

## INTERRELAÇÕES ENTRE GENÉTICA E NUTRIÇÃO DE BOVINOS

Irineu Umberto Packer\*

Claudio Maluf Haddad\*\*

1. INTRODUÇÃO

A produção animal, avaliada em termos de reprodução, produção de carne ou de leite, é o resultado da combinação dos seguintes termos:

Produção animal = Genótipo + Ambiente + Interação entre Genótipo e Ambiente

As diferenças de produção de um indivíduo (grupo de indivíduos) para outro são consequência das variações nesses três componentes.

As diferenças genéticas que afetam as medidas de produção podem ser agrupadas em duas classes principais:

1) Diferenças entre grupos geneticamente distintos de animais (raças, linhagens, rebanhos);

2) Diferenças genéticas entre os animais pertencentes a um rebanho.

---

\* Prof. Assistente Doutor do Departamento de Zootecnia, ESALQ-USP.

\*\* Pesquisador da EMBRAPA; aluno do CPG Nutrição Animal e Pastagens, DZ-ESALQ-USP.

As mesmas medidas de produção animal são, por outro lado, afetadas pelos inúmeros fatores específicos do ambiente. Esses fatores podem ser agrupados como segue:

1) Fatores externos, os quais afetam, de um modo ou de outro, o grupo de animais (região, ano, clima, doenças, manejo dentro da propriedade);

2) Fatores internos, que afetam os animais individualmente (idade, gestação, lactação, doenças).

Finalmente, a produção animal pode variar devido aos efeitos da ação conjunta do genótipo e do ambiente. Em outras palavras, até que ponto as raças, linhagens ou indivíduos são adaptados a circunstâncias específicas do ambiente? O geneticista procura colocar essa questão sob o título de "interações entre genótipo e ambiente". Essas interações são uma medida das diferenças na produção de um animal (ou grupo de animais), com um conjunto de gens (genótipo), de um ambiente para outro, comparativamente a outro animal (ou grupo de animais), com um conjunto diferente de gens.

Partindo-se desse enfoque básico, é evidente que todos os esforços devem ser dirigidos no sentido de combinar adequadamente o binômio genótipo-ambiente, seja para otimizar a eficiência de produção, seja para maximizar a produção animal.

Dentre os fatores do ambiente que afetam a produção dos bovinos, merece destaque fundamental a alimentação, tendo em vista os seus efeitos sobre a produção em si e sobre os custos de produção. Considerando-se a sua importância, esta palestra visa analisar as possibilidades e as conse-

quências da combinação genótipo x fatores relacionados à nutrição e alimentação dos bovinos. Vários são os critérios de analisar a variabilidade genética quanto aos problemas nutricionais, e procuraremos abordá-los indistintamente para gado de corte e de leite.

## 2. VARIAÇÃO GENÉTICA QUANTO À UTILIZAÇÃO DOS NUTRIENTES E NECESSIDADES NUTRICIONAIS

### 2.1 - Diferenças genéticas quanto à digestibilidade dos nutrientes

Alguns estudos compararam a habilidade digestiva entre animais Bos taurus e Bos indicus e seus cruzamentos através de testes, conduzidos em várias partes do mundo, com alimentos diferindo entre si quanto ao conteúdo de nitrogênio e a digestibilidade da MS.

Trabalhando no leste da África com animais Zebu, Ayrshire e seus mestiços, FRENCH (1940) observou maior, mas não significativa, habilidade do Zebu em digerir MS. Revendo um grande número de testes de digestibilidade de taurinos e zebuínos, DUCKWORTH (1946) observou que, em rações com baixo teor de fibra, os taurinos tinham maior poder de digestão da matéria orgânica. Entretanto, à medida que o teor de fibra da ração aumentava, esta diferença diminuía até que, a 38% FB na ração, a maior digestibilidade da MO esta para os zebuínos. Outros autores reportam a maior habilidade dos zebuínos em aproveitarem a PB de rações de volumosos de baixa qualidade. Estudos realizados na Austrália reportam uma superioridade dos zebuínos na digestibilidade de MS e proteína de rações pobres, comparativamente aos taurinos. Os animais mestiços das duas raças tiveram desempenho intermediário.

