

Bovinocultura de Corte

APOIO:

- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq
 - Financiadora de Estudos e Projetos — Finep
 - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo — Fapesp
 - Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo
-

SBZ

CAMPINAS, SP, BRASIL

© FEALQ, Piracicaba, SP

Publicado pela
Fundação de Estudos Agrários
Luiz de Queiroz — FEALQ

Endereço : Av. Carlos Botelho, 1025
Cep 13400 Piracicaba, SP, Brasil
Telefones : (0194) 22-3491 e 22-6600
Telex : 19 7443 FEAQ BR

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

S678b Sociedade Brasileira de Zootecnia
Bovinocultura de corte / Sociedade Brasileira
de Zootecnia. - - Piracicaba: FEALQ, 1990.
146p. : il.

1. Bovinocultura de corte I. Título

CDD 636.213

SUMÁRIO

. CRUZAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA NO BRASIL - Pedro Franklin Barbosa	1
. CONSUMO VOLUNTÁRIO DE FORRAGENS POR RUMINANTES: MECANISMO FÍSICO OU FISIOLÓGICO? - Luiz Roberto Lopes S. Thiago e Margareth Gill	47
. MANIPULAÇÃO DE NUTRIENTES EM NÍVEL DE RÚMEN - EFEITOS DO USO DE IONÓFOROS - Machado, P.F. e Madeira, H.M.F..	79
. SIMULAÇÃO COMO AUXÍLIO A DECISÃO DE CONFINAR BOVINOS DE CORTE - Fernando Curi Peres e Zilda Paes de Barros Mattos	97
. O FUTURO DE UMA RAÇA ESPECIALIZADA DE GADO DE CORTE: SELEÇÃO VERSUS VARIABILIDADE GENÉTICA - Arthur da Silva Mariante	109
. POTENCIAL DE PRODUÇÃO DO GADO DE CORTE EM ÁREAS MARGINAIS - C. Patrick Moore	113
. LATIN AMERICAN BEEF AND MILK POLICIES: LESSONS FOR THE 90S FROM EXPERIENCES IN THE 70S AND 80S.- Lovell S. Jarvis	131

CRUZAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA NO BRASIL

Pedro Franklin Barbosa ¹

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, há um grande número de raças especializadas para produção de carne, disponíveis para utilização pelos produtores. Estas raças, por sua vez, possuem características fisiológicas e morfológicas com graus variados de diferenças, principalmente devido às diferentes pressões de seleção artificial e/ou natural às quais elas têm sido submetidas durante o processo evolutivo. Assim, espera-se que cada uma dessas raças e tipos raciais seja portadora de uma composição genética diferente, pelo menos para alguns locos determinantes de suas características raciais.

A diversidade genética entre as diferentes raças de bovinos de corte e de leite, bem como aquelas denominadas como de dupla aptidão, constitui-se em um recurso genético natural, que pode ser utilizado para produção animal de várias formas. DICKERSON (1969) propôs três alternativas para utilização da diversidade genética entre raças de animais domesticados pelo homem: 1) seleção dentro de raças e substituição do recurso genético existente por uma raça superior, se ela existir; 2) desenvolvimento de novas raças, através de cruzamentos e formação de um conjunto genético com a combinação desejada das características para seleção posterior; e 3) utilização de cruzamentos sistemáticos, de maneira permanente. Nas duas primeiras al-

¹ Pesquisador em Melhoramento Genético Animal, Embrapa-Uepae de São Carlos, Caixa Postal 339, 13560 - São Carlos. SP.

ternativas, a utilização de cruzamentos é feita por apenas algumas gerações uma vez que o objetivo final é introduzir uma raça superior ou desenvolver uma nova raça, ambas melhor adaptadas às condições de produção, manejo e comercialização existentes em uma região do que o recurso genético animal explorado anteriormente.

Por outro lado, a produção animal em uma determinada região ou país, com maior ou menor eficiência, é o resultado de utilização de recursos genéticos e ambientes (físicos, nutricionais e sociais), bem como das possíveis interações não-aditivas entre eles. Em geral, a maior eficiência líquida do sistema de produção é obtida quando há um ajustamento perfeito entre os dois grupos de recursos genéticos e ambientes (CARTWRIGHT & FITZHUGH, 1974). Assim, a eficiência produtiva de cada sistema de produção de bovinos de corte é função do grau de complementariedade entre os recursos genéticos e ambientes utilizados.

A diversidade existente no Brasil quanto aos recursos ambientes disponíveis para produção de carne bovina, aliada à diversidade genética das raças de bovinos, proporciona aos produtores várias formas de combinar aqueles recursos em sistemas de produção. Entretanto, a grande maioria dos sistemas de produção de carne bovina baseia-se na criação de animais em regime de pastagens, sem suplementação alimentar durante o período de escassez de forragens que, em geral, se estende de junho a setembro para a região intertropical brasileira.

Pelo exposto, observa-se que a utilização ou a recomendação de qualquer estratégia depende das condições de produção-manejo - comercialização de uma determinada região.

A utilização de cruzamentos depende, além do elenco de condições já mencionado, da quantidade dos efeitos de heterose, raça e complementariedade retidos nas gerações secundárias em relação aos efeitos máximos que geralmente são observados na geração F₁.

O objetivo deste trabalho é apresentar um resumo dos resultados obtidos no Brasil com a utilização de cruzamentos para produção de carne bovina. Algumas considerações sobre sistemas de cruzamento, heterose, retenção de heterose, efeitos de raças e complementariedade são feitas inicialmente com o objetivo de esclarecer os conceitos teóricos envolvidos. Finalmente, são apresentadas e discutidas algumas limitações para a utilização de sistemas de cruzamento no Brasil e, ainda, sugestões para pesquisa e implementação de sistemas de cruzamento em bovinos de corte.

2. ESTRATÉGIAS DE UTILIZAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS E AMBIENTES

A maneira pela qual os recursos genéticos e ambientes são utilizados para produção animal em uma determinada região resulta em um tipo de produto que é, preferencialmente, comercializado para a sustentação econômico-financeira da atividade agropecuária exercida pelo produtor. De acordo com o tipo de produto resultante do sistema de produção, as estratégias de utilização de recursos genéticos podem ser classificadas da seguinte maneira (BARBOSA & DUARTE, 1989):

- a. Criação de "raças puras"
 - a.1. Raças Europeias (*Bos taurus*)
 - a.2. Raças Zebuínas (*Bos indicus*)
 - a.3. Novas Raças

- b. Produção de F₁, F₂
 - b.1. Europeu x Zebu
 - b.2. Zebu x Europeu
 - b.3. Europeu x Europeu
 - b.4. Zebu x Zebu
 - b.5. Nova Raça x Europeu
 - b.6. Nova Raça x Zebu

- c. Produção de Retrocruzadas
 - c.1. Com Raças Europeias
 - c.2. Com Raças Zebuínas
 - c.3. Com Novas Raças

- d. Produção de animais cruzados de 3 ou mais raças

A sobreposição do sistema de manejo adotado para produção à classificação mencionada caracteriza uma estratégia de utilização de recursos genéticos e ambientes. Um exemplo seria a produção de F₁ Canchim x Nelore em regime de pastagens cultivadas na região de Naviraí, Mato Grosso do Sul (BARBOSA & SILVEIRA, 1979).

A adoção de uma classificação das estratégias de utilização de recursos genéticos e ambientes para produção de carne bovinha facilita a difusão de sistemas de cruzamento, permite a obtenção de resultados comparativos mais adequados à realidade brasileira e pode contribuir para a caracterização biológica de animais puros e cruzados. Entretanto, há falta de resultados comparativos para a maioria dos projetos de pesquisa e de implementação prática de sistemas de cruzamento no Brasil. Nesse aspecto, deve ser ressaltado que a adoção de uma estratégia em uma determinada região somente será feita se os resultados demonstrarem claramente que ela é mais eficiente do que aquela usada pelos produtores da região. Para que isto seja possível, há necessidade da manutenção, nas mesmas condições, de uma po-

pulação controle representativa da estratégia comumente utilizada na região.

3. RAZÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE CRUZAMENTO

As razões principais para a utilização de sistemas de cruzamento são: aproveitar os efeitos de heterose, utilizar os efeitos das diferenças genéticas entre raças, utilizar a complementariedade e proporcionar flexibilidade ao sistema de produção. Alguns conceitos teóricos envolvidos nos processos genéticos aditivos e não-aditivos favoráveis aos sistemas de cruzamento são discutidos a seguir.

3.1. Heterose

A heterose é um fenômeno genético, quantitativamente definido como a superioridade, das progênies resultantes do acasalamento entre animais de raças diferentes, em relação à média dos pais, para uma determinada característica. Pode ser expressa em termos absolutos, na unidade da característica em consideração, e em termos relativos, como porcentagem da média dos pais.

As bases genéticas responsáveis pela manifestação dos efeitos heteróticos em características quantitativas têm sido objeto de várias teorias. Essas teorias foram sumarizadas recentemente por SHERIDAN (1981) da seguinte forma:

a) Teoria da dominância - supondo que as "raças puras" usadas em cruzamentos são homozigotas dominantes para diferentes locos cromossômicos, a geração F₁ resultante teria proporção maior de genes dominantes favoráveis do que qualquer das raças que lhe deram origem; assim, há uma relação linear entre heterozigose e resposta heterótica.

b) Teoria de sobredominância - postula que o heterozigoto é superior a qualquer um dos homozigotos, devido à interação entre alelos de um mesmo loco gênico (teoria da heterose verdadeira) ou ao melhor balanço fisiológico dos heterozigotos (RENDEL, 1953).

c) Teoria de epistasia - nesse caso, a heterose seria o resultado final de todas as interações gênicas não-alélicas.

Estas teorias, no entanto, não são mutuamente exclusivas uma vez que a heterose observada em determinado cruzamento pode ser devida à combinação, em qualquer proporção, dos tipos de ação e interação gênica considerados anteriormente (BOWMAN, 1959). Além disso, se a heterose fosse devida somente à ação de dominância entre alelos do mesmo loco, então haveria a possibilidade de recombinar, nas gerações seguintes à F₂, todos os genes dominantes favoráveis em alguns animais e todos os genes recessivos em outros animais. O uso de sele

ção intensa, nesse caso, resultaria em animais mestiços homozigotos dominantes, que teriam desempenho igual aos mestiços F₁. Os mestiços assim selecionados, quando acasalados entre si, para produção de progênes mestiças quanto à raça de origem, não sofreriam recombinação em seus gametas e, conseqüentemente, as progênes não teriam redução no desempenho devido à depressão endogâmica. Contudo, tais homozigotos dominantes ainda não foram produzidos na prática, apesar de teoricamente possíveis (BOWMAN, 1974). Portanto, a ação gênica de dominância pode ser apenas uma das causas da heterose.

Uma segunda restrição à teoria da dominância como causa única do fenômeno da heterose é que, em caso positivo, a distribuição fenotípica do caráter medido nos animais F₂ seguiria aproximadamente a expansão de uma função do tipo $(3/4 + 1/4)^n$, onde n é número de genes, em vez de ser simétrica, porque os locos dominantes e recessivos nos animais F₂ seriam distribuídos de acordo com aquela função (STRICKBERGER, 1976). Uma explicação provável para a observação de distribuição fenotípica simétrica para determinado caráter nos animais F₂ é a existência de ligação entre grupos de genes favoráveis e desfavoráveis, o que, em última análise, produziria distribuições simétricas nos F₂ para a característica considerada. COLLINS (1921) mostrou que, mesmo na ausência de ligação, a assimetria da distribuição fenotípica desaparece quando se considera um grande número de genes. Entretanto, desde que a probabilidade de se obter as combinações dominantes benéficas numa linhagem homozigota torna-se menor à medida que o número de genes envolvidos aumenta, as restrições à teoria da dominância seriam verdadeiras somente se pequeno número de genes influenciasse a característica analisada.

