de uma característica fossem tomadas em uma mesma vaca, poderia ser usado um modelo de medidas repetidas.

## ***Período de gestação***

A composição genética do bezerro tem grande importância na iniciação do parto e portanto na duração do período de gestação da vaca (Figura 7).



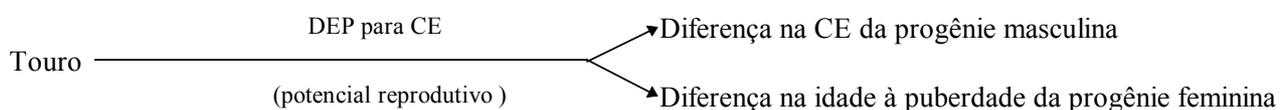
**Figura 7.** Valor da DEP do touro para período de gestação da progênie.

Embora o período de gestação não tenha nenhuma implicação econômica direta, ele tem influência na facilidade de parto e na prenhez subsequente da vaca. Correlações genéticas do período de gestação com o peso ao nascimento e facilidade de parto são relativamente baixas (entre 0,15 e 0,30) mas indicam que períodos de gestação mais curtos estão de alguma forma ligados a pesos menores ao nascimento e menor número de problemas de parto. Períodos de gestação mais curtos também permitem que as vacas tenham mais tempo para se recuperar do parto e engravidar novamente, ajudando a manter uma estação de monta mais curta.

A DEP para período de gestação é representada por diferenças em dias, sendo que os valores negativos representam períodos de gestação mais curtos.

## ***Circunferência Escrotal***

A eficiência reprodutiva dos touros e do rebanho de vacas é extremamente importante na determinação do retorno líquido de um sistema de cria (produção de bezerros). A circunferência escrotal de tourinhos a um ano de idade, uma medida do tamanho dos testículos, parece ser um valioso indicador do potencial reprodutivo tanto na progênie de machos quanto na de fêmeas (Figura 8).



**Figura 8.** Valor da DEP do touro para circunferência escrotal afetando o potencial reprodutivo da progênie.

A DEP do touro para circunferência escrotal é determinada por genes transmitidos pelo touro que afetam a idade à puberdade tanto nos machos quanto nas fêmeas filhas deste touro. Pesquisas têm mostrado que a circunferência escrotal de animais a um ano de idade é um excelente indicador da puberdade no touro e que, de fato, é essencialmente a mesma

característica em uma forma diferente. As pesquisas também têm revelado que a correlação genética entre circunferência escrotal em tourinhos de um ano e idade à puberdade em novilhas filhas do mesmo touro é essencialmente 1,00, indicando que também são uma mesma característica.

Menor idade à puberdade em novilhas implica em iniciar a fase de produção mais cedo, em taxas de concepção mais elevadas e parição mais cedo durante a estação de partos. Tem sido mostrado também que a idade à puberdade em novilhas apresenta uma relação fraca, mas sempre favorável com subseqüentes medidas de fertilidade e produtividade em vacas.

A circunferência escrotal deve ser medida a um ano de idade ao final do teste de performance. Esta medida é rotineiramente verificada nos exames andrológicos dos touros. Seleção para aumentar a circunferência escrotal dos tourinhos de um ano resulta no aumento do potencial reprodutivo tanto das fêmeas como nos machos filhos destes touros.

### ***Outras Características***

A classificação de touros através da avaliação de características qualitativas e quantitativas de carcaça poderia ajudar muito os produtores na adequação do seus produtos de acordo a demanda do mercado consumidor. Características de qualidade poderiam incluir qualidade de carcaça, marmorização e para alguns produtores que desejarem um produto com menos gordura, a maciez poderia ser medida. Entretanto, dados de maciez provavelmente seriam coletados em um número pequeno de animais devido ao seu alto custo. Características quantitativas que poderiam ser incluídas seriam rendimento de carcaça e suas partes componentes: gordura de cobertura e área de olho-de-lombo. Informações sobre a gordura de cobertura e a área de olho-de-lombo são tomadas com os animais ainda vivos, principalmente em tourinhos de um ano de idade.

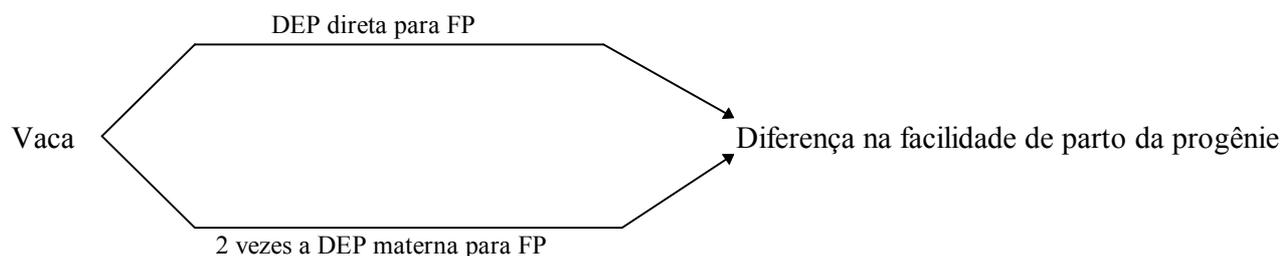
Medidas pélvicas em tourinhos de um ano têm apresentado alta herdabilidade. Seleção de animais com ampla área pélvica devem produzir novilhas de reposição que apresentarão menos problemas de parto. As medidas pélvicas poderiam ser tomadas ao final dos testes de performance.