O efeito do stress térmico sobre a habilidade em digerir nutrientes parece afetar mais os taurinos a altas temperaturas. A explicação desta superioridade dos zebuínos reside no fato de sua maior capacidade de dissipação de calor.

Os zebuínos também apresentam digestibilidade verdadeira ligeiramente maior para o N e um menor nível de nitrogênio metabólico fecal do que os bovinos de raças inglesas.

## 2.2 - Diferenças genéticas quanto às necessidades em nutrientes para manutenção

Praticamente, necessidade para manutenção pode ser definida como a quantidade de nutrientes necessários para manter um animal num estado de balanço, de modo que não haja ganho nem perda de substância corporal. Estes nutrientes são necessários para o metabolismo basal e manutenção de temperatura constante.

Estudos realizados em Missouri (USA), com produção de calor de Brahman, Holstein, Jersey e Brown Swiss sob várias condições de peso vivo, estado fisiológico, temperatura ambiental e regime nutricional, não permitiram estimar o metabolismo basal. Os zebuínos mostram tendência a ter menor produção de calor corporal que os taurinos. VERCOE (1970a) sugeriu que o menor metabolismo basal dos Brahmans, provavelmente, seria devido ao uso mais eficiente de energia liberada nos processos bioquímicos que ocorrem em condição basal, refletindo em menor produção de calor e menor necessidade de energia metabolizável basal.

Entretanto, as evidências são conflitantes, se existem ou não

diferenças genéticas quanto às necessidades de manutenção. Estudos desenvolvidos a respeito mostram que as herdabilidades estimadas e os coeficientes de variação genética sugerem que a seleção direta para a eficiência de manutenção pode conduzir a um melhoramento rápido dos animais.

Algumas pesquisas envolvendo mestiços zebuínos x raças inglesas e mestiços de raças inglesas concluíram que os primeiros possuíam maior eficiência de manutenção, que era atribuída à alta eficiência de utilização de energia metabolizável. GARRETT (1971) concluiu que as necessidades para manutenção eram maiores em Holsteins, comparativamente a Herefords.

Finalizando, podemos concluir que a maioria dos estudos sugerem a existência de variabilidade genética quanto às necessidades para manutenção. As despesas com manutenção e outras funções não produtivas representam o grosso do alimento ingerido (87% da EM). Se existe possibilidade de reduzir estes custos de produção, devemos então estar atentos para utilizá-la, e através de planos de cruzamentos tirar proveito disto.

### 2.3 - Diferenças genéticas quanto às necessidades em nutrientes específicos para produção e saúde normal

Pouco se sabe a respeito das diferenças entre raças para necessidades de nutrientes específicos para produção e saúde normal. Observações a campo na Inglaterra mostraram que baixos níveis de P na dieta, relativamente a Ca, afetavam adversamente a reprodução. Dentre as raças testadas, os animais Guernsey foram os mais afetados, seguidos por Jersey e Hereford. Os Holsteins pareceram ser os mais tolerantes, seguidos de Shorthorn e Red Poll.

Existem evidências de que os animais Zebu e mestiços zebuínos apresentam menor necessidade em proteína do que os europeus (ELLIOT e TOPPS; 1963). Este atributo é expresso pela melhor habilidade dos zebuínos em sobreviver com fenos pobres de proteína, e sua habilidade em manter os processos metabólicos de proteína sob estas condições. A tendência dos zebuínos em consumir voluntariamente maior quantidade de forrageiras pobres em proteína é um fator que atesta sua maior capacidade de sobrevivência.