Em termos mendelianos, sobredominância significa que há locos nos quais o heterozigoto é superior a ambos os homozigotos e, ainda, que o vigor híbrido aumenta em proporção direta com a quantidade de heterozigose. De acordo com ALLARD (1960), cada um dos dois alelos presentes em um loco heterozigoto desempenharia funções diferentes e a soma de seus produtos gênicos seria superior ao produto único de qualquer um dos alelos no estado homozigoto.

Embora a sobredominância tenha sido responsável pela heterose em milho (HULL, 1945) e em aves (PIRCHNER & MERGL, 1977), e teoria não encontrou grande aceitação por muitos geneticistas devido à falta de evidência experimental significativa. De fato SCHNELL (1975), em uma revisão dos resultados obtidos em programas de melhoramento de milho nos últimos 60 anos, concluiu que a maior parte do melhoramento obtido na produção de milho pode ser atribuída ao melhoramento de habilidade combinatória geral, eliminando assim a sobredominância como uma causa importante da heterose e reduzindo-a a um papel secundário.

A principal restrição à teoria da sobredominância como causa da heterose tem sido atribuída aos resultados obtidos por JINKS

(1955), usando o método de JINKS & HAYMAN (1953) para determinar a importância da dominância e detectar a presença de epistasia sobre características de linhagens endogâmicas. Analisando dados de plantas, JINKS (1955) encontrou que, em todos os casos onde havia evidência para a existência de sobredominância, também havia para a presença simultânea de interação gênica não-alélica. Portanto, a possibilidade da existência de interações alélicas e não-alélicas sobre o fenômeno da heterose de maneira simultânea não pode ser descartada.

A heterose devida à epistasia pode ser resultante de duas situações diferentes (SHERIDAN, 1981). No primeiro caso, diferentes combinações gênicas epistáticas homozigotas, presentes nas raças parentais, podem ser transmitidas intactas às progênes mestiças, de maneira semelhante ao modelo proposto pela teoria da dominância. Essa situação foi denominada epistasia parental por SHERIDAN (1980). No segundo caso, diferentes genes, presentes nas duas raças parentais, podem interagir nas progênes mestiças e causar a heterose; nesse caso, tem-se a denominada epistasia do F_1 , conforme termos propostos por SHERIDAN (1980).

Com algumas exceções (por exemplo, SHERIDAN, 1980), a epistasia não tem sido considerada como uma das prováveis causas da heterose. De fato, em melhoramento animal os efeitos epistáticos são normalmente assumidos como negligíveis para efeitos práticos (FALCONE, 1981). Essa suposição, entretanto, merece uma explicação. Em genética quantitativa, o método geralmente usado é primeiro explicar a variação em termos de efeitos genéticos aditivos: se isto não for suficiente, então a variação residual pode ser atribuída aos desvios de dominância e, se ambos falham, então a epistasia é considerada como causa da variação residual.

Epistasia denota, ainda, a falta de aditividade entre os efeitos dos locos; ela é uma interação estatística entre locos. HILL (1982) estabeleceu parâmetros para explicar a heterose em termos de efeitos dominantes e epistáticos ao mesmo tempo. Considerando a população de animais F_2 como referência, o valor genotípico de qualquer população pura ou cruzada pode ser descrito em termos dos efeitos aditivos dos genes, dos efeitos de dominância e dos efeitos das várias combinações epistáticas.

A heterozigose propriamente dita tem sido sugerida como uma explicação para o fenômeno de heterose, a partir dos resultados obtidos por EAST (1936). Após observar que o declínio no vigor de plantas de fertilização cruzada podia ser devido à endogamia, aquele pesquisador observou também, por volta de 1912, que o aumento no vigor das plantas obtidas através de cruzamentos entre linhagens endogâmicas era evidência do mesmo fenômeno.

Evidências experimentais de todas as teorias formuladas para explicar a existência de heterose podem ser encontradas na lite-

ratura como, por exemplo, dominância (CARTWRIGHT et alii, 1964; KOGER et alii, 1975), sobredominância (PIRCHNER & MERGL, 1977), epistasia parental (SHERIDAN, 1980) e heterozigose propriamente dita (McGLOUGHLIN, 1980).

Uma discussão prática sobre as possíveis causas da heterose foi feita por TURNER & YOUNG (1969). Se a média do F_1 é intermediária às médias dos pais, ambos, dominância e epistasia, não são provavelmente importantes. Se a média do F_1 para uma determinada característica não é intermediária às médias dos pais, mas está dentro da amplitude de variação das duas médias parentais, os genes envolvidos podem ser dominantes ou parcialmente dominantes. Por outro lado, se a média do F_1 para uma determinada característica está acima (ou abaixo) da amplitude de variação das médias dos pais, tanto a sobredominância como a epistasia, ou ambas, são importantes causas da heterose. Contudo, a importância relativa de sobredominância e da epistasia sobre o fenômeno da heterose ainda não é bem conhecida.

Mesmo sem considerar as suas causas genéticas, a heterose pode ser classificada em diferentes tipos. NITTER (1978) resume os tipos de heterose da seguinte maneira:

a) Heterose individual (h^I), representada pelo melhoramento no desempenho de um animal mestiço (ou cruzado) em relação à média dos seus pais, que não pode ser atribuído a efeitos maternos, paternos e ligados ao sexo.

b) Heterose materna (h^M), que se refere à heterose observada em uma população e que pode ser atribuída à utilização de fêmeas mestiças em vez de fêmeas de "raças puras".

c) Heterose paterna (h^P), referente a qualquer vantagem obtida com a utilização de touros mestiços em vez de touros puros, quando se considera o desempenho das progênes.

3.2. Retenção de heterose

A quantidade da heterose inicial para uma característica, observada nos animais F_1 , que é retida nas gerações seguintes, é um aspecto importante a ser considerado na escolha de sistemas e tipos de cruzamentos.

A eficiência dos vários métodos de utilização das diferenças genéticas entre raças de animais domesticados é determinada principalmente por fatores relativos à heterose, recombinação, efeitos aditivos e interações dos componentes genéticos e de manejo, produção e comercialização (DICKERSON, 1969). Os seguintes fatores devem ser considerados: magnitudes da heterose para desempenho individual (h^I), materno (h^M) e paterno (h^P), perda da superioridade epistática das "raças puras" devida à recombinação dos genes em gametas produzidos

por animais mestiços usados como reprodutores (r^I , r^M e r^P para coeficientes de recombinação individual, materno e paterno, respectivamente), tamanho das diferenças raciais para desempenho individual (g^I) e para o contraste entre desempenho paterno e materno (g^P versus g^M), e importância das interações entre os componentes genéticos e ambientes particularmente os sistemas de manejo e comercialização.

Se a heterose é devida à dominância, com ausência de interação entre locos, então há uma correlação positiva perfeita entre heterozigose (proporção de heterozigotos para locos individuais) e heterose. WRIGHT (1922) estabeleceu o conceito de que $1/n$, onde n é o número de linhagens endogâmicas, da heterose observada na população F_1 , é perdida na geração F_2 . Assim, quando duas raças são usadas para formação de uma raça, espera-se que 50% ($1/2$) da heterose observada na geração F_1 seja perdida na geração F_2 . Para populações formadas a partir de n raças, a perda da heterose observada em F_1 é proporcional a $\sum_{i=1}^n P_i^2$ onde P_i é a proporção de genes de cada uma das n raças usadas no sistema de cruzamento para obtenção da nova raça. Assim, uma raça formada a partir de duas raças (A e B), com a composição genética aproximada de $5/8A + 3/8B$, teria a retenção de heterose de $(1 - \sum_{i=1}^n P_i^2)$, ou seja, $(1 - 34/64) = 30/64 = 0,4688$ ou 46,88%. Da mesma forma, uma raça formada a partir do acasalamento de animais F_1 entre si, quando os F_1 são obtidos através de cruzamentos de raças A e B, teria retenção de heterose igual a 50%. Essas expectativas de retenção de heterose são baseadas na expressão derivada por DICKERSON (1973).

Para características influenciadas por efeitos diretos e maternos, como peso à desmama em bovinos de corte, a retenção de heterose comporta-se de maneira um pouco diferente. Isto é devido ao fato dos componentes direto e materno pertencerem a gerações diferentes (FALCONER, 1981). Cada componente, entretanto, segue o padrão geral de heterose na geração F_1 e nas subsequentes. Na geração F_2 , por exemplo, a heterose para efeitos diretos seria 50% daquela observada no F_1 , mas a heterose para efeitos maternos seria 100%. Assim, dependendo da importância relativa da heterose materna e heterose individual, os animais F_2 podem ter desempenho superior aos F_1 para características influenciadas por efeitos maternos.

Evidências experimentais de heterose para efeitos maternos foram apresentadas por GREGOTY & CUNDIFF (1980), em revisão de experimentos envolvendo cruzamentos rotacionados de duas e três raças. LONG (1980) encontrou uma média de estimativas de heterose para efeitos maternos igual a 8% para peso à desmama de bezerros de corte resultantes de programas de cruzamentos experimentais nos Estados Unidos.

A retenção de heterose causada por sobredominância não tem sido muito estudada. PIRCHNER & MERGL (1977) observaram que as estimativas de correlação entre os desempenhos de duas linhagens pu-

ras de aves e seus cruzamentos recíprocos diminuíram ao longo de 12 gerações de seleção recorrente recíproca. Com base em um modelo para um único loco, os autores concluíram que a redução nas estimativas de correlação poderia ser explicada pela sobredominância. Contudo, se a sobredominância é importante para explicar a heterose e sua retenção em gerações futuras de cruzamentos, parece que há falta de evidências experimentais em bovinos de corte.

Da mesma forma, supondo que a heterose resulta de diferentes combinações gênicas epistáticas favoráveis, presentes nas raças parentais, que são transmitidas aos animais cruzados (epistasia parental) e/ou das interações entre diferentes genes, presentes nas raças parentais, que são recuperadas nos animais cruzados (epistasia do F₁), a retenção de heterose pode ser estimada pela seguinte equação geral (BARBOSA, 1988 a):

$$RH = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^m$$

onde:

RH = retenção de heterose em relação ao F₁;

n = número de raças usadas na produção dos animais cruzados;

P_i = proporção de i-ésima raça nos animais cruzados utilizados como reprodutores (touros e/ou matrizes); e

m = número de pares de genes complementares.

Esta equação pode ser usada mesmo nas situações em que a heterose seja diferente entre os pares de raças; para tanto, é necessário ponderar, em termos relativos, a heterose entre cada par de raças pelas suas respectivas proporções de genes nos animais cruzados. Se as proporções de genes de cada raça não forem distribuídas igualmente nos diferentes grupos de fêmeas cruzadas, deve-se ponderá-las pela heterose entre cada par de raças. Essa situação pode ocorrer, por exemplo, quando se utiliza o sistema de cruzamento rotacional do tipo modificado, no qual os touros de uma raça são utilizados por duas vezes consecutivas e os touros de outra raça apenas uma vez.

O número de pares de genes complementares (m) que influencia uma determinada característica não é conhecido. Portanto, há necessidade de se supor diferentes valores para este parâmetro. A hipótese mais provável, contudo, é aquela sugerida por KINGHORN (1980), que se baseia na complementação de genes diferentes que codificam para enzimas independentes, mas que estão envolvidas no mesmo processo bioquímico.