## INTERPRETAÇÃO DO VALOR DAS DEPs DAS VACAS

A interpretação das DEPs das vacas é exatamente igual a dos touros. Entretanto, a contribuição das vacas para características que são afetadas por efeitos maternos é diferente da contribuição dos touros para os valores esperados na progênie. Portanto, maiores informações sobre DEPs de vacas para facilidade de parto e peso à desmama merecem destaque.

### *Facilidade de parto*

A contribuição das vacas em termos de valores de DEPs esperadas para facilidade de parto da progênie é mostrada na Figura 9.



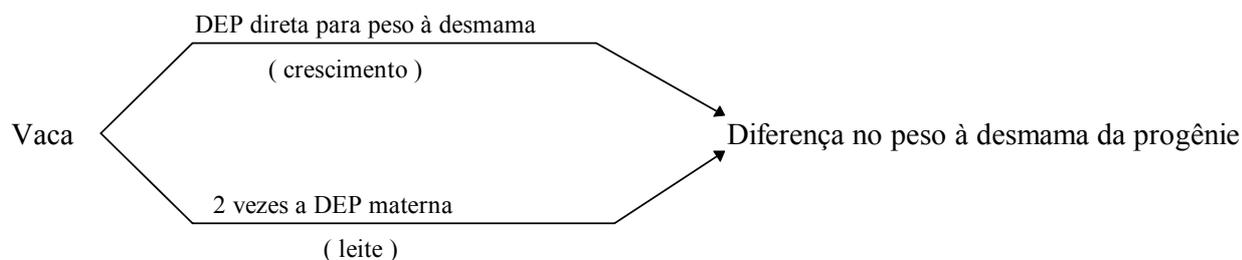
**Figura 9.** Valor da DEP da vaca contribuindo com a facilidade de parto na progênie.

A vaca influencia na facilidade de parto tanto através da DEP direta como da materna. A DEP direta é interpretada da mesma maneira que a do touro e é determinada por genes transmitidos à progênie para peso ao nascimento, tamanho do bezerro, e período de gestação (genótipo do bezerro).

Além disso, a vaca influencia a facilidade de parto de sua progênie com seu próprio material genético através de sua área pélvica, ambiente uterino (tamanho, condições para o crescimento do feto, etc.) e controle hormonal ou comportamento no parto. Através deste componente materno, a vaca expressa o seu valor genético total que é duas vezes o valor de sua DEP materna. O valor da DEP é por definição, a metade do valor genético de um indivíduo.

### *Peso à desmama*

Um diagrama ilustrando a contribuição do valor da DEP da vaca para o peso à desmama de sua progênie é mostrado na Figura 10.



**Figura 10.** Valor da DEP da Vaca contribuindo para o peso à desmama da progênie.

A vaca influencia o potencial de crescimento de sua progênie através de genes passados para a mesma. Esta é a sua DEP direta para peso à desmama, que é interpretada da mesma maneira que a DEP do touro para esta característica. Ela também influencia no peso à desmama de sua progênie através de sua produção de leite. Ela expressa o seu valor genético total para produção de leite que é o dobro do valor de sua DEP materna (leite). A DEP materna da vaca é interpretada da mesma maneira que uma DEP materna de touro, que é a diferença esperada no peso à desmama de seus netos devido à produção de leite de suas filhas.

O valor materno total (DEP direta para peso à desmama + duas vezes a DEP materna) de uma vaca deve ser altamente correlacionado com o valor de sua Habilidade Mais Provável de Produção (HMPP). O valor da HMPP é baseado somente nos dados da progênie da vaca, enquanto o valor materno total não somente em sua progênie mas também em informações sobre todos seus parentes. Logo, estas duas medidas podem apresentar valores um pouco diferentes em alguns rebanhos, principalmente se a vaca tem um número pequeno de filhos e é filha de um touro com alta acurácia para as DEPs materna e direta. Esta diferença pode ocorrer quando uma determinada vaca tiver recebido uma amostra ruim dos genes de um touro superior (seu pai) com alta acurácia para DEP materna, ou o inverso, uma amostra boa dos genes de um touro inferior com alta acurácia para DEP materna. Deve-se lembrar que nem todas as filhas de um touro superior vão apresentar o desempenho esperado.

Os produtores comerciais deveriam usar a Habilidade Mais Provável de Produção para descartar as vacas menos produtivas do rebanho, enquanto os selecionadores deveriam usar uma combinação dos dois valores.

### ***Peso ao ano de idade***

A DEP das vacas para ano de idade é interpretada da mesma maneira que a dos touros, a diferença na performance da futura progênie está relacionada aos genes, responsáveis pelo crescimento até um ano de idade,

transmitidos dos pais para os filhos. O componente materno responsável pelo peso à desmama devido a produção de leite da vaca não é incluído. Portanto, duas vacas com a mesma DEP para um ano de idade podem produzir bezerros com diferentes desempenhos até um ano de idade devido a diferenças em seus valores genéticos para habilidade materna (produção de leite). Por exemplo, se uma vaca tem um valor de DEP maternal de +5Kg (Valor Genético = +10Kg) enquanto que uma outra apresenta uma DEP maternal de -5Kg (Valor Genético = -10Kg), então, a vaca que apresenta um valor genético 20Kg a mais que a segunda vaca, deverá produzir um bezerro 20Kg a mais pesado a um ano de idade se o ganho de peso compensatório pós-desmama não interferir no peso da progênie. Espera-se que este efeito materno seja completamente compensado quando o animal alcançar a idade adulta.