Estudos desenvolvidos pelo CSIRO, na Austrália, compararam o metabolismo de N entre Brahman, Brahman x British e British. Os resultados indicaram que, sob condições de sub-mantença, os zebuínos podiam derivar uma alta proporção de suas necessidades energéticas para o catabolismo dos tecidos protéicos. A taxa de excreção do nitrogênio urinário aumentava quando as condições eram de "stress" térmico mas as temperaturas onde o fenômeno ocorria eram de 45°C e 31°C, respectivamente, para zebuínos e taurinos.

Para temperaturas elevadas e a um dado consumo de alimento, os zebuínos apresentam menor necessidade em água, comprovando sua maior adaptabilidade às condições secas.

As necessidades de nutrientes específicos para níveis de produção diferem das simples necessidades de mantença. Exemplificando-se: dois novilhos de mesma idade e composição corporal podem apresentar diferenças genéticas de tal ordem que permitam a um deles ganhar cerca de 1 kg PV/dia com uma ração que contenha 10% PB, ao passo que outro necessitaria de ração com 12% PB para ter o mesmo desempenho. Inúmeras questões semelhantes para outros nutrientes e situações de produção podem ocorrer, e é

necessário maior número de pesquisas a fim de elucidar estas diferenças genéticas.

#### 2.4 - Diferenças genéticas quanto à eficiência para gado de corte e de leite

A avaliação do alimento requerido por unidade de ganho no peso vivo, ou por unidade de componente da carcaça, frequentemente é referida como eficiência de ganho. As diferenças na quantidade de alimento requerido por unidade de ganho em peso vivo ou peso de carcaça são dependentes de vários fatores, tais como tipo de alimento, condições ambientais, peso vivo durante o período avaliado, composição do ganho, estado de saúde etc.

Através de vários anos, foram observadas grandes diferenças na quantidade de alimento requerido por unidade de ganho em PV, dentro e entre raças e tipos. MASON (1971) reviu uma grande quantidade de dados, incluindo aqueles de eficiência de ganho de peso vivo em um número grande de raças leiteiras e mistas de origem européia. Embora ocorressem exceções, as raças maiores e de crescimento mais rápido necessitavam de menor quantidade de alimento por ganho de PV em relação às de crescimento mais lento, em condições semelhantes de idade e tamanho.

Estudos realizados nos EUA compararam raças inglesas, linhas puras de raças européias continentais de desenvolvimento muscular e mestiços cruzados das duas linhagens. Os resultados mostraram maior eficiência em ganho de peso vivo em período de alimentação a tempo constante para as raças européias do continente e seus cruzamentos. Em cada caso estudado, as raças de crescimento rápido e seus mestiços tiveram menor porcentagem de gordura no final do teste.

Outras pesquisas demonstraram que novilhos Holsteins foram mais eficientes em ganho de peso vivo do que as raças inglesas. Novamente aqui, os tipos leiteiros tiveram menos gordura ao final do teste. KLOSTERMAN et alii (1968) não encontraram nenhuma diferença significativa na eficiência entre Hereford, Charolês e Hereford x Charolês, quando alimentados a iguais níveis de gordura na ração. Semelhantes resultados foram obtidos por BRUNGARDT (1972) quando Charolês e raças inglesas foram alimentados com o mesmo nível de ração de acabamento.

A habilidade do gado leiteiro em converter alimento em leite é geralmente denominada eficiência alimentar. Várias maneiras de se medir eficiência fisiológica são utilizadas. A eficiência alimentar relativa à energia total, ou alguma relação de energia produzida no leite/total de energia consumida pelo animal, parecem ser as únicas medidas pelas quais as diferenças genéticas são observadas. A maioria dos estudos de eficiência têm sido conduzidos com uma simples raça. As comparações de raças através de diferentes dados são ilusórias, a menos que trabalhos de pesquisa sejam delineados para atingirem tais objetivos.

Utilizando dados de 57 vacas Ayrshire, 68 Brown Swiss e 57 Holsteins, produzindo contemporaneamente, DICKINSON et alii (1969) concluíram que havia diferenças entre as raças quanto à eficiência

$$100 \times \frac{\text{energia no leite}}{\text{energia no alimento}}$$

Embora o número de animais tenha sido pequeno para cada raça, as vacas foram consideradas representativas das respectivas raças. Os animais Holsteins foram considerados os mais eficientes (61%), seguidos por

Ayrshire (60,3%) e, finalmente, Brown Swiss (54,3%).