Por outro lado, há que se considerar que a utilização de sistema de cruzamento pode levar à quebra das combinações gênicas epistáticas favoráveis que se estabeleceram ao longo do tempo nas chamadas "raças-puras". Mas, em contrapartida, outras combinações epistáticas favoráveis podem ser estabelecidas nos animais cruzados, particularmente naqueles de novas raças, quando se considera que cada recurso genético disponível na atualidade representa uma amostra do material genético existente por ocasião da domesticação dos bovinos europeus e zebuínos (BARBOSA, 1988 b). Além disso, o aspecto da seleção nas condições de ambiente existentes na atualidade deve ser também considerado, juntamente com as técnicas melhoradas para identificação de genótipos superiores para características produtivas. Dessa forma, ao invés de perda dos efeitos das interações gênicas não-alélicas favoráveis, pode ocorrer um ganho epistático quando há cruzamentos entre "raças puras" ou mesmo quando há a utilização de animais cruzados na reprodução das gerações seguintes. Esse ganho epistático é, naturalmente, proporcional ao número de pares de genes complementares que influencia uma determinada característica fenotípica, via um processo bioquímico de expressão gênica.

Estimativas de retenção de heterose, obtidas pela aplicação das equações descritas anteriormente são apresentadas no Quadro 1, para alguns sistemas de cruzamento.

Quadro 1 - Estimativas de retenção de heterose, expressas como porcentagem da heterose observada na geração F₁, para alguns sistemas de cruzamento.

Sistema de cruzamento	Dominância	Epistasia (1)		
		m=3	m=5	m=10
Novas raças (2)				
5/8 E + 3/8 Z	47	70	90	99
1/2 E + 1/2 Z	50	75	94	100
1/2 E + 1/4 Z ₁ + 1/4 Z ₂	63	84	97	100
1/4 E ₁ + 1/4 E ₂ + 1/4 Z ₁ + 1/4 Z ₂	75	94	100	100
Rotacionado				
2 raças	67	70	86	98
3 raças	86	79	94	100
Modificado (3)	49	73	92	99

(1)_m = número de pares de genes complementares;

(2)_E = Europeu; Z = Zebu; os índices indicam raças diferentes;

(3) Utilização de touros Canchim e Zebu, com repetição de touros Canchim, durante a rotação do sistema de cruzamento.

Com base nas estimativas obtidas para a hipótese de epistasia (Quadro 1), dois aspectos importantes podem ser destacados. Em primeiro lugar, observa-se que, quanto maior o número de pares de genes complementares, maior é a possibilidade de se obter animais cruzados, em gerações subsequentes à F_1 , com desempenho semelhante àquele observado nos animais F_1 . Como é sabido que a heterose é inversamente proporcional à herdabilidade para determinada característica e, ainda, que os efeitos da heterose são cumulativos, pode-se inferir que o número de pares de genes complementares influenciando as características de maior valor econômico de gado de corte (fertilidade e habilidade materna das vacas, mortalidade de bezerros, por exemplo) seja relativamente maior do que se supõe. As estimativas de herdabilidade para as características de maior importância econômica, em termos relativos, como fertilidade, mortalidade de bezerros e habilidade materna das vacas, por exemplo, são geralmente baixas ou quase nulas (menor que 0,10); isto indica que a variação genética não-aditiva (dominância e epistasia) e a variação devida aos fatores ambientes são os principais componentes da variação fenotípica observada para aquelas características. Esse segundo aspecto sugere, uma vez mais, que processos complexos como reprodução e habilidade materna provavelmente são influenciados por grande número de pares de genes complementares.

Além dos aspectos inerentes à retenção de heterose, a utilização de sistemas de cruzamento pode contribuir para aumentar a variabilidade genética nas populações cruzadas, facilitando de certo modo a aplicação de programas de seleção adequadamente delineados para as condições de produção e manejo existentes em determinada região. Os diferentes modelos genéticos desenvolvidos até então para predição do desempenho de animais cruzados e obtenção de estimativas de valores genéticos não serão discutidos nessa oportunidade. Uma excelente e completa revisão pode ser encontrada em EISEN (1989).

3.3. Diferenças genéticas aditivas entre raças

As diferenças genéticas entre raças, em um mesmo ambiente, podem ser bastante grandes. Isto é o resultado do isolamento pela genealogia (criação de raças puras) ou por barreiras geográficas, sendo as diversas raças mantidas separadas umas das outras. Divergência nas frequências de genes, influenciando a expressão de muitas características, é o resultado final de forças seletivas, tanto natural como artificial, de mutação e do acaso, para componentes de aptidão e adaptação a ambientes os mais diversos. De acordo com KOCH et alii (1989), estas diferenças devem ser maiores para características com respostas à seleção direcionadas para objetivos específicos diferentes, como tamanho, produção de leite, cor da pelagem etc.

Diferenças significativas para variação genética entre raças de bovinos de corte foram observadas por CUNDIFF et alii (1986) para peso de produto comercializado aos 458 dias de idade, produção de leite das vacas e idade das novilhas à puberdade. KOCH et alii

(1989) sugerem que as diferenças genéticas entre raças de *Bos taurus* e *Bos indicus* mantidas em ambientes tropical e subtropical podem ser maiores do que aquelas observadas entre raças de *Bos taurus* avaliadas até agora nos Estados Unidos.

Para as condições brasileiras, ALENCAR et alii (1987) relataram diferenças significativas para peso aos 12 meses, peso aos 30 meses e peso ao primeiro acasalamento entre fêmeas das raças Canchim e Nelore, criadas em regime de pasto na Embrapa-Uepae de São Carlos, SP. Resultados adicionais do mesmo experimento mostraram diferenças significativas entre as duas raças para idade ao primeiro parto e duração do período de gestação (ALENCAR & BUGNER, 1987), produção de leite em 210 dias de lactação (ALENCAR et alii, 1988) e peso do bezerro à desmama por dia de idade da mãe (ALENCAR, 1988).

Informações sobre diferenças genéticas entre raças, para características economicamente importantes, são fundamentais para a escolha de quais raças incluir em um programa de cruzamentos. Nesse sentido, um esforço coordenado para avaliar as raças existentes no Brasil, preferivelmente em mais de um sistema de produção, seria de grande valor para o delineamento de programas de cruzamento que incorporassem esse tipo de informação, com o objetivo de aproveitar melhor as diferenças genéticas entre as raças de bovinos criadas no Brasil. Infelizmente, as informações disponíveis para as condições brasileiras são ainda muito escassas.

3.4. Complementariedade

Uma das razões mais importantes para a utilização de sistemas de cruzamento de bovinos de corte é a possibilidade de aproveitamento dos benefícios da complementariedade entre raças. CARTWRIGHT (1970) propôs o termo complementariedade para descrever as diferenças entre planos de acasalamentos resultantes da maneira como dois ou mais caracteres se combinam ou se complementam na unidade de produção. A menor unidade de produção, nesse caso, é composta pelos fenótipos dos animais que a compõem, isto é, touro, vaca e progênie. Assim, define-se complementariedade como o efeito cumulativo das interações entre os fenótipos dos componentes de cada unidade de produção. O conjunto de unidades de produção constitui, portanto, o rebanho e o fenótipo de interesse é então uma característica do rebanho e não dos animais que o integram. A complementariedade possui componentes genéticos e ambientes.

A complementariedade pode ser proporcionada pelo acasalamento de raças em determinada sequência, com o objetivo de maximizar o efeito de características desejáveis (minimizar o efeito de características indesejáveis) das raças usadas no sistema sobre a eficiência do sistema de produção. A complementariedade pode ser explorada em cruzamentos específicos pelo acasalamento de vacas cruzadas de tamanho pequeno a médio à maturidade com touros de uma terceira raça,

com características desejáveis de crescimento e pequena porcentagem de gordura na carcaça, por exemplo.

3.5. Flexibilidade ao sistema de produção

A utilização de sistemas de cruzamento proporciona aos diferentes sistemas de produção a possibilidade de melhor explorar as flutuações na demanda de determinados tipos de animais. Além disso, os produtores de animais cruzados para produção de carne bovina parecem ser menos apegados aos chamados padrões raciais, muito enfatizados pelos criadores de "raças puras".

Em sistemas de produção adequadamente organizados, a decisão de produzir outro tipo de animal cruzado pode ser tomada rapidamente, quer seja pela troca dos touros usados em monta natural quer pela aquisição de sêmen de touros das raças desejadas. Geralmente, não há necessidade de comercializar as fêmeas cruzadas para se adaptar às novas condições de mercado.

Esta flexibilidade também pode ser útil quando se deseja corrigir certas deficiências de determinado sistema de cruzamento ou, por outro lado, quando há necessidade de incorporar novas tecnologias ao sistema de produção.

4. SISTEMAS DE CRUZAMENTO

Tradicionalmente, os sistemas de cruzamento têm sido classificados em rotacionais e terminais (DICKERSON, 1973), com base nas expectativas teóricas de exploração e manutenção da heterose, aproveitamento das diferenças genéticas entre raças e perdas por recombinação. Ocasionalmente, o termo rotacionado-terminal tem sido usado para descrever sistemas que incluem ambas as situações de cruzamento rotacionado e cruzamento terminal (KOCH et alii, 1989). Nesses sistemas, as fêmeas jovens (45-50%) do rebanho são acasaladas para produzir as futuras fêmeas de substituição e as fêmeas mais velhas (50-55%) são acasaladas com touros de raças usadas no cruzamento terminal; todas as progênies das vacas mais velhas são comercializadas para abate.

As vantagens e desvantagens dos sistemas, classificados de acordo com os critérios mencionados, foram discutidas por vários autores; na literatura brasileira podem ser consultados os trabalhos de MADALENA (1976), PEROTTO (1986) e LEAL (1988).

Entretanto, uma classificação mais abrangente e consistente com a classificação de estratégias de utilização de recursos genéticos para produção de carne bovina, apresentada anteriormente, parece ser aquela que considera os sistemas de cruzamento como específicos e contínuos, cada um com os seus vários tipos. No sistema de cru

zamentos específicos, o objetivo do sistema de produção é a obtenção de um tipo específico de animal para abate (machos e fêmeas). No sistema de cruzamentos contínuos, por outro lado, o objetivo do sistema de produção é a obtenção de mais de um tipo de animal (somente machos) para abate, em que todas as fêmeas de substituição são produzidas e utilizadas dentro do próprio sistema. Nos cruzamentos específicos, as fêmeas de substituição não são produzidas no sistema, considerando-se todo o seu ciclo. Assim, se em determinado momento as fêmeas de substituição são comercializadas ou eliminadas na sua totalidade, o sistema deixa de ser contínuo.

De acordo com o tipo de produto resultante do sistema de cruzamento utilizado, os sistemas de cruzamento podem ser classificados da seguinte maneira:

- a. Cruzamentos específicos
 - a.1. Produção de F₁
 - a.2. Produção de F₂
 - a.3. Produção de retrocruzadas
 - a.4. Produção de animais cruzados de 3 ou mais raças
 - a.5. Produção de "híbridos duplos"

- b. Cruzamentos contínuos
 - b.1. Cruzamento rotacionado de duas raças (alternado)
 - b.2. Cruzamento rotacionado de três raças
 - b.3. Cruzamento rotacionado com utilização de touros F₁
 - b.4. Cruzamento alternado para formação de novas raças com composição genética aproximada de 5/8+3/8
 - b.5. Cruzamento contínuo propriamente dito (absorvente)
 - b.6. Cruzamento rotacionado modificado

Em termos comparativos, os tipos de cruzamento específico têm as vantagens de melhor utilização da heterose individual, melhor utilização da complementariedade e utilização dos efeitos de raça. A principal desvantagem é que as fêmeas de substituição não são produzidas e utilizadas no sistema já que todos os animais produzidos são comercializados.