### ***Outras características***

Outras características de importância que podem ter suas DEPs estimadas são: área pélvica, idade à puberdade e escore de trato reprodutivo. Embora a idade à puberdade seja uma característica muito importante, a sua verificação se tornaria muito trabalhosa para os selecionadores e, por sua vez, o seu estudo deveria ser deixado para os pesquisadores, na maioria dos casos. Por outro lado, as medidas pélvicas (altura, largura e área) e os escores do trato reprodutivo, uma importante estimativa da idade à puberdade, poderiam ser obtidas quando a pesagem das novilhas a um ano de idade fosse realizada. As medidas pélvicas são relativamente fáceis de serem obtidas, enquanto que os escores de trato reprodutivo requerem um técnico altamente especializado. Estas características poderiam ser medidas por alguns poucos selecionadores, devido ao seu custo.

## **PLANEJANDO O PROGRAMA DE SELEÇÃO**

O homem sempre tem buscado selecionar animais domésticos que possam atender a seus objetivos. Observação e experiência têm sido usadas por séculos para o melhoramento das espécies domésticas. Desde de 1900, a genética tanto quanto os sistemas de criação animal têm evoluído e grandes avanços foram feitos em relação ao conhecimento e desenvolvimento de metodologias relacionadas a produção de carne bovina. O grau de sofisticação e precisão nas estimativas dos valores genéticos dos animais que atualmente está disponível aumenta as chances do homem alcançar, de maneira mais rápida, o tipo de animal que ele deseja produzir.

Entretanto, antes que as DEPs possam, efetivamente, ser usadas, deve-se determinar a direção do programa de seleção e os objetivos da criação.

### ***Tomada de Decisão e Estabelecimento de Metas***

Várias tendências de demanda dos consumidores, dos produtores e do mercado estão se tornando evidentes. Os consumidores querem uma carne mais magra que mantenha a qualidade e a maciez. Os produtores buscam precocidade e eficiência produtiva. Portanto, a demanda será por menos gordura, crescimento rápido e, talvez, animais com uma musculatura mais desenvolvida. Os cruzamentos serão os sistemas de criação que mais tirarão proveito da complementaridade entre raças e da heterose. A nível de produtores comerciais maior atenção deverá ser dada à adequação do tamanho e da produção de leite das vacas e dos tipos biológicos das raças aos recursos disponíveis.

O estabelecimento de metas será discutido sobre o ponto de vista dos produtores comerciais. Os selecionadores devem estabelecer seus objetivos de acordo com a demanda de seus clientes.

### ***Adequando o tamanho das vacas e a produção de leite aos recursos alimentares***

A formação de um rebanho de vacas que seja compatível com a disponibilidade e custos da alimentação deveria ser a primeira meta do produtor comercial. As informações da Tabela 2 são um ponto de partida e um roteiro primário para a decisão sobre o tamanho e a produção de leite das vacas que melhor se adequar aos recursos alimentares disponíveis.

Os valores 6 da diagonal indicam tamanho e produção de leite das vacas compatíveis com a disponibilidade de alimentos. Por exemplo, com grande quantidade de alimento disponível, vacas grandes e com alta produção de leite podem ser mantidas. O mesmo ocorre para uma disponibilidade média de alimentos (tamanho médio e média produção de leite) e para pouca disponibilidade de alimentos (vacas pequenas e com baixa produção de leite). Em condições com pouca disponibilidade de alimentos ou em regiões desérticas ou semi desérticas, deve-se ter muito cuidado com o tamanho e a produção de leite das vacas, pois, a parte reprodutiva do rebanho poderá ser comprometida.

Baixos valores na Tabela 2 (1-5, acima da diagonal) sugerem que vacas grandes e com alta produção de leite em condições de alimentação limitantes deveriam ser evitadas ou utilizadas com cautela. Entretanto, algumas destas combinações poderiam ser feitas sob condições especiais.

Existe muito mais flexibilidade na escolha da combinação tamanho e produção de leite das vacas quando tem-se grande disponibilidade de alimentos. Valores 7 e acima deste se são adequados a todos os sistemas, criação completa (cria, recria e engorda) ou cruzamentos terminais, ou uma combinação dos dois tipos. Estes valores indicam adequação principalmente a cruzamentos terminais, desde que vacas de pequeno porte com média ou alta produção de leite possam ser utilizadas em cruzamentos com touros de grande porte para melhorar o potencial de crescimento da progênie. Também o fato dos bezerros serem vendidos à desmama ou serem retidos no rebanho para engorda afeta a taxa de produção de leite desejada. Se os bezerros são vendidos à desmama, pode-se querer adequar a produção de leite para permitir que os bezerros expressem seu potencial de crescimento.

Além dos recursos alimentares, a combinação tamanho-produção de leite escolhida depende do sistema de criação a ser usado. (Tabela 2).