## 2.5 - Diferenças genéticas quanto ao consumo de alimentos

Indiferentemente quanto à eficiência ou não de manutenção, o animal que consome alimento somente a um nível de manutenção de peso vivo revela-se completamente ineficiente como produtor de carne. A habilidade de consumir grandes quantidades de forragens e grãos é um atributo desejável para alcançar e sustentar altos níveis de produção de leite. Várias pesquisas têm dado ênfase ao apetite e consumo para crescimento ou produção em vários regimes alimentares. A maioria destes trabalhos abordam comparações nutricionais sem relacioná-las às diferenças genéticas, embora grande número destes trabalhos experimentais permitissem inferências genéticas. Uma grosseira indicação do controle genético sobre o consumo é dada pela diferença entre raças. Para que estas inferências sejam válidas, são necessárias comparações contemporâneas entre raças utilizando-se pequeno número de animais que sejam representativos das respectivas raças. Também a maneira pela qual os alimentos são oferecidos pode influenciar os resultados.

LEGATES et alii (1956a) compararam o consumo de feno de alfafa por vacas Ayrshire, Guernsey, Holstein e Jersey numa dieta onde os grãos supriram 40% das necessidades de manutenção. As diferenças entre raças no consumo de feno por 27 kg PV foram significativas. McDOWELL, McDANIEL (1968) alimentaram animais Ayrshire, Brown Swiss e Holstein com um excesso de 10% além das necessidades. A porcentagem da energia líquida estimada foi aproximadamente a mesma para cada raça, mas os animais Brown Swiss tiveram menor eficiência. Para animais Angus e Hereford alimentados por 154

dias, em testes de pós-desmama, BROWN e GIFFORD (1962) reportaram que a herdabilidade do alimento consumido era de 0,76. KOCH et alii (1963), encontraram uma herdabilidade de 0,64 para alimento consumido numa análise combinada de dados para Angus, Hereford e Shorthorn, alimentados com diferentes tipos de rações.

Vários experimentos reportados desde 1968 mostraram claramente diferenças genéticas no consumo de alimentos. Um resumo de estimativas de repetibilidade e herdabilidade de alguns trabalhos é dado na tabela 1. As épocas relativas do período de lactação, durante a qual o consumo de alimentos foi medido, variou de trabalho para trabalho. As estimativas foram dadas separadamente para forragens, grãos e consumo total, em alguns experimentos, e somente para alguns destes três em outros. Diferentes raças foram incluídas, embora a maioria das estimativas sejam para Holsteins. Em todos os estudos, as estimativas foram feitas dentro de raças. As vacas foram alimentadas de acordo com as necessidades estimadas para produção e manutenção em quase todos os experimentos, o mesmo acontecendo com o fornecimento de forragem que foi ad libitum. A diferença entre os nutrientes fornecidos e requeridos foi ajustada pela quantidade de grãos fornecida. As herdabilidades são claramente maiores que zero, indicando que os efeitos genéticos aditivos controlam uma substancial parcela da variação total. A variação nestas estimativas é esperada devido às diferenças e erros de medida.

Um grande número de pesquisas em gado de corte abordam o assunto. OSBRICH et alii (1973) não encontraram nenhuma diferença significativa no consumo voluntário de alimentos entre novilhas Zebu e Scotch Highland quando comparadas a 9, 18 e 31°C e alimentadas com rações de alto