Os tipos de cruzamento contínuo, por outro lado, têm as vantagens de produzir as fêmeas de substituição, utilizar os efeitos de raça e utilizar melhor a heterose materna. As desvantagens são a utilização da heterose individual em menor grau e a impossibilidade, de se utilizar a complementariedade. Considerando que, em geral, a heterose observada na geração F₁ e aquela retida nas gerações seguintes é inversamente proporcional à magnitude da herdabilidade para a característica estudada e que as características de reprodução são de herdabilidade baixa, a heterose materna pode ser determinante da maior ou menor eficiência de um sistema de cruzamento. Nesse caso, os tipos

de cruzamento contínuo, com exceção talvez do cruzamento absorvente, podem ser mais eficientes do que os tipos de cruzamento específico, caso a complementariedade não seja um componente importante na determinação da eficiência de determinado sistema de cruzamento. Na literatura brasileira não há estimativas de que o componente complementariedade seja importante em sistemas de cruzamento de bovinos de corte.

5. CRUZAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA NO BRASIL

Desde 1930 vários experimentos de cruzamentos têm sido realizados no Brasil, com o objetivo de avaliar o comportamento de animais cruzados resultantes de acasalamentos entre raças européias de bovinos de corte (*Bos taurus*), raças zebuínas (*Bos indicus*) e novas raças, para características de crescimento, fertilidade, ganho de peso em confinamento, eficiência de utilização de alimentos, rendimento e qualidade de carcaça, resistência à infestação por carrapatos, produção de leite, mortalidade de bezerros do nascimento à desmama e tolerância ao calor, além de outros aspectos fisiológicos básicos para o entendimento do comportamento de animais cruzados. O assunto foi revisado em várias ocasiões e com objetivos diferentes do presente trabalho por SANTIAGO (1975), CHAGAS (1976), MADALENA (1976, 1977) PEROTTO (1986) e LEAL (1988). Uma revisão mais abrangente, descrevendo a maioria dos experimentos realizados no Brasil sobre cruzamentos e formação de novas raças de bovinos de corte, foi preparada por BARBOSA & DUARTE (1989).

Nesse trabalho, o desempenho relativo de vários tipos de animais cruzados, para diferentes características, foi estimado como diferença no desempenho de animais puros (Europeu ou Zebu), mantidos nas mesmas condições de ambiente e manejo, com base nos resultados encontrados na literatura. A média das diferenças relativas foi calculada quando resultados de mais de um experimento foram relatados na literatura. Tanto quanto possível, são apresentadas a média das diferenças relativas e a amplitude de variação dessas diferenças relativas, para cada tipo de animal cruzado produzido pelo sistema de cruzamento utilizado, conforme classificação apresentada anteriormente.

Muitos experimentos, entretanto, não incluíram em seu delineamento uma população controle de animais puros (Europeu ou Zebu), nas mesmas condições de criação dos animais cruzados. Nesses casos, apenas um resumo descrevendo os resultados mais pertinentes é apresentado.

5.1. Desempenho de animais F₁ Europeu x Zebu

Diferentes raças de bovinos europeus e zebuínos têm sido usadas em sistemas de cruzamento para produção de animais F₁. O desempenho relativo de animais F₁ Europeu x Zebu para características

de crescimento até a desmama, taxa de mortalidade de bezerros e produção de leite das vacas, é apresentado no Quadro 2, com base nos resultados obtidos por vários autores.

Quadro 2 - Desempenho relativo de animais F₁ *Bos taurus* x *Bos indicus* para peso ao nascimento (PN), peso à desmama (PD), ganho de peso do nascimento à desmama (GANHO), taxa de mortalidade de bezerros até à desmama (TM) e produção de leite das vacas (LEITE).

Grupo genético	Autores	PN	PD	GANHO	TM	LEITE
Zebu	1 a 7	100	100	100	100	100
Caracu x Zebu	3,5,7	96	108	111	82	-
Charolês x Nelore	6	107	110	110	-	-
Chianina x Nelore	2,6	115	104	101	-	-
Fleckvieh x Nelore	6	100	106	107	-	-
Holandês x Nelore	5	108	116	117	67	-
Pardo-Suíço x Zebu	1,3,4,5	112	119	121	100	187
Média ponderada		107	113	114	87	187
Amplitude de variação		28	34	26	87	-

Adaptado de: 1 - PIRES & FREITAS (1974), Araçatuba, SP.
 2 - REIS et alii (1979), Goianópolis, GO.
 3 - TROVO et alii (1982), Andradina, SP.
 4 - TROVO et alii (1984), Andradina, SP.
 5 - RAZOOK et alii (1985), Andradina, SP.
 6 - K. EUCLIDES FILHO (comunicação pessoal, dados não publicados), Campo Grande, MS.
 7 - LOBO (1989), Pirassununga, SP.

As amplitudes de variação do desempenho relativo foram de 94 a 122 para peso ao nascimento, 104 a 138 para peso à desmama, 101 a 127 para ganho de peso do nascimento à desmama e de 57 a 144 para taxa de mortalidade de bezerros até à desmama. O desempenho relativo de animais F₁ Caracu x Zebu, para as características analisadas (Quadro 2), indica o grande potencial da utilização de touros Caracu em cruzamentos com fêmeas zebuínas, principalmente pelo menor peso ao nascimento dos bezerros (4 pontos percentuais abaixo da média obtida para peso ao nascimento de bezerros zebuínos). Por outro lado, a utilização de touros Chianina foi, entre as raças de *Bos taurus* avaliadas, aquela que produziu os bezerros mais pesados ao nascimento e os piores desempenhos relativos para peso à desmama e ganho de peso do nascimento à desmama.

A taxa de mortalidade de bezerros do nascimento à desmama é uma característica muito importante em regiões onde a criação de bovinos de corte é feita em condições de campo (FARIA, 1986). Nesse aspecto, devem ser ressaltados o excelente desempenho relativo de be

zerros F₁ Holandês x Nelore, de apenas 67% da taxa de mortalidade observada para bezerros Nelore, e o bom desempenho de bezerros F₁ Caracu x Zebu (82%) em relação aos Zebu puros. A produção de leite de fêmeas F₁ Europeu x Zebu, avaliada em apenas um experimento (TROVO *et alii*, 1984), foi a característica para a qual se obteve a maior diferença relativa (187%). Contudo, a produção de leite das vacas não influenciou o crescimento dos bezerros do nascimento à desmama, segundo conclusão dos autores citados.

A capacidade de crescimento rápido após a desmama, em regime de pastos de boa qualidade, com suplementação de sal mineralizado e manejo sanitário adequado, é um bom indicador da adaptação dos animais às condições ambientais vigentes na região intertropical brasileira. O desempenho relativo de animais F₁ Europeu x Zebu, para características de crescimento após a desmama, é sumarizado no Quadro 3.

Quadro 3 - Desempenho relativo de animais F₁ Europeu x Zebu para características de crescimento após a desmama, em regime de pasto com suplementação de sal mineralizado.

Grupo genético	Autores	Pesos		
		12 meses	18 meses	24 meses
Zebu	1 a 4	100	100	100
Caracu x Zebu	2,3	113	113	103
Charolês x Nelore	4	124	121	-
Chianina x Nelore	4	118	118	-
Fleckvieh x Nelore	4	123	122	-
Holandês	2	124	125	-
Pardo-Suíço x Zebu	1,2	129	130	139
Média ponderada		121	121	121
Amplitude de variação		27	33	50

Adaptado de: 1 - PIRES & FREITAS (1974), Araçatuba, SP.
 2 - RAZOOK *et alii* (1985), Andradina, SP.
 3 - LOBO (1989), Pirassununga, SP.
 4 - K. EUCLIDES FILHO (comunicação pessoal, dados não publicados), Campo Grande, MS.

Em relação ao desempenho de animais zebuínos, os F₁ Europeu x Zebu foram, em média, 21% mais pesados aos 12, 18 e 24 meses de idade, respectivamente. Os resultados demonstram o potencial das raças européias especializadas para produção de leite (Holandês e Pardo-Suíço) em cruzamentos com fêmeas zebuínas para produção de carne bovina no Brasil.

As amplitudes de variação para pesos aos 12 e 18 meses de idade (Quadro 3) são semelhantes àquelas observadas para pesos ao nas cimento e à desmama (Quadro 2). As diferenças relativas, entretanto, foram maiores para os pesos após a desmama, evidenciando o maior potencial genético para crescimento após a desmama dos animais F₁ Europeu x Zebu, em relação aos zebuínos puros.

No Quadro 4 são apresentados os resultados quanto ao desempenho relativo de animais F₁ Europeu x Zebu para características de crescimento em regime de confinamento, peso e rendimento de carcaça.

Quadro 4 - Desempenho relativo de animais F₁ Europeu x Zebu para ganho de peso (GANHO), consumo de matéria seca (CONSUMO), peso da carcaça (CARCAÇA) e rendimento de carcaça (RENDIMENTO), em regime de confinamento.

Grupo Genético	Autores	GANHO	CONSUMO	CARCAÇA	RENDIMENTO
Zebu	1 a 10	100	100	100	100
Caracu x Zebu	2,3,10	118	102	106	105
Charolês x Nelore	4,5,6,7	119	103	116	100
Chianina x Nelore	1,4,7,8	119	98	129	-
Europeu x Nelore	9	-	-	132	-
Fleckvieh x Nelore	4	122	98	-	-
Holandês x Nelore	2,3	117	107	121	106
Limousin x Nelore	7	-	-	101	-
Pardo-Suíço x Nelore	2,3	120	98	112	106
Média ponderada		119	101	118	104
Amplitude de variação		29	13	55	6

- Adaptado de:
- 1 - VILLARES (1979), Botucatu, SP.
 - 2 - LEME *et alii* (1985), Andradina, SP.
 - 3 - LUCHIARI FILHO *et alii* (1985), Andradina, SP.
 - 4 - CARDOSO & SILVA (1986), Campo Grande, MS.
 - 5 - FELTEN *et alii* (1988a), Santa Maria, RS.
 - 6 - FELTEN *et alii* (1988b), Santa Maria, RS.
 - 7 - FUNDAÇÃO BRADESCO-PECPLAN (1988), São Miguel do Oeste, PR.
 - 8 - MATARAZZO (1988), Alvorada do Sul, PR.
 - 9 - AGROPECUÁRIA CFM LTDA. (1989). S.J. Rio Preto, SP.
 - 10 - LOBO (1989), Pirassununga, SP.

As amplitudes de variação do desempenho relativo foram maiores para peso da carcaça (101-156) e ganho de peso em confinamento (104-133) do que para consumo de matéria seca (95-108) e rendimento de carcaça (100-106). Para consumo de matéria seca e rendimento de carcaça, pequenas diferenças relativas foram obtidas entre animais

F₁ e Zebu. Embora a utilização de touros *Bos taurus* tenha contribuído favoravelmente para maior ganho de peso em confinamento (19%), sem acréscimo significativo do consumo de matéria seca (1%), e maior peso da carcaça (18%), os animais F₁ Europeu x Zebu foram apenas 4% superiores aos zebuínos puros em termos de rendimento de carcaça.