**Tabela 2.** Adequando o tipo biológico aos recursos alimentares

Tamanho	Produção	Disponibilidade de alimento		
		Alta	Média	Baixa
adulto	de leite			
Grande	Alta	6 <sup>1</sup>	3(evitar)	1 (evitar)
	Média	7 <sup>1</sup>	4(evitar)	2 (evitar)
	Baixa	8 <sup>3</sup>	5(arriscado)	3 (evitar)
Médio	Alta	7 <sup>2</sup>	5 (arriscado)	3 (evitar)
	Média	8 <sup>2</sup>	6 <sup>1</sup>	4(arriscado)
	Baixa	9 <sup>3</sup>	7 <sup>1,3</sup>	5(arriscado)
Pequeno	Alta	9 <sup>2</sup>	7 <sup>2</sup>	4(arriscado)
	Média	10 <sup>2</sup>	8 <sup>2</sup>	5(arriscado)
	Baixa	11 <sup>3</sup>	9 <sup>3</sup>	6 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Valores de 6 (ou mais altos) atendem o tipo biológico de recursos alimentares para rebanhos de múltipla aptidão.

<sup>2</sup> Adequado para sistemas de cruzamentos terminais quando se vende os bezerros.

<sup>3</sup> Possível em sistemas de cruzamentos terminais onde os produtos são retidos para abate e o custo de alimentação pós desmama é baixo.

### ***Escolhendo o Sistema de Criação***

A maioria dos produtores comerciais usará de alguma forma os cruzamentos. Estes sistemas podem ser classificados em sistema completo, cruzamentos terminais ou uma combinação dos dois.

No sistema completo (cria, cria e engorda), a combinação tamanho da vaca-produção de leite é adequada à alimentação disponível e os touros utilizados apresentam o mesmo biótipo das vacas. Logo, as novilhas de reposição apresentarão a mesma conformação das vacas do rebanho. Os machos e o excesso de novilhas são vendidas ou engordadas para abate.

Em um sistema de cruzamento terminal, vacas de pequeno porte são acasaladas com touros de raças de grande porte e crescimento rápido para aumentar a eficiência de produção. As fêmeas de reposição com o biótipo desejado são adquiridas. Estas devem ter no mínimo quatro anos de idade,

para que problemas de parto e outras perdas possam ser evitadas. Se os bezerros são vendidos à desmama, vacas com maior produção de leite são desejáveis para permitir que a progênie expresse o seu potencial de crescimento resultando em uma maior quantidade de quilos de bezerros vendidos. Entretanto, se os bezerros forem retidos para engorda na própria fazenda, uma produção moderada de leite deveria ser preferida visando aproveitar o ganho compensatório e a eficiência de ganho que seria obtido no período pós-desmame. Com níveis mais baixos de produção de leite, a quantidade de vacas pode de certa forma ser aumentada, tendo-se a mesma disponibilidade de alimentos devido à menor exigência alimentar das mesmas. Tanto os machos como as fêmeas devem ser vendidos ou engordados para abate.

Em uma combinação dos dois sistemas anteriores, o biótipo da vaca é adequado à disponibilidade de alimentos e ao sistema de criação. São utilizadas, de preferência, vacas de menor porte visando as vantagens da porção do cruzamento terminal do rebanho. As fêmeas de reposição são obtidas através da utilização de touros com o mesmo biótipo das vacas, nas vacas mais jovens para evitar problemas de parto. As vacas mais velhas, aproximadamente a metade do rebanho de vacas, são acasaladas com touros para cruzamentos terminais. As fêmeas de reposição são obtidas a partir das bezerras das vacas jovens que são acasaladas com touros de mesmo biótipo, e toda a progênie dos cruzamentos terminais é vendida ou engordada na fazenda. Os touros no cruzamento terminal devem ser escolhidos visando a maximização da eficiência de produção e a demanda do mercado de carnes.

### ***Escolhendo as Raças***

O criador precisa conhecer as diferenças entre as raças para fazer a escolha apropriada das raças com o biótipo adequado às suas metas. Este conhecimento não se aplica somente às características que apresentam DEPs disponíveis, mas também sobre medidas de características reprodutivas, tamanho adulto, características de carcaça, temperamento, precocidade de terminação, vigor, longevidade, etc.

Em sistemas de cruzamento, um equilíbrio entre complementaridade entre raças e heterozigose precisa ser mantido para garantir a adaptabilidade da vaca e altos níveis de heterose. Geralmente, três ou quatro raças com biótipos maternos similares podem ser escolhidas para manter o rebanho de vacas e ainda reter um alto grau de heterozigose, e conseqüentemente

heterose. O uso de várias raças pode resultar em escolhas que não sejam adequadas ao biótipo desejado e o uso de poucas raças reduz a heterose. Somente uma raça de touros é necessária para utilização em cruzamentos terminais, entretanto, ela pode ser mudada de acordo a demanda do mercado. A raça do touro utilizado para cruzamento terminal deve ser diferente das raças maternas para alcançar o maior nível de heterose. As raças de cruzamentos terminais devem apresentar excelência em crescimento e em características de carcaça, sem nenhuma ênfase para produção de leite, uma vez que, nenhuma das novilhas são mantidas para reposição.

### ***Resumo***

Em resumo, os pecuaristas comerciais deveriam estabelecer um meta para tamanho adulto e produção de leite de suas vacas que estivessem adequadas aos recursos disponíveis. Da mesma forma, o sistema de criação deveria ser escolhido: sistema completo, cruzamento terminal ou uma combinação dos dois, uma vez que esta decisão também afeta as metas relacionadas ao biótipo das vacas do rebanho. O conhecimento das diferenças entre as raças deveria ser utilizado para selecionar as raças que atendessem aos objetivos de produção predeterminados. Raças utilizadas em sistemas de criação completos e na porção maternal do sistema combinado deveriam apresentar biótipos similares, e todas deveriam apresentar excelência em potencial reprodutivo. Os touros de cruzamentos terminais deveriam ser de uma raça diferente para manter altos níveis de heterose e deveriam apresentar excelência em potencial de crescimento e características de carcaça, resultando em animais que atenderiam a demanda do mercado de carnes.