Tabela 1. Estimativas de herdabilidade e repetibilidade do consumo de alimentos

Medida	Repetibilidade	Herdabilidade	Fonte
Consumo semanal de forragens	0,70		Stone et alii (1960)
Consumo de MS de forragem em 3 meses	0,32	0,09 (daughter-dam) 0,23 (paternal half-sibs)	Gray et alii (1967)
Consumo de termias/lactação	0,45	0,21 (1. <sup>a</sup> lactação) 0,45 (todas lactações)	Plowman (comunicação pessoal, 1967)
Consumo total de alimento com 28 dias do 4. <sup>o</sup> ao 8. <sup>o</sup> mês	0,71+0,86	1. <sup>a</sup> lactação	Griffin et alii (1971)
Consumo de forragem/454 kg PV	0,54	(valores mensais no mesmo ano)	Mather (1960)
Consumo de forragem/454 kg PV	0,37	(médias anuais)	Mather (1960)
Consumo de forragem/454 kg PV	0,22		Mather (1960)
Consumo de grãos		0,26+0,09	Miller et alii (1972a)
Energia líquida estimada da forragem		0,19+0,09	Miller et alii (1972a)
Energia líquida estimada de grãos		0,12+0,08	Miller et alii (1972a)
Energia líquida estimada total		0,42+0,10	Miller et alii (1972a)
Energia líquida estimada da forragem/W 0,75		0,03+0,09	Miller et alii (1972a)
Termias consumidas/lactação		0,26+0,06	Hooven et alii (1972)

nível de volumosos e alto nível de concentrados. Outros trabalhos experimentais envolvendo zebuínos e taurinos de raças inglesas permitem concluir que os taurinos apresentavam maior consumo voluntário de alimentos de alta qualidade, em temperaturas abaixo do "stress" térmico. Contudo, em rações de baixa qualidade, os zebuínos apresentaram maior consumo voluntário. As diferenças geneticamente determinadas entre tipos zebuínos e raças européias são portanto dependentes na sua expressão, do tipo de alimento e outras condições ambientais.

Podemos concluir então, que as diferenças genéticas no consumo voluntário, são de tal magnitude, que permitem uma seleção efetiva.

### 3. INTERAÇÃO ENTRE GENÓTIPO E AMBIENTE

Como já foi definido, essas interações ocorrem quando as diferenças entre os genótipos não são as mesmas em diferentes ambientes. A possibilidade da sua existência deve ser considerada tanto pelos nutricionistas como pelos geneticistas.

As informações obtidas, tanto em experimentos delineados para testar certas interações, como a partir de dados de campo, não são suficientemente conclusivas quanto à importância desse componente da produção animal.

FREEMAN (1975), após rever os trabalhos publicados sobre interações genótipo x ambiente, em vários países, com bovinos de leite, estabeleceu algumas conclusões:

- 1) No caso de existirem interações de certa magnitude, quando

os genótipos são testados numa ampla gama de ambientes, a probabilidade de grandes erros na estimação do valor genético dos animais é pequena. Esse é o caso de testar em grande número de rebanhos, através da inseminação artificial. Entretanto, o problema pode ser grave, quando os reprodutores são testados em ambientes limitados, digamos um ou dois rebanhos. Nessa situação podem ocorrer erros apreciáveis de avaliação de reprodutores;

2) Os resultados dos experimentos de interação sugerem que certos cuidados devem ser tomados pelos pesquisadores no planejamento de experimentos em circunstâncias limitadas de ambiente, como sejam certos experimentos conduzidos por nutricionistas, geneticistas ou outros pesquisadores. O problema pode ser em parte resolvido se for usado material experimental (novilhas, vacas etc.) e condições de ambiente que sejam representativas da população e do ambiente relativamente aos quais o pesquisador deverá fazer as suas inferências.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Brown, C. J. & Gifford, W. 1962. Estimates of heritability and genetic correlation among certain traits of performance tested beef bulls. Ark. Agric. Exp. Stn. Bull. n° 653. University of Arkansas, Fayetteville.
2. BRUNGARDT, V. W. 1972. Efficiency and profit differences of Angus, Charolais and Hereford cattle varying in size and growth. Feed efficiency and total feed requirement during the feedlot phase to reach choice grade. Res. Rep. R. 2398. University of Wisconsin, Madison.