A eficiência reprodutiva de fêmeas F₁ Europeu x Zebu não tem sido estudada no Brasil com a intensidade compatível com a sua importância econômica. Resultados experimentais obtidos em outros países têm demonstrado que mais da metade da heterose observada para peso à desmama dos bezerros por vaca em reprodução é devida à utilização de fêmeas F₁ (CARTWRIGHT et alii, 1964; CUNDIFF et alii, 1974; KÖGER et alii, 1975; KOCH et alii, 1989). Alguns resultados comparativos obtidos no Brasil para características de fertilidade de fêmeas F₁ são sumarizados no Quadro 5.

Quadro 5 - Desempenho relativo de fêmeas F₁ Europeu x Zebu para características de fertilidade (Zebu = 100).

Características	Autores	Grupo genético ^a		
		C x Z	K x Z	F x N
Taxa de concepção	1	166	-	-
Intervalo de partos	2	-	99	-
Período de serviço	2	-	89	-
Idade à puberdade	3	83	92	92
Peso à puberdade	3	86	111	110

^a C = Charolês; K = Chianina; F = Fleckvieh; Z = Zebu; N = Nelore.

Adaptado de : 1 - VIANNA et alii (1962); São Carlos, SP.
 2 - SILVA & PEREIRA (1986), Medeiros Neto e Lajedão, BA.
 3 - K. EUCLIDES FILHO (comunicação pessoal, dados não publicados), Campo Grande, MS.

Embora os resultados experimentais comparativos sejam escassos para características relacionadas com a eficiência reprodutiva, observa-se uma grande vantagem das fêmeas F₁ Charolês x Zebu em relação às zebuínas para taxa de concepção, idade e peso à puberdade. Fêmeas F₁ Chianina-Zebu apresentaram período de serviço significativamente menor que fêmeas zebuínas (SILVA & FERREIRA, 1986). Novilhas F₁ Chianina-Nelore e Fleckvieh-Nelore, apesar de mais jovens à puberdade, foram 10% mais pesadas que novilhas Nelore àquela idade.

As reações fisiológicas de bubalinos, zebuínos, taurinos e seus mestiços, sob efeitos de clima e dieta, foram estudadas por

BARCELOS et alii (1989 a,b,c). O desempenho relativo dos animais F₁ Holandês x Zebu para características fisiológicas é sumarizado no Quadro 6.

Quadro 6 - Desempenho relativo de animais F₁ Holandês x Zebu para características fisiológicas (Nelore = 100).

Características	Desempenho relativo	Autores
Temperatura retal	100	BARCELOS et alii (1989a)
Frequência respiratória	119	BARCELOS et alii (1989b)
Concentração de eritrócitos	74	BARCELOS et alii (1989c)
Nível de hemoglobina	76	BARCELOS et alii (1989c)
Porcentagem de hematócrito	76	BARCELOS et alii (1989c)
Teor de glicose do plasma	87	BARCELOS et alii (1989c)

GOMES et alii (1989) verificaram que animais F₁ filhos de touros Charolês, Chianina e Fleckvieh e vacas Nelore foram significativamente menos resistentes à infestação natural por carrapatos (*Boophilus microplus*) do que animais da raça Nelore, quando criados em regime de pasto na região dos cerrados de Mato Grosso. De acordo com os autores, a menor resistência aos carrapatos seria uma limitação à utilização de cruzamentos na região dos cerrados.

5.2. Desempenho de animais F₁ Zebu x Europeu

Para as regiões onde a exploração de raças européias de bovinos de corte é tradicional, a utilização de touros de raças zebuínas é uma alternativa para explorar os efeitos da heterose e, provavelmente, a melhor habilidade materna das vacas de raças européias especializadas para produção de carne. O desempenho relativo de animais F₁ *Bos indicus* x *Bos taurus* é sumarizado nos Quadros 7 e 8, de acordo com os resultados obtidos em experimentos realizados no Brasil que incluíram uma população controle de bovinos europeus.

Embora haja um número limitado de resultados experimentais sobre cruzamentos entre Zebu e Europeu, as diferenças relativas estimadas com base nos dados publicados são muito semelhantes àquelas obtidas para peso à desmama (Quadro 2), peso da carcaça e rendimento de carcaça (Quadro 4) de animais F₁ Europeu x Zebu. Para peso ao nascimento, entretanto, a utilização de touros de raças zebuínas contribuiu para aumentar a diferença relativa em 7 pontos percentuais (de 107 para 114), quando isto não seria esperado. Este aumento no peso ao nascimento de bezerros F₁ Zebu x Europeu, em relação àquele de bezerros europeus puros (Anguse Caracu, no caso), pode ser uma limitação para o uso de touros (ou sêmen) de raças zebuínas em sistemas de cruzamento com fêmeas de raças européias de tamanho pequeno ou médio, principalmente novilhas.

Quadro 7 - Desempenho relativo de animais F₁ Zebu x Europeu para peso ao nascimento (PN), peso à desmama (PD), peso aos 24 meses de idade (P24), taxa de concepção (TC) e relação peso dos bezerros à desmama/peso das vacas (RELAÇÃO).

Grupo genético	Autores	PN	PD	P24	TC	RELAÇÃO
Europeu	1,2,3	100	100	100	100	100
Zebu x Angus	1,2	-	117	-	106	126
Zebu x Caracú	3	114	116	107	-	-
Média ponderada		114	116	107	106	126
Amplitude de variação		8	15	3	-	-

Adaptado de: 1 - CHAGAS et alii (1973), Bagé, RS.
 2 - CHAGAS (1976), Bagé, RS.
 3 - LOBO (1989), Pirassununga, SP.

Quadro 8 - Desempenho relativo de animais F₁ Zebu x Europeu para peso da carcaça (CARCAÇA) e rendimento de carcaça (RENDIMENTO).

Grupo genético	Autores	CARCAÇA	RENDIMENTO
Europeu	1,2,3	100	100
Guzerá x Devon	1	135	109
Nelore x Charolês	3	95	106
Nelore x Hereford	2	118	97
Média ponderada		116	104
Amplitude de variação		40	10

Adaptado de: 1 - BECKER (1985), São Gabriel, RS.
 2 - MEIRELES & NETO (1987), Bonito, MS.
 3 - FELTEN et alii (1988b), Santa Maria, RS.

5.3. Desempenho de animais F₁ Europeu x Europeu

Além da utilização de cruzamentos com touros Zebu, em regiões onde as condições ambientes são favoráveis à criação de bovinos de corte de raças européias especializadas, os cruzamentos entre essas raças são outra alternativa para exploração dos efeitos favoráveis da heterose. Resultados obtidos em outros países indicam que os níveis de heterose observados para características de crescimento são, em geral, iguais à metade daqueles obtidos para cruzamentos entre raças de *Bos taurus* e *Bos indicus* (CUNDIFF, 1970; LONG, 1980). Estimativas de desempenho relativo de animais F₁ resultantes de cruzamentos entre raças de *Bos taurus* são apresentadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Desempenho relativo de animais F₁ Europeu x Europeu para características de crescimento, fertilidade de fêmeas e características de carcaça (Europeu = 100).

Características	Grupo genético ^a			Méd- dia	Ampli- tude
	C x H	Ho x H	L x D		
Peso ao nascimento	116	119	-	118	31
Peso à desmama	110	122	-	116	44
Taxa de natalidade	101	103	131	112	43
Taxa de desmama	108	114	-	111	20
Peso de carcaça	118	116	116	117	15
Rendimento de carcaça	101	100	106	101	7
Índice de produtividade ^b	123	144	-	133	22

^a C = Charolês; H = Hereford; Ho = Holandês; L = Limousin; D = Devon.

^b Peso dos bezerros à desmama/número de vacas inseminadas.

Adaptado de: OSÓRIO et alii (1973); BECKER (1978, 1985).

As diferenças relativas para peso ao nascimento, peso à desmama, peso da carcaça e rendimento de carcaça de animais F₁ Europeu x Europeu são semelhantes às diferenças obtidas para animais F₁ Zebu-Europeu (Quadros 7 e 8). Em relação aos animais F₁ Europeu x Zebu (Quadro 2), observa-se um aumento da diferença relativa para peso ao nascimento de bezerros F₁ resultantes de cruzamentos entre raças européias. Este resultado é uma indicação da capacidade de fêmeas zebuínas em reduzir, até certo ponto, o peso ao nascimento dos seus bezerros, mesmo quando acasaladas com touros de raças européias de tamanho relativamente grande (Charolês e Limousin).

5.4. Desempenho de animais F₁ Zebu x Zebu

De acordo com PLASSE (1989), muitos produtores de gado de corte na América Latina têm afirmado que os animais resultantes de cruzamentos entre raças zebuínas são superiores aos puros. Resultados experimentais obtidos em diferentes países, entretanto, não confirmam esta afirmação para características de crescimento até à desmama (BAUER et alii, 1986; GALDO et alii, 1986; PLASSE et alii, 1986).

No Brasil, a quantidade de informações comparáveis sobre cruzamentos entre raças zebuínas é muito limitada, embora uma nova raça tenha sido formada através de cruzamento entre elas (Indubrasil). Apenas um projeto de pesquisa, envolvendo as raças Caracu, Gir e Nelo re em cruzamentos em dialelo encontra-se em execução em Pirassununga, SP, desde 1983 (LOBO, 1989). Alguns resultados são sumarizados no

(Quadro 10), onde se pode verificar que as médias dos desempenhos relativos para características de crescimento do nascimento aos 24 meses de idade são menores que as estimadas para outros tipos de F₁ entre raças de *Bos taurus* e *Bos indicus*.

Quadro 10 - Desempenho relativo de animais F₁ *Bos indicus* x *Bos indicus* para características de crescimento, em regime de pasto, e ganho de peso e consumo de matéria seca em confinamento (Zebu = 100).

Características	Grupo genético ^a		Média
	G x N	N x G	
Peso ao nascimento	110	102	106
Peso à desmama	107	112	110
Peso aos 12 meses	105	110	108
Peso aos 18 meses	108	110	109
Peso aos 24 meses	102	102	102
Ganho de peso em confinamento	129	111	120
Consumo de matéria seca	96	88	92

^a G = Gir; N = Nelore.

Adaptado de LOBO (1989).

O cruzamento entre raças zebuínas pode apresentar vantagens, em relação à criação de animais puros, para ganho de peso em confinamento e consumo de matéria seca (Quadro 10), de acordo com os resultados obtidos por LOBO (1989), em Pirassununga, SP.

5.5. Desempenho de animais F₁ resultantes de cruzamentos entre novas raças e raças européias

Dentre as alternativas de cruzamentos para produção de animais F₁, a utilização de touros das novas raças (ou raças taurínicas) pode representar uma boa opção, particularmente nas regiões onde a prática rotineira da técnica de inseminação artificial seja difícil e o comportamento reprodutivo de touros de raças européias em monta natural seja prejudicado pelas condições ambientais desfavoráveis, tais como temperaturas elevadas, altas taxas de infestação por carrapatos e bernes e índices de umidade relativa altos.

No Brasil, cruzamentos entre touros Santa Gertrudis e fêmeas Hereford e Devon foram avaliados em Uruguaiana e São Gabriel, no Rio Grande do Sul, respectivamente, em comparação à produção de animais das raças puras (Hereford e Devon). Os resultados foram publicados por OSÓRIO et alii (1973) e BECKER (1985). O desempenho relativo

de animais F₁ Santa Gertrudis x Hereford e Santa Gertrudis x Devon é sumarizado no Quadro 11.

Quadro 11 - Desempenho relativo de animais F₁ Santa Gertrudis x Europeu para várias características (Europeu = 100).