## USANDO DEPs NO PROGRAMA DE CRIAÇÃO

A administração de qualquer negócio requer o máximo de informações e com a maior precisão possível antes de serem tomadas decisões que possam afetar a lucratividade. A seleção de touros é uma decisão muito importante e o criador comercial deve fazer questão de obter todas as informações possíveis do selecionador. Informações sobre as DEPs são essenciais para qualquer criador quando se deseja moldar seu gado de acordo com seus objetivos o mais rapidamente possível.

A fórmula básica usada para atingir o grau desejado de performance para cada característica é: DEP do touro + DEP da vaca = resposta da progênie. Quanto maior a acurácia das DEPs dos pais, maior a confiabilidade da previsão da resposta da progênie. Portanto, através do uso de reprodutores devidamente selecionados pode-se atingir a resposta desejada.

### *Selecionando touros para produção comercial*

Os touros que atendem a produção comercial de carne enquadram-se em três categorias principais. Dentro destas categorias, há uma variação substancial entre os touros para atender as necessidades de diferentes programas. O número de tipos de touros necessários depende do sistema de criação. Os tipos de touros necessários para cada sistema de criação estão na tabela 3.

**Tabela 3.** Tipos de touros para diferentes sistemas de cruzamento.

Tipo de touro	Sistema de cruzamento		
	Múltipla aptidão	Combinado	Terminal
Touros maternos para uso em novilhas	20% <sup>1</sup>	20%	
Touros maternos para uso em vacas	80%	30%	
Touros terminais para uso em vacas		50%	100%

<sup>1</sup>-Indica a porcentagem de fêmeas para cada tipo de touro.

As DEPs podem ajudar a adequar o programa de criação para que as metas desejadas sejam atingidas e mantidas. Contudo, nem todas as características que precisam ser consideradas têm, no presente momento, DEPs disponíveis. Várias características importantes a serem consideradas na seleção de touros através de tipo estão relacionadas na Tabela 4.

**Tabela 4.** Características importantes a serem consideradas no tipo dos touros

	Touros maternais				Touros terminais	
	Para novilhas		Para vacas		Para vacas	
Característica	Dados indiv. aos 14 meses	DEP <sup>1</sup>	Dados indiv. aos 14 meses	DEP <sup>1</sup>	Dados indiv. aos 14 meses	DEP <sup>1</sup>
Saúde reprodutiva	aprovado		aprovado		aprovado	
Circunf. escrotal	grande	alta	grande	alta		
Área pélvica	grande		grande			
Facilidade de parto	sem dific.	alta	sem dific.	média	sem dific.	média
Peso ao nascimento	baixo	baixa	médio	adeq.		média
Peso à desmama	adeq.	adeq.		adeq.		alta
Produção de leite		adeq.		adeq.		N/A
Materno total		adeq.		adeq.		N/A
Peso ao ano	adeq.	adeq.		adeq.		alta
Peso adulto		adeq.		adeq.		
Carcaça						
Cizalhamento					alta	
Qualidade	alta		alta			alta

<sup>1</sup> As DEPs alta, média e baixa referem-se a valores dentro das raças usadas.

“ Adequada ” refere-se a DEPs que se aproximam das metas predeterminadas.

Todos os touros devem ser sadios e passar por um exame de sanidade reprodutiva. Geralmente, touros com escore de 60 pontos ou mais (máximo 100), passam se tiverem pelo menos 30 cm de circunferência escrotal, forem livres de defeitos genitais e forem sadios. Além disso, touros de linhagens maternais devem ser acima da média em circunferência

escrotal e área pélvica. A circunferência escrotal de um tourinho à um ano de idade é uma medida da idade à puberdade do mesmo e um bom indicador da idade à puberdade de suas futuras filhas. O uso de touros com circunferências escrotais superiores deve melhorar de modo geral o potencial reprodutivo da progênie de fêmeas e portanto das vacas do rebanho ao longo do tempo. Algumas Associações de raças publicam DEPs para circunferência escrotal. Na seleção de touros para linhagens maternas a ênfase dada à área pélvica deve aumentar as medidas pélvicas das filhas destes touros e com isso melhorar a facilidade de parto materna.

A redução da dificuldade de parto em novilhas primíparas é um aspecto importante para o criador. Nos cruzamentos com novilhas devem ser usados touros de menor risco que por sua vez devem ter DEPs altas para facilidade de parto e DEPs baixas para peso ao nascer para prevenir ou reduzir eventuais perdas de crias ou até de vacas. Touros de linhagens maternas usados em novilhas podem produzir progênie de fêmeas adequada para reposição. Além de serem superiores em facilidade de parto, estes touros devem ter DEPs para características de crescimento e produção de leite que satisfaçam os níveis desejados. Pode ser que o potencial de crescimento tenha que ser um tanto sacrificado, mas os valores das DEPs devem se aproximar do tipo biológico desejado.

Touros de linhagens maternas que se enquadrem no tipo biológico predeterminado devem ser usados para produzir novilhas de reposição. Os touros usados determinam definitivamente a caracterização das vacas do rebanho, e o uso de touros adequados é fundamental. Os valores das DEPs para peso à desmama, produção de leite, materna total, peso ao ano e peso adulto devem satisfazer os objetivos.