3. Dickinson, F. N.; McDaniel, B. T. & McDowell, R. E. 1969. Comparative efficiency of feed utilization during first lactation of Ayrshire, Brown Swiss and Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 26:976.
4. Duckworth, J. 1946. A statistical comparison of the influence of crude fibre on the digestibility of roughage by Bos indicus (Zebu) and Bos taurus cattle. *Trop. Agric.* 23:4.
5. Elliott, R. C. & Topps, J. H. 1963. Studies of protein requirements of ruminants. 1. Nitrogen balance trials on two breeds of African cattle given diets adequate in energy and low in protein. *Br. J. Nutr.* 17:539.
6. Freeman, A. E. 1975. The effect of genetic variance on nutritional requirements of animals. National Academy of Sciences. Washington, D.C.
7. French, M. H. 1940. The comparative digestive powers of zebu and high-grade European cattle. *J. Agric. Sci.*, 30:503.
8. Garrett, W. N. 1971. Energetic efficiency of beef and dairy steers. *J. An. Sci.* 32:451.
9. Klosterman, E. W.; Sanford, L. G. & Parker, C. F. 1968. A comparison of the Hereford and Charolais breed and their crosses under two systems of management. Ohio Agric. Res. Dev. Cent. Res. Bull. N° 1011. Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster.
10. Koch, R. M.; Swinger, L. A.; Chambers, D. & Gregory, K. E. 1963. Efficiency of feed use in beef cattle. *J. An. Sci.* 33:1186.
11. Legates, J. E.; Murley, W. R. & Waugh, R. K. 1956. Hay consumption of individual cows on limited grain feeding. *J. Dairy Sci.* 39:1055.
12. Mason, I. L. 1971. Comparative beef & performance of the large cattle breeds of Western Europe. *Anim. Breed. Abstr.* 39:1.

13. McDowell, R. E. & McDaniel, B. T. 1968. Interbreed matings in dairy cattle. 1. Yield traits, feed efficiency, type and rate of milking. *J. Dairy Sci.* 51:767.
14. Olbrich, S. E.; Martz, F. A. & Hilderbrand, E.S. 1973. Ambient temperature and ration parameters of heat and cold tolerant cattle. *J. An. Sci.* 37:574.
14. Veroe, J. E. 1970. The fasting metabolism of Brahman, Africander and Hereford x Schorthorn cattle. *Br. J. Nutr.* 24:599.

PLENÁRIO

Pergunta: Os melhores ganhadores de peso, ou as melhores produtoras de leite em confinamento, são também os melhores em regimes de alimentação com predominância de pastagens?

Resposta: Alguns estudos, em que reprodutores de leite ou para carne tiveram progênie criadas em dois ou mais regimes de alimentação, evidenciaram a presença de interação, tendo ocorrido em alguns casos mudanças na ordem de classificação dos reprodutores. Deve, entretanto, ser salientado que as diferenças serão mais evidentes quando as rações fornecidas são bastante diferentes em qualidade.

Pergunta: Como se apresenta a digestibilidade da MS nos animais mestiços, por exemplo, no meio sangue Gir-Holandês quando comparados com os animais das raças puras?

Resposta: As evidências da literatura sugerem que, em tese, os mestiços possuem uma digestibilidade de MS intermediária aos animais das raças puras. Um estudo conduzido na Austrália, envolvendo novilhas Holandês, Brahman e meio sangue, mostrou que, em rações de alta qualidade, não houve diferenças entre os três grupos genéticos quanto à digestibilidade da MS. Em ração de baixa qualidade, o Holandês também apresentou maior digestibilidade. Segundo os autores, essas respostas foram confundidas com as diferenças no consumo de alimento. Em situação de temperatura baixa ( $17^{\circ}\text{C}$ ) a digestibilidade da MS foi maior nos bovinos Holandês, enquanto que à alta temperatura ( $38^{\circ}\text{C}$ ), a situação se inverteu.

Pergunta: Em um rebanho em que se pratica a endogamia, os efeitos sobre o aproveitamento dos alimentos aparecem em que nível de endogamia?