Características	Desempenho relativo	
	Média ponderada	Amplitude
Taxa de natalidade	115	43
Taxa de desmama	115	24
Partos distócitos	284	131
Peso da carcaça	125	14
Rendimento de carcaça	103	2
Índice de produtividade ^a	114	-

^a Peso dos bezerros ã desmama/número de vacas inseminadas.

Adaptado de: OSÓRIO et alii (1973) e BECKER (1985).

O desempenho relativo de animais F₁ Santa Gertrudis x Europeu para peso da carcaça foi superior aos desempenhos relativos obtidos para animais F₁ Europeu x Zebu (Quadro 4), F₁ Zebu x Europeu (Quadro 8) e F₁ Europeu x Europeu (Quadro 9). Este resultado demonstra o potencial de touros Santa Gertrudis em cruzamento com fêmeas Hereford e Devon para peso da carcaça dos novilhos ao abate. Contudo, as fêmeas F₁ Santa Gertrudis x Hereford apresentaram alta incidência de partos distócitos (Quadro 11), principalmente quando acasalados com touros Nelore e mesmo quando acasalados com touros da raça Angus. Assim, a produção de bezerros cruzados de 3 raças, com base em fêmeas F₁ Santa Gertrudis x Hereford, parece não ser uma alternativa muito eficiente. Obviamente, outras diferenças relativas para outras características importantes devem ser consideradas na tomada de decisão a respeito de cruzamentos com fêmeas F₁ Santa Gertrudis x Hereford.

5.6. Desempenho de animais F₁ resultantes de cruzamentos entre novas raças e raças zebuínas

Além das razões mencionadas anteriormente sobre as vantagens da utilização de touros de raças taurínicas (geralmente 5/8 *Bos taurus* + 3/8 *Bos indicus*) em sistemas de cruzamento, outra vantagem é a possibilidade de explorar a heterose paterna (h^P), principalmente para características reprodutivas (libido, capacidade de serviço), mostrada por touros de raças taurínicas em monta natural (NOTTER, 1987; THRIFT & AARON, 1987).

Por outro lado, deve-se ressaltar ainda uma vantagem operacional da utilização de touros de raças tauríndicas em sistemas de cruzamento. Em sistemas de cruzamento contínuo, a utilização de touros tauríndicos em monta natural pode contribuir para reduzir a variação entre gerações na composição genética dos animais cruzados obtidos e ainda para manter níveis relativamente altos de heterose individual e materna. A utilização de um sistema de cruzamento contínuo, do tipo rotacionado, com touros de duas ou mais raças tauríndicas (ou mesmo touros F_1 adequadamente selecionados) pode ser uma alternativa prática de cruzamento e, ainda, proporcionar níveis de heterose materna residual. Estas alternativas têm sido discutidas por alguns pesquisadores para as regiões tropicais (KOCH et alii, 1989) e mesmo para produtores comerciais de gado de corte do sul dos Estados Unidos (CHAPMAN, 1990), onde o objetivo é produzir animais com 50% de genes *Bos taurus* e 50% de genes *Bos indicus*, utilizando várias raças de ambas as espécies.

A alternativa de utilizar touros de raças tauríndicas, em sistemas de cruzamento com fêmeas zebuínas, para produção de carne bovina, vem sendo avaliada em alguns experimentos realizados no Brasil. Os resultados obtidos até o momento são sumarizados no Quadro 12.

Apesar dos desempenhos relativos para taxa de mortalidade, consumo de matéria seca, taxa de desmama, fertilidade dos touros em monta natural e produtividade terem sido inferiores para os animais F_1 , em média, devido ao baixo desempenho dos animais Santa Gertrudis x Nelore, a utilização de touros tauríndicos proporcionou desempenhos relativos superiores aos do Nelore para pesos à desmama, aos 12 e 18 meses de idade, ganho de peso em confinamento, peso da carcaça e rendimento de carcaça (Quadro 12). Por outro lado, a utilização de touros da raça Canchim proporcionou diferenças relativas favoráveis de 4 a 27 pontos percentuais, com pequenas diferenças relativas desfavoráveis para peso ao nascimento e consumo de matéria seca.

5.7. Desempenho de animais F_1 Europeu x Zebu

Em apenas uma oportunidade, a produção de animais F_2 Europeu x Zebu foi avaliada no Brasil. PIRES & FREITAS (1974) relataram os resultados obtidos no projeto de cruzamentos entre Pardo-Suíço e Guzerá, iniciado em 1968 em Araçatuba, SP, com o objetivo de avaliar o potencial de uma população F_2 , resultante do acasalamento de animais F_1 Suíço x Guzerá entre si, para produção de leite e carne em regime de pasto, com suplementação de concentrados e volumosos para vacas em lactação e bezerros até à desmama. Em comparação com animais zebuínos puros (Guzerá = 100), os F_2 tiveram desempenhos relativos variando de 107% (peso à desmama) a 122% (peso ao nascimento). Considerando os pesos do nascimento aos 24 meses de idade, os animais F_2 foram, em média, 14% superiores aos da raça Guzerá.

Quadro 12 - Desempenho relativo de animais F₁ Canchim x Nelore e Santa Gertrudis x Nelore para características de crescimento, taxas de desmama e de mortalidade de bezerras, desempenho em regime de confinamento e características de carcaça (Nelore = 100).

Características	Autores	Grupo genético ^a		Média
		CA x N	SG x N	
Peso ao nascimento	5	105	102	103
Peso à desmama	5	112	111	111
Peso aos 12 meses	5	112	113	112
Peso aos 18 meses	5	114	112	113
Taxa de mortalidade	5	63	172	117
Taxa de desmama	5	111	60	85
Ganho de peso em confinamento	3	111	115	113
Consumo de matéria seca	3	105	106	106
Peso da carcaça	1,2,4	114	111	112
Rendimento de carcaça	4	108	106	107
Índice de produtividade ^b	5	126	67	96
Fertilidade dos touros ^c	5	104	61	83

^a CA = Canchim; N = Nelore; SG = Santa Gertrudis.

^b Peso aos 18 meses de idade x taxa de desmama.

^c Fertilidade dos touros tauríndicos em monta natural.

Adaptado de: 1 - SANTIAGO (1974), São José do Rio Preto, SP.
 2 - BARBOSA & SILVEIRA (1979), Naviraí, MS.
 3 - LEME et alii (1985), Andradina, SP.
 4 - LUCHIARI FILHO et alii (1985), Andradina, SP.
 5 - RAZOOK et alii (1986), Andradina, SP.

Com base nos resultados obtidos para características de crescimento do nascimento à desmama, PIRES & FREITAS (1974) recomendaram a utilização de cruzamentos Pardo-Suíço x Guzerá e produção de animais F₂, em sistemas onde as fêmeas podem ser usadas para produção de leite e os machos para produção de carne.

5.8. Desempenho de animais retrocruzados Europeu e Zebu

A utilização de cruzamentos contínuos do tipo alternado (ou rotacionado de duas raças) produz, no equilíbrio do sistema, dois grupos distintos de animais cruzados com composição genética aproximada de 2/3A + 1/3B e 1/3A + 2/3B, onde A e B são raças puras. A heterose residual é de 2/3 ou 67% daquela observada na geração F₁. Contudo, a variação na composição genética entre as gerações é grande (ce

ca de 33%) e, dependendo das condições ambientes um dos tipos de animais produzidos pode não ser adequado ao sistema de produção.

O desempenho relativo de animais retrocruzados Europeu e Zebu é sumarizado no Quadro 13, com base em resultados parciais publicados por vários autores, uma vez que muitos experimentos ainda não atingiram o ponto de equilíbrio da composição genética dos animais retrocruzados.

Quadro 13 - Desempenho relativo de animais retrocruzados 3/4 Europeu + 1/4 Zebu (Europeu = 100) e 3/4 Zebu + 1/4 Europeu (Zebu = 100) para várias características.

Características	Autores	3/4E + 1/4Z		3/4Z + 1/4E	
		Média	Amplitude	Média	Amplitude
Peso ao nascimento	3,5,7	155	2	118	23
Peso à desmama	2,3,5,7	123	-	117	37
Peso aos 12 meses	7	-	-	111	18
Peso aos 18 meses	7	-	-	107	17
Taxa de concepção	1,2	185	29	126	62
Intervalo de partos	6	-	-	91	-
Idade a puberdade	7	-	-	85	13
Ganho de peso	4	125	-	118	-

Adaptado de: 1 - VIANNA *et alii* (1978), São Carlos, SP.
 2 - CHAGAS *et alii* (1973), Bagé, RS.
 3 - REIS *et alii* (1979), Goianópolis, GO.
 4 - VILLARES (1979), Botucatu, SP.
 5 - TROVO *et alii* (1982), Andradina, SP.
 6 - SILVA & PEREIRA (1986), Medeiros Neto, BA.
 7 - K. EUCLIDES FILHO (comunicação pessoal, dados não publicados), Campo Grande, MS.

De acordo com as médias estimadas a partir dos resultados obtidos por vários autores para desempenho relativo de animais retrocruzados (Quadro 13), observa-se que os 3/4 Europeu + 1/4 Zebu tiveram desempenhos superiores para peso à desmama, taxa de concepção e ganho de peso em confinamento, mas foram muito mais pesados ao nascimento do que os 3/4Zebu + 1/4Europeu. Isto pode ter efeitos desfavoráveis sobre a eficiência reprodutiva das vacas, principalmente devido aos altos índices de partos distócicos e de mortalidade perinatal de bezerros. A maioria dos bezerros 3/4 Europeu + 1/4 Zebu foi produzida com a utilização de touros de raças européias de tamanho grande (Charolês, Chianina, Fleckvieh).

5.9. Desempenho de animais cruzados de 3 raças

Cruzamentos contínuos, do tipo rotacionado de 3 raças, podem permitir a retenção de um nível alto de heterose (86%) nas gerações secundárias após a estabilização da composição genética dos animais cruzados. Nesse sistema, as fêmeas F₁ podem ser acasaladas tanto com touros *Bos taurus* como *Bos indicus*, em ambos os casos de raças diferentes daquelas usadas na produção das fêmeas F₁. Após vários ciclos de cruzamento rotacionado, o sistema se estabiliza com a produção de 3 tipos de animais cruzados, ou seja, 1) 4/7A + 2/7B + 1/7C; 2) 4/7B + 2/7C + 1/7A; e 3) 4/7C + 2/7A + 1/7B, onde A, B e C são raças diferentes. Após estabilização, as fêmeas do tipo 1 são sempre acasaladas com touros da raça menos frequente na sua composição genética, isto é, touros da raça C, as do tipo 2 com touros da raça A e as do tipo 3 com touros da raça B. Nota-se, portanto, que há grande variação na composição dos animais cruzados obtidos.

Os cruzamentos rotacionados de 3 ou mais raças, apesar de manter um alto nível de heterose residual nas gerações secundárias, são mais complicados para implementação prática devido principalmente às dificuldades operacionais.

TROVO *et alii* (1982) avaliaram o desempenho de animais cruzados de 3 raças em Andradina, SP, envolvendo touros das raças Caracu, Chianina e Nelore e fêmeas F₁ Pardo-Suíço x Guzerá. No Rio Grande do Sul, BECKER (1985) relata alguns resultados obtidos em Uruguaiana para bezerros cruzados de 3 raças, filhos de touros Angus e Nelore com fêmeas F₁ Charolês x Hereford, Holandês x Hereford e Santa Gertrudis x Hereford. Com base nos resultados experimentais obtidos por esses autores, os desempenhos relativos de animais cruzados de 3 raças são resumidos no Quadro 14.