Para touros destinados a cruzamentos terminais, a ênfase é dada a características de crescimento e de carcaça. Estes touros devem ter DEPs altas para peso à desmama, peso ao ano e qualidade e rendimento de cortes da carcaça de modo que suas progênies sejam animais ideais para terminação em confinamento e produção de carnes de boa qualidade. Neste caso não é dada nenhuma atenção a produção de leite e outras características maternas já que as fêmeas não serão utilizadas para reposição.

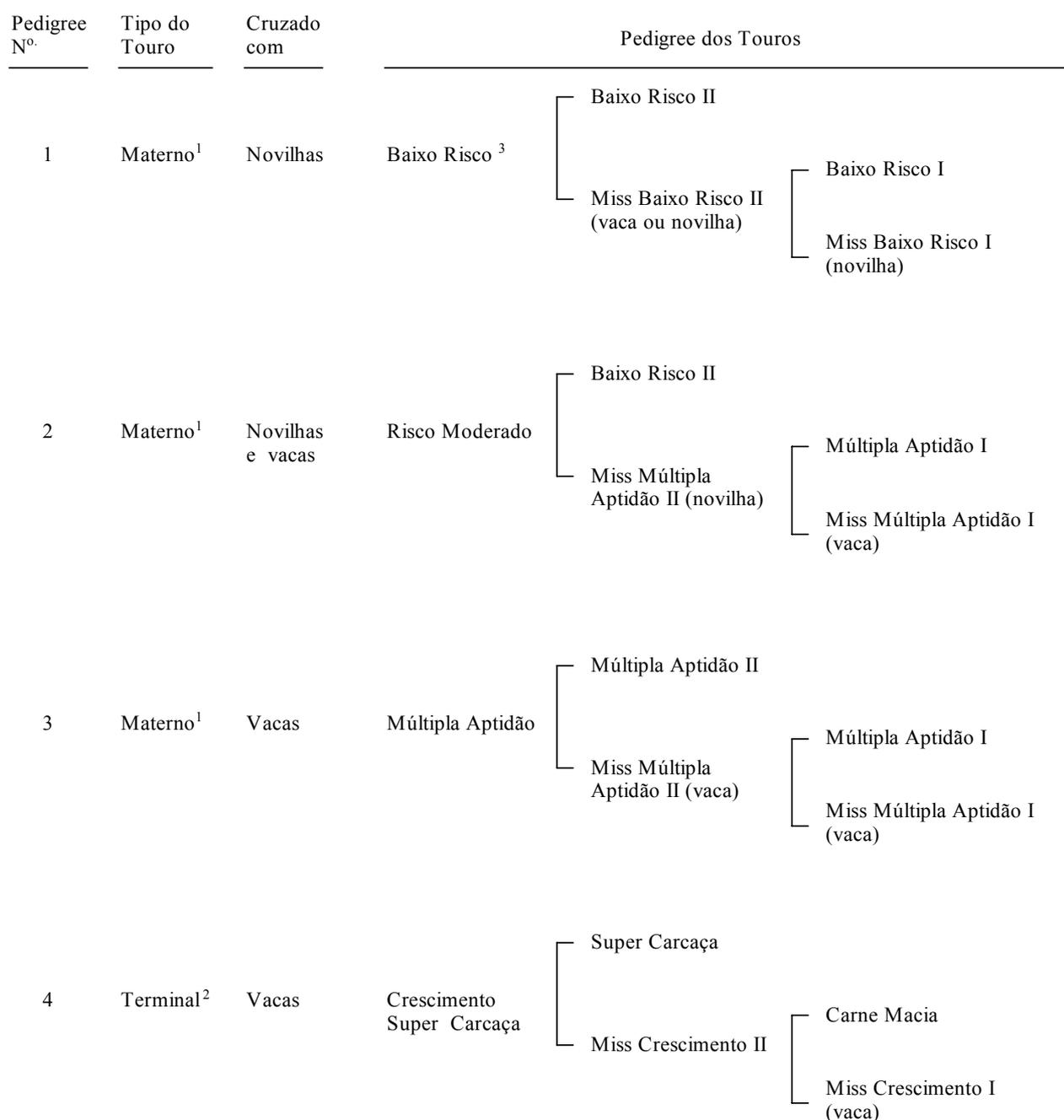
### ***Produção de touros com DEPs favoráveis***

Os criadores de reprodutores de linhagens maternas podem atender o mercado oferecendo algumas variações nas DEPs para peso ao nascer e

facilidade de parto através de um planejamento do programa de criação. Acasalando novilhas com touros de “baixo risco”, com excelência para facilidade de parto e baixos pesos ao nascimento, durante algumas gerações, será possível obter touros jovens, filhos de novilhas que por sua vez também serão filhas de novilhas com touros de “baixo risco”, neste ponto teremos um “pedigree ou linhagem fechada” para estas características (Fig. 11, Pedigree No. 1). Os tourinhos produzidos seriam ideais para uso em novilhas comerciais, e o “baixo risco” apareceria automaticamente em suas DEPs. Aquelas mesmas novilhas de “baixo risco” (Miss Baixo Risco II) poderiam continuar a ser acasaladas com touros de baixo risco, ou com touros de múltipla aptidão dependendo da demanda e da preferência dos clientes.