Resposta: Estudos de desenvolvimento de linhagens endogâmicas em bovinos de corte mostraram diferenças entre linhagens quanto ao crescimento, consumo de alimentos e eficiência de conversão dos alimentos. Entretanto, como nessas linhagens em geral foi praticada seleção para crescimento, é difícil atribuir as diferenças entre linhagens apenas aos efeitos da endogamia. Seria mais correto admitir a ocorrência de efeito conjunto de seleção e endogamia na diferenciação das linhagens quanto ao crescimento e caracteres relacionados ao uso dos alimentos.

Pergunta: O caráter mocho em bovinos determinaria alguma vantagem quanto ao aproveitamento dos nutrientes para produção?

Resposta: Não acreditamos que o caráter mocho apresente vantagens quanto a esse aspecto, com base no fato de que as diferenças observadas em animais de raças diferentes quanto ao aproveitamento dos nutrientes são relativamente pequenas. Portanto, a presença ou ausência de chifre dentro de uma raça não deve ser correlacionada com o uso dos nutrientes para fins de produção.

Pergunta: Considerando-se que foram evidenciadas inúmeras diferenças genéticas para os caracteres relacionados com a alimentação, como esse conhecimento poderia ser utilizado para melhorar a produtividade dos rebanhos?

Resposta: Tomando-se como exemplo o caso de produção de carne bovina, é conveniente lembrar que estudos feitos nos USA indicaram que apenas 13% da energia metabolizável ingerida pela vaca e seu bezerro, para obter a condição de abate, era recuperada como energia líquida na carcaça. Por outro lado, a quantidade de alimento necessária para a manutenção é proporcional ao peso em todas as idades, de modo que as raças de maior tamanho apresentam maior necessidade de NDT para manutenção, comparativamente às raças de menor tamanho, expresso em quantidade de alimento consumido ou em hectares de pastagem por animal. Num sistema de produção visando usar eficientemente os recursos alimentares, seria talvez ideal ter o plantel de reprodutores adultos de tamanho pequeno, enquanto que os animais para abate apresentassem crescimento rápido. Essa combinação, entretanto, apresenta um antagonismo genético, de vez que os animais de menor tamanho adulto transmitem gens responsáveis por menor crescimento até o abate. Do ponto de vista genético, existem três alternativas para combinar os característicos desejados nas duas fases de produção: 1) - seleção de animais para valores intermediários de crescimento e peso adulto; 2) - alterar, através da seleção, a curva de crescimento dos animais, de modo que ocorra um ganho de peso intenso na fase inicial e um peso adulto menor; 3) - utilizar as características complementares das várias raças através de programas de cruzamento. Considerando-se uma classificação das raças bovinas em pequenas, médias e grandes, quanto ao tamanho adulto, seria então fundamental estabelecer o esquema de cruzamento mais adequado para as várias condições de produção.

Pergunta: Qual é a idade e o nível alimentar em que são mais evidentes os efeitos da heterose para ganho de peso?

Resposta: O cruzamento de raças bovinas resulta em um certo valor de heterose para a maioria dos caracteres de produção, incluindo fertilidade, viabilidade, habilidade materna e ganho de peso. O efeito combinado dessas respostas pode resultar num aumento significativo da produção. A experiência em algumas regiões semi-tropicais indica que a maior parte desse aumento é proveniente do uso de fêmeas mestiças, as quais, em geral, apresentam maior habilidade materna. Em vista disso, é esperado um maior crescimento dos bezerrinhos até à desmama, ao passo que o crescimento após a desmama, sendo mais uma função do potencial de cada indivíduo, demonstra, em geral, menor nível de heterose. Quanto ao nível alimentar, existem evidências experimentais de que a expressão do vigor híbrido em todo o seu potencial depende de condições adequadas. Consequentemente, na formulação de um programa de cruzamento para explorar a heterose é fundamental definir as combinações corretas dos genótipos com as condições de produção.