Quadro 14 - Desempenho relativo de animais cruzados de 3 raças para várias características (Europeu = 100; Zebu = 100).

Características	Grupo genético ^a			Mê- dia	Ampli- tude
	Ex(ExE)	Ex(ExZ)	Zx(ExE)		
Peso ao nascimento	102	136	130	124	46
Peso à desmama	102	135	135	125	44
Ganho até desmama	101	135	137	125	49
Taxa de mortalidade	45	71	37	42	42
Peso da carcaça	-	-	155	155	5
Rendimento de carcaça	-	-	109	109	0

^a E = Europeu; Z = Zebu. Grupo genético das fêmeas F₁ entre parentes.

Adaptado de TROVO *et alii* (1982) e BECKER (1985).

Para características de crescimento até à desmama, os bezerros resultantes do cruzamento entre 3 raças européias foram apenas 2% superiores aos animais puros (Hereford = 100). Por outro lado, a utilização de touros *Bos taurus* e *Bos indicus* em cruzamentos com fêmeas F₁ Europeu x Zebu e Europeu x Europeu causou aumentos significativos de 32% nas diferenças relativas para peso ao nascimento, 33% para peso à desmama e 34% para ganho de peso do nascimento à desmama (Quadro 14). A taxa de mortalidade de bezerros cruzados de raças foi menor, em todos os casos, do que aquela observada para bezerros Hereford e Guzerá. As diferenças relativas estimadas para peso da carcaça e rendimento de carcaça dos novilhos cruzados (Nelore x fêmeas F₁ Europeu x Europeu) foram superiores àquelas estimadas para outros tipos de animais resultantes de cruzamentos (Quadros 4, 8, 11, 12 e 14).

5.10. Desempenho de animais mestiços leiteiros para produção de carne bovina

Nas principais regiões produtoras de leite do Brasil, o tipo de gado leiteiro predominante é resultante da utilização de cruzamentos entre Holandês e Zebu (principalmente Gir e Guzerá). Este perfil tem sido observado nos últimos 60 anos (SANTIAGO, 1975) e foi confirmado através de levantamentos de dados realizados por MADALENA (1981) para a Região Sudeste e por BARBOSA et alii (1989) para a bacia leiteira da região de São Carlos, SP.

Na Região Sudeste, aproximadamente 7,5 milhões de vacas são ordenhadas diariamente, para produzir 60% do total de leite comercializado no Brasil. A maioria dos produtores de leite utiliza o sistema de ordenha manual, com bezerro ao pé da vaca. Os bezerros são mantidos nas fazendas até à desmama (10-12 meses de idade), quando os machos são comercializados para os recriadores e/ou invernistas de gado de corte.

Devido à importância econômica da pecuária leiteira, estima-se que aproximadamente 2,5 milhões de machos leiteiros são comercializados anualmente para produção de carne bovina. Desse total, os machos mestiços representam de 70 a 80% (1,75 a 2 milhões de cabeças). Entretanto, as informações sobre o desenvolvimento e características de carcaça desse tipo de animal são muito escassas. O potencial de utilização de touros de raças especializadas para produção de leite em sistemas de cruzamento de gado de corte foi demonstrado em vários experimentos, conforme pode ser visto nos Quadros 2, 3, 4 e 9 do presente trabalho.

Resultados obtidos no projeto "Desenvolvimento do Mestiço Leiteiro Brasileiro" (VALENTE et alii, 1982) quanto ao crescimento de machos mestiços leiteiros foram analisados por MADALENA et alii (1990), que concluíram que a taxa de crescimento dos animais foi razoável quando comparada àquela de animais 3/4 Nelore + 1/4 Chiani-

na. Dados de desenvolvimento ponderal de bezerros mestiços leiteiros nascidos de 1979 a 1986 em Patos de Minas foram analisados recentemente por O. TUPY (comunicação pessoal, dados não publicados). As médias obtidas para peso aos 24 meses de idade foram maiores para animais com até 50% de genes de Europeu (310 kg) do que para aqueles aproximadamente $5/8$ Europeu + $3/8$ Zebu (286 kg).

5.11. Desempenho de animais de raças tauríndicas

Uma alternativa aos sistemas mais complexos de cruzamentos é o desenvolvimento de populações cruzadas de duas ou mais raças e posterior acasalamento entre elas para formar uma nova raça. As raças denominadas tauríndicas são aquelas oriundas de cruzamentos entre duas ou mais raças de *Bos taurus* e *Bos indicus*. Em geral, a proporção $5/8$ *Bos taurus* + $3/8$ *Bos indicus* tem sido usada para formar a maioria das novas raças, talvez devido ao trabalho de RHOAD (1949) sobre a gênese e a genética da raça Santa Gertrudis (aproximadamente $5/8$ Shorthorn + $3/8$ Brahman), embora não haja razões genéticas e de superioridade fenotípica que favoreçam aquela proporção de genes *Bos taurus* e *Bos indicus*, conforme discussão apresentada recentemente por MADALENA (1989).

Exemplos de raças tauríndicas desenvolvidas no Brasil incluem o Canchim ($5/8$ Charolês + $3/8$ Zebu), o Ibagê ($5/8$ Angus + $3/8$ Nelore), o Pitangueiras ($5/8$ Red Poll + $3/8$ Guzerã) e o Lavínia ($5/8$ Pardo-Suíço + $3/8$ Guzerã). Detalhes sobre a formação e desenvolvimento destas raças tauríndicas podem ser encontrados, respectivamente, em VIANNA et alii (1978), CHAGAS et alii (1972a), LOBO & REIS (1989) e MELLO (1978). Outros exemplos de novas raças de gado de corte, em desenvolvimento no Brasil, são discutidos por BARBOSA & DUARTE (1989).

A principal vantagem da utilização de novas raças em cruzamentos, e mesmo em sistema de criação como raça pura, é a maior facilidade operacional proporcionada ao sistema. Além disso, há as razões discutidas anteriormente no item referente ao desempenho de animais cruzados resultantes de cruzamentos entre novas raças e zebuínos.

Um detalhe de delineamento experimental, que infelizmente não tem sido observado no Brasil, refere-se à inclusão de população-controle por ocasião do desenvolvimento de uma nova raça de gado de corte. Esse problema foi parcialmente contornado no desenvolvimento do Ibagê (CHAGAS et alii, 1972b; SALOMONI et alii, 1984).

Resultados comparáveis para desempenho de animais de raças tauríndicas são escassos na literatura brasileira. CHAGAS et alii (1972b) relataram que bezerros Ibagê foram 30% mais pesados à desmama que bezerros da raça Angus, com amplitude de variação de 26 a 29 pon-

tos percentuais, dependendo do plano de cruzamento usado e sexo do bezerro.

Com o objetivo de avaliar o desempenho de fêmeas das raças Canchim e Nelore, em regime de pasto, um experimento foi realizado em São Carlos, SP. Os resultados são sumarizados no Quadro 15.

Quadro 15 - Desempenhos absoluto e relativo de fêmeas Canchim e Nelore, criadas em regime de pasto na Embrapa-Uepae, de São Carlos, para várias características.

Características	Absoluto		Relativo (Nelore = 100)
	Canchim	Nelore	
Peso aos 12 meses, kg	164	155	106
Peso aos 18 meses, kg	230	216	106
Peso aos 24 meses, kg	276	253	109
Peso aos 30 meses, kg	389	333	117
Idade à puberdade, dias	730	867	84
Peso à puberdade, kg	293	282	104
Peso 1º acasalamento, kg	347	323	107
Idade ao 1º parto, dias	1170	1250	94
Período de gestação, dias	288,7	293,6	98
Produção de leite, kg	972	655	148
Intervalo de partos, dias	441	418	105
Carrapatos, número	9	4	225
Índice de peso à desmama ^a , kg	138,1	129,2	107
Índice de eficiência ^b , kg/kg	0,375	0,378	99
Índice de peso por idade ^c , kg/dia	0,099	0,087	114

^a Peso à desmama de bezerro/vaca em reprodução.

^b Peso à desmama do bezerro/peso da vaca à desmama do bezerro.

^c Peso à desmama do bezerro/idade da mãe à desmama do bezerro.

Adaptado de: ALENCAR et alii (1987), ALENCAR & BUGNER (1987), ALENCAR (1988), ALENCAR et alii (1988), OLIVEIRA et alii (1988), ALENCAR & BUGNER (1989).

Os resultados sumarizados no Quadro 15 mostram que fêmeas da raça Canchim, quando comparadas com fêmeas Nelore sob condições semelhantes de ambiente e manejo, foram 9% mais pesadas, 7% mais jovens, produziram 48% de leite a mais em 210 dias de lactação e apresentaram maior eficiência (7%) em termos de peso à desmama dos bezerros até o segundo parto, apesar de terem suportado um número muito maior (125%) de carrapatos do que as fêmeas da raça Nelore. Em regi-

me de pasto, durante dois períodos de estação chuvosa e um de seca, os animais Canchim ganharam, em média, 7% a mais de peso que os animais da raça Nelore (ALENCAR et alii, 1989).

5.12. Médias do desempenho relativo de animais cruzados

Tendo em vista a classificação de sistemas de cruzamento adotada nesse trabalho, os desempenhos relativos de animais cruzados, para várias características relacionadas com a produção de carne bovina, são sumarizados no Quadro 16, de acordo com o tipo de animal resultante do sistema de cruzamento praticado. Apenas resultados experimentais comparativos foram considerados na obtenção das estimativas de médias do desempenho relativo. Para algumas características, como pode ser notado no Quadro 16, as informações disponíveis no momento são limitadas. Contudo, se isto, por um lado, prejudica as conclusões a respeito de recomendações de sistemas de cruzamento para determinada região, por outro lado serve para destacar a necessidade de obtenção de resultados experimentais mais abrangentes e mais detalhados, principalmente para aquelas características de que há pouca ou nenhuma informação disponível.

Segundo McDOWELL (1982), os animais F_1 são um "tipo único" e, por esta razão, têm tido sucesso razoável em vários sistemas de produção. Neste trabalho, diferenças relativas favoráveis aos animais F_1 (Europeu = 100, Zebu = 100) foram obtidas para peso à desmama (13%), pesos após a desmama (13%), ganho de peso em confinamento (17%), peso e rendimento de carcaça (18% e 4%) sem aumento no consumo de matéria seca por kg de ganho de peso, taxa de concepção (16%), idade à puberdade (11%) e produção de leite das fêmeas F_1 (87%) e para índices de produtividade (17%), como pode ser visto no Quadro 16. Algumas diferenças relativas foram desfavoráveis aos animais F_1 como, por exemplo, maior peso ao nascimento (10%), maior incidência de partos distócicos (138%) e índices mais elevados de infestação natural por carrapatos (aproximadamente 6 vezes maior que a infestação natural de zebuínos da raça Nelore, em condições de pastagens de cercados).

A questão ainda não resolvida, entretanto, é a identificação da estratégia mais adequada para produzir as gerações subsequentes em cruzamentos de gado de corte, particularmente onde as condições ambientes (basicamente quantidade e qualidade das pastagens) são limitantes e a adoção de técnicas reprodutivas e de manejo operacional não é implementada. Quando as pastagens são suficientes durante o ano todo, com qualidade razoável, e técnicas apropriadas são adotadas no manejo reprodutivo do rebanho, pode-se aumentar a frequência de genes de raças especializadas para produção de carne, através de cruzamentos contínuos do tipo rotacionado de duas ou três raças, por exemplo, desde que o tamanho das fêmeas à maturidade não seja excessivamente grande.