Touros de risco moderado para facilidade de parto poderiam também ser produzidos através de cruzamentos de touros de baixo risco com novilhas de múltipla aptidão (Fig.11, Pedigree No 2). Estes touros poderiam ser acasalados tanto com vacas quanto com novilhas, de acordo com o tipo de rebanho comercial do cliente. Touros de linhas maternas de múltipla aptidão podem ser produzidos através do cruzamento de touros e vacas de múltipla aptidão (Fig.11, Pedigree No 3).

Touros terminais podem ser obtidos utilizando-se raças com excelência em crescimento e características de carcaça (Fig.11, Pedigree No 4). É importante ser observado que muitas raças servem para a produção tanto de touros de linhas maternas como de touros terminais, dependendo dos valores relativos de suas DEPs.



**Figura 11.** Pedigrees de touros para serem usados em rebanhos comerciais.

<sup>1</sup> Touros selecionados de linhagens maternas com DEPs para produção de leite que atendem seus objetivos.

<sup>2</sup> Touros terminais selecionados, superiores em crescimento e características de carça.

<sup>3</sup> Baixo risco refere-se à DEPs para menor peso ao nascimento e maior facilidade de parto.

## Usando valores de acurácia

As DEPs são previsões da performance da futura progênie, portanto não podem ser consideradas como valores exatos ou reais. Desta forma, é esperado que ocorram alterações das DEPs a medida que são obtidas mais informações. O valor do erro padrão (mudança possível da previsão) é uma estimativa da magnitude da mudança, tanto para mais quanto para menos, esperada para um dado valor de DEP e seu respectivo valor da acurácia. Se considerarmos o valor da DEP de um animal e o erro padrão somado ou subtraído, espera-se que diferença real da progênie do animal esteja dentro deste intervalo em 67% das vezes. Da mesma forma, o valor da DEP do animal mais ou menos o dobro do valor do erro padrão deve incluir a diferença real da progênie 96% das vezes.

A Tabela 5 mostra uma lista genérica de valores de erro padrão associados à diferentes níveis de acurácia. Valores genéricos para a variância genética destas características (desvios padrão ou a raiz quadrada das variâncias entre parênteses) foram assumidos como 49 lbs para peso ao nascer (7 lbs), 1296 lbs para peso à desmama (36 lbs), 1764 lbs para peso ao ano (42 lbs), e 694 lbs para leite ou peso à desmama maternal (27 lbs). Os valores de desvio padrão podem ser calculados através da fórmula recomendada pela BIF como:  $(1-\text{acurácia}) \times (\text{desvio padrão genético}) / 2$ . Por exemplo, um animal com DEP para peso à desmama de +30 lbs com uma acurácia de 0.2 terá um valor de erro padrão de 14.4 lbs  $[(0.8) \times (36) / 2]$  resultando em um intervalo de 15.6 à 44.4 lbs. O mesmo animal com uma acurácia de 0.8 teria um erro padrão de 3.6, com intervalo de 26.4 à 33.6 lbs. Seus valores de diferença real na progênie estariam dentro destes intervalos em 67% das vezes. Portanto, a medida que o valor da acurácia de um animal aumenta, o valor do erro padrão decresce. Cada Associação de raça tem uma tabela que é semelhante, porém única, que geralmente aparece nos sumários de touros.

**Tabela 5.** Valores de Erro Padrão por níveis de acurácia

Nível de acurácia	Característica Avaliada			
	PN <sup>1</sup>	PD <sup>2</sup>	PA <sup>3</sup>	PDM <sup>4</sup>
0,1	3,2	16,2	18,9	12,2
0,2	2,8	14,4	16,8	10,8
0,3	2,5	12,6	14,7	9,5
0,4	2,1	10,8	12,6	8,1
0,5	1,8	9,0	10,5	6,8
0,6	1,4	7,2	8,4	5,4
0,7	1,1	5,4	6,3	4,1
0,8	0,7	3,6	4,2	2,7
0,9	0,4	1,8	2,1	1,4
1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Variância Genética	49	1296	1764	694
Desvio Padrão	7	36	42	27

<sup>1</sup> Peso ao nascer<sup>2</sup> Peso à desmama<sup>3</sup> Peso ao ano<sup>4</sup> Peso à desmama materno

Os valores da acurácia são úteis para a administração do risco. Eles medem a confiabilidade de um valor de DEP ou o nível de risco associado a um determinado animal baseado nos valores de sua DEP e acurácia. O uso de touros com altos valores de acurácia (> 0.8) implicam na redução do risco da performance média de sua progênie ser muito diferente dos valores que suas DEPs indicam. Por sua vez, animais com baixos valores de acurácia (<0.4) são muito menos confiáveis tendo portanto um risco bem maior.

### ***DEPs entre as raças***

A maioria dos criadores comerciais têm usado algum tipo de cruzamento industrial, onde existem muitas raças a serem escolhidas. Por este motivo seria muito interessante que eles pudessem comparar DEPs entre as raças. Atualmente os criadores escolhem raças, e devem continuar procedendo desta forma, baseando-se em informações de diferenças entre raças provenientes de estudos com cruzamentos e na sua própria experiência. DEPs entre raças poderiam ser usadas para aperfeiçoar os programas de

cruzamentos. Por exemplo, DEPs similares para peso ao nascimento, à desmama, produção de leite, etc., poderiam ser selecionadas das raças escolhidas de modo a manter uma boa adequação do tipo biológico do gado às condições de alimentação e manejo sem que ocorram grandes erros. Este procedimento deveria eliminar parte da margem de erro dos programas de cruzamento.

Vários aspectos importantes devem ser considerados para que sejam desenvolvidas DEPs entre raças de maneira eficaz. Primeiramente são necessários dados relacionados às diferenças entre raças, estes dados devem ser provenientes de experimentos de acasalamentos controlados ao longo do país, sendo a progênie obtida de diferentes raças de touros cruzados com vacas semelhantes ou os grupos contemporâneos da progênie resultante dos cruzamentos sendo bem conectados através do pedigree das vacas. Em segundo lugar, atualmente as raças têm diferentes bases genéticas. Uma vez que as bases genéticas são determinadas por animais fundadores na análise, raças mais antigas têm suas bases genéticas estabelecidas mais cedo. Conseqüentemente, as bases genéticas usadas atualmente, embora úteis, não refletem diferenças entre raças. Felizmente, todas as raças podem ser ajustadas para um ano de nascimento comum, digamos meados de 1970. Outra preocupação é a possível interação genótipo x ambiente. As diferenças entre raças e até mesmo o ranking podem ser alterados com grandes alterações do ambiente, principalmente com diferenças geográficas e climáticas. Além disso, não existem DEPs disponíveis para todas as características de interesse econômico tais como medidas reprodutivas e peso adulto. Este último deve ser uma preocupação primordial na escolha de novilhas de reposição em condições de recursos nutricionais limitados.

A Beef Improvement Federation (BIF), está estudando atualmente novas estratégias e metodologias para a obtenção de DEPs entre raças. Fatores de ajuste preliminares para comparar DEPs entre raças têm sido fornecidos e podem ser usados como um vago guia. Contudo, a BIF está estudando com as Associações de raças Americanas a possibilidade de mudar as bases genéticas (valores zero) para um ano de nascimento em comum. Esta mudança, que alteraria os ajustes preliminares, refletiria mais precisamente as diferenças entre raças.

O criador comercial poderia usar os fatores de ajuste entre raças para comparar touros de diferentes raças para algumas característica tendo em mãos os valores das DEPs. Desta forma, ele poderia estabelecer mais

precisamente seus objetivos e manter o tipo biológico desejado nos programas de cruzamento. Por exemplo, se um criador estiver usando touros Angus com DEPs médias para peso ao nascimento de +3 lbs em novilhas, ele poderia mudar a raça dos touros para Hereford com DEPs médias de -1.8 lbs e esperar da progênie pesos ao nascimento similares. Produção de leite e outras características também poderiam ser estabelecidas da mesma forma.

Além daquelas características com DEPs disponíveis, outras são importantes para os criadores comerciais. Diferenças entre raças quanto ao peso adulto e idade à puberdade são considerações importantes na tentativa de estabilizar o peso adulto ou melhorar o potencial reprodutivo num programa de cruzamentos. Características de carcaça também são importantes, especialmente na seleção de touros para cruzamentos terminais. DEPs para circunferência escrotal, que são medidas da idade à puberdade nos touros e em sua progênie feminina, são encontradas nos sumários de algumas raças. Algumas Associações de raças estão considerando a possibilidade de obter DEPs para peso adulto. Num futuro próximo espera-se que existam DEPs para outras características, o que permitirá ao criador comercial aperfeiçoar seu programa de criação.

### ***Resumo***

A demanda de touros para criadores comerciais se enquadra em três categorias principais; touros para linhagens maternas usados em novilhas, touros para linhagens maternas usados em vacas, e touros para cruzamentos terminais usados em vacas. Todos os touros devem passar por um exame de saúde reprodutiva. Touros de linhagens maternas usados para produzir fêmeas de reposição devem ser superiores em circunferência escrotal e área pélvica (reprodução das filhas) e devem atender o tipo biológico pré-determinado para crescimento, tamanho da vaca, e produção de leite. Os touros de linhagens maternas usados em novilhas devem ser satisfatórios também em peso ao nascimento (inferiores) e facilidade de parto (superiores). Touros terminais devem ser superiores em crescimento e características de carcaça. Os criadores de elite devem produzir touros com as características acima mencionadas através de um programa de criação bem planejado. Valores de acurácia associados às DEPs são úteis no gerenciamento do risco. DEPs entre raças deverão estar disponíveis num futuro próximo e serão muito úteis para os criadores comerciais aperfeiçoarem seus programas de cruzamentos.

## LEITURA COMPLEMENTAR

É sugerida abaixo uma lista de artigos para os que têm interesse em conhecer os aspectos matemáticos usados no cálculo das DEPs. Além disso, o artigo de Willham discorre brevemente sobre a história do desenvolvimento dos procedimentos de avaliação da performance e a evolução da avaliação do gado nos EUA.

Beef Improvement Federation.1990. Guidelines for uniform beef improvement programs.

Henderson, C.R.1984. Applications of linear models in animal breeding. University of Ghelph Press, Canada.

Quaas, R.L. & E,J.Pollak.1980. Mixed model methodology for farm and ranch beef cattle testing programs.J.Animal Sci. 51:1277

Van Vleck, L.D.1988. Notes on the teory and application of selection principles for the genetic improvement of animals.Cornell University Press, Ithaca, New York.5th printing.

Willham, R.L.1982. Genetic improvement of beef cattle in the United States: Cattle, people and their interation. J.Anim.Sci.54:659.



# NÚCLEO DE ZOOTECNIA

Fone/fax: (16) 3947.9939

[fale@nucleodezootecnia.com.br](mailto:fale@nucleodezootecnia.com.br)