Quadro 16 - Médias do desempenho de acordo com o tipo de animal cruzado (Europeu = 100; Zebu = 100).

Características	F ₁	F ₂	RC ^a	TR ^b	NRC	Média ^d
Peso ao nascimento	110	122	137	124	-	119
Peso à desmama	113	107	120	125	-	115
Peso aos 12 meses	114	114	111	-	106	112
Peso aos 18 meses	114	112	107	-	106	111
Peso aos 24 meses	110	116	-	-	109	111
Peso da carcaça	118	-	-	155	-	124
Ganho de peso até desmama	114	-	-	-	-	120
Ganho de peso (confinamento)	117	-	122	-	-	119
Consumo de matéria seca	100	-	-	-	-	100
Rendimento de carcaça	104	-	-	109	-	105
Taxa de mortalidade	102	-	-	42	-	82
Taxa de concepção	116	-	156	-	-	125
Intervalo de partos	99	-	91	-	105	98
Período de serviço	89	-	69	-	-	79
Idade à puberdade	89	-	85	-	84	86
Peso à puberdade	102	-	-	-	104	103
Período de gestação	101	-	100	-	98	100
Partos distócicos	238	-	-	-	-	238
Produção de leite	187	-	-	-	148	168
Número de carrapatos	691	-	-	-	1017	821
Índice de produtividade ^e	117	-	-	-	107	113
Temperatura retal	100	-	-	-	-	100
Frequência respiratória	119	-	144	-	-	132
Concentração de eritrócitos	74	-	74	-	-	74
Nível de hemoglobina	76	-	76	-	-	76
Porcentagem de hematócrito	76	-	76	-	-	76
Teor de glicose no plasma	87	-	87	-	-	87

^aRC = Retrocruzados Europeu-Zebu e Zebu-Europeu.

^bTR = Animais cruzados de 3 raças.

^cNR = Nova Raça.

^dMédia ponderada de acordo com o número de informações disponíveis para cada tipo de animal cruzado.

^eÍndices definidos de várias maneiras (ver Quadros 7, 9, 11, 12 e 15 para definições usadas pelos autores).

Para a identificação da estratégia mais adequada de cruzamentos, além da eficiência biológica, deve-se levar em consideração também a eficiência econômica. Nesse sentido, a metodologia usada por MADALENA (1989) para avaliar diferentes estratégias de melhoramento de gado de leite, incluindo sistemas de cruzamento, pode ser útil

em gado de corte. Uma vez delineado o experimento mais apropriado para determinada região, a avaliação das estratégias pode ser feita por uma função do tipo lucro por dia de vida útil de cada vaca no rebanho, conforme critério proposto por BALAINE et alii (1981) para gado leiteiro, onde o lucro por dia seria definido como (receita - despesa)/vida útil do rebanho de vacas de determinado tipo.

5.13. Limitações para a utilização de sistemas de cruzamento

Embora os cruzamentos possam contribuir para o aumento da eficiência reprodutiva dos recursos genéticos de bovinos de corte disponíveis no Brasil, há limitações de ordem operacional e biológica para a implementação de sistemas de cruzamento.

As limitações de ordem operacional incluem a resistência dos criadores de raças puras, a baixa qualidade da mão-de-obra empregada nas fazendas de gado de corte, a baixa taxa de utilização da técnica de inseminação artificial e a suposição de que a utilização de cruzamentos é a solução para as dificuldades de manejo, produção e comercialização de gado de corte no Brasil.

As limitações de ordem biológica referem-se, principalmente, à necessidade de adequação dos programas de seleção de raças puras para utilização em cruzamentos, à interação heterose-ambiente, ao comportamento reprodutivo deficiente de touros de raças européias em monta natural na região intertropical brasileira, ao tamanho à maturidade das fêmeas cruzadas e à incerteza sobre a eficiência econômica dos sistemas de cruzamento.

Alguns comentários sobre as limitações de ordem biológica são feitos a seguir. Se os criadores de raças puras selecionassem animais para utilização em cruzamentos, provavelmente haveria uma expansão daquelas raças puras que melhor se adequassem à produção de animais cruzados e maior valorização dos touros de raças puras. Qualquer sistema de cruzamento depende das raças puras para sua implementação. Os ganhos genéticos obtidos nas raças puras, através de seleção adequada, podem ser transferidos, em parte, aos animais resultantes de cruzamentos.

A existência de interação significativa entre heterose e ambiente, como sugerido por BARLOW (1981) e CUNNINGHAM (1981), representa um paradoxo biológico para os sistemas de cruzamento. Em ambientes desfavoráveis, a heterose é relativamente mais importante que as diferenças genéticas aditivas entre raças. Por outro lado, em ambientes favoráveis, a importância da heterose, em relação àquela das diferenças genéticas aditivas, pode ser muito menor. Assim, à medida que as condições ambientes são melhoradas ou contornadas através do emprego de técnicas apropriadas, a vantagem da utilização de sistemas de cruzamentos tende a se reduzir.

O comportamento reprodutivo de touros de raças européias, em regime de pasto, tem sido deficitária na região intertropical brasileira, conforme evidências circunstanciais obtidas por produtores e pesquisadores (RIBEIRO, 1989). Além disso, há a limitação referente à insuficiente utilização da inseminação artificial nas fazendas de gado de corte. Essas duas dificuldades limitam a utilização de touros de raças especializadas para produção de carne bovina na região intertropical brasileira.

Quanto à incerteza sobre a eficiência econômica dos cruzamentos, a conclusão geral é que os cruzamentos são um sistema de acasalamento que pode ser empregado de maneira efetiva na produção de carne bovina no Brasil, desde que as características importantes para a definição da melhor eficiência econômica, em determinada região possam ser identificadas. Infelizmente, poucos têm sido os esforços de pesquisa realizados com esse objetivo. Muita ênfase tem sido dada a características de crescimento, principalmente maior peso por idade. Por outro lado, sabe-se que existe correlação negativa entre taxa de maturação e tamanho à maturidade, isto é, animais com maior peso à maturidade atingem a maturidade com idade mais avançada (MORROW, 1983). Por esta razão, os produtores de animais cruzados, de qualquer tipo, não devem ter a ilusão de que maior tamanho é sempre acompanhado de maior eficiência econômica no sistema de produção.

Finalmente, há o efeito do tamanho à maturidade das fêmeas cruzadas. Embora não haja resultados experimentais obtidos nas nossas condições ambientais, estima-se que a diferença relativa para peso à maturidade de fêmeas cruzadas seja de 10 pontos percentuais. Para vacas zebuínas de 450 kg, essa diferença representa 45 kg a mais para as vacas cruzadas. Com base em resultados experimentais de cruzamento entre Charolês e raças locais em Porto Rico, McDOWELL & HERNANDEZ-URDANETA (1975) estimaram que, quando o tamanho da vaca é aumentado em 45 kg, o peso à desmama do bezerro tem que ser aumentado em 10 kg, para compensar a necessidade adicional de manutenção da vaca.

Considerando a estimativa obtida por McDOWELL & HERNANDEZ-URDANETA (1975), para o efeito do aumento do peso à maturidade das vacas cruzadas, a média obtida nesse trabalho para peso à desmama de bezerras retrocruzadas, cruzados de 3 raças, F_2 e de novas raças, com base em 40 informações, de 182 kg e as diferenças relativas sumariadas no Quadro 16, obtem-se redução de 7 pontos percentuais, em média, no desempenho relativo dos animais cruzados para peso à desmama. Os animais F_1 não são afetados por esse efeito, já que são filhos de vacas puras. Assim, as diferenças relativas para peso à desmama, ajustadas para o efeito do peso à maturidade das vacas cruzadas, reduzem-se para zero (F_2), 13% (retrocruzados) e 18% (cruzados de 3 raças), resultando na diferença líquida de 11%.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos para o desempenho relativo de animais cruzados (Quadro 16), as seguintes conclusões gerais podem ser representadas nesta oportunidade.

As diferenças relativas entre os desempenhos de animais cruzados e puros foram sempre maiores para características de crescimento do que para rendimento de carcaça. A média das diferenças relativas para pesos corporais e ganho de peso foi de 16%, enquanto que para rendimento de carcaça a média foi de apenas 5%.

As diferenças relativas para peso ao nascimento de bezerros F_2 , retrocruzados de 3 raças, com média de 28%, indicam que há necessidade de se preocupar com dificuldades de parto em vacas F_1 e, especialmente, em novilhas F_1 , mesmo quando acasaladas ou inseminadas com touros de raças de tamanho moderado à maturidade (Angus e Nellore) se as novilhas são resultantes de cruzamentos entre raças européias e entre raças taurínicas e européias. Para este tipo de vacas F_1 , a incidência de partos distócicos foi, em média, 138% maior do que em vacas puras da raça Hereford.

Para peso à desmama, as diferenças relativas foram maiores para animais cruzados de 3 raças (25%) e retrocruzados (24%) do que para animais F_1 (13%) e F_2 (7%). Entretanto, quando se leva em consideração o aumento no peso à maturidade das vacas cruzadas, estas diferenças são reduzidas para 18% (cruzados de 3 raças), 13% (F_1 e retrocruzados) e 0% (F_2).

Considerando os resultados de sistemas de cruzamento sumariados no presente trabalho, verifica-se a necessidade de obtenção de informações experimentais para as características e condições operacionais mencionadas a seguir, bem como outras de interesse regional ou, às vezes, de interesse da comunidade local em particular. Com o objetivo de permitir a recomendação de sistemas de cruzamento, adequados para as regiões brasileiras, há necessidade de informações experimentais sobre taxa de concepção, taxa de natalidade, dificuldade de partos, tamanho da vaca cruzada à maturidade, mortalidade peri-natal, taxa de desmama, resistência ao carrapato, produção de leite, eficiência de conversão de alimentos, produção anual de carne por hectare por vaca no rebanho, lucro por dia de vida útil da vaca no rebanho e outras medidas de eficiência econômica, para todas as possibilidades de sistemas de cruzamento. Além disso, deve-se continuar avaliando as características que já vêm sendo medidas em vários experimentos. Da mesma forma, há necessidade de gerar informações sobre sistemas de cruzamento adaptados para rebanhos de tamanho pequeno (40 - 50 vacas em reprodução), onde não é possível a manutenção de 2 touros para cruzamento rotacionado ou sem acesso à técnica da inseminação artificial. Nesse caso, a utilização de touros de raças taurínicas (ou

touros F₁) é o único sistema possível (MASON & BUVANENDRAN, 1982) para estabilizar a população cruzada em aproximadamente 50% *Bos taurus* e 50% *Bos indicus*.

Finalizando, sugere-se a continuidade ou implementação das linhas de pesquisa recomendadas por PEROTTO (1986), com o objetivo de melhor aproveitar os recursos genéticos e ambientes disponíveis no Brasil para a produção de carne bovina. Além disso, devido à importância que o assunto vem adquirindo recentemente, entende-se que a identificação de linhas citoplasmáticas superiores, entre e dentro de raças de gado de corte, pode contribuir para o aumento da habilidade materna de vacas cruzadas usadas em cruzamentos contínuos e, como consequência, da eficiência do sistema de produção. Esta recomendação é feita com base nos trabalhos de revisão realizados por BARBOSA (1989) e BARBOSA & LOBO (1990).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROPECUÁRIA CFM LTDA. Relatório de Atividades. São José do Rio Preto, SP., 7p. (Mimeo.), 1989.
- ALENCAR, M.M. de. Pesos e relações de pesos de bezerros Canchim e Nelore. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 25., Viçosa, MG., Anais ... p. 254, 1988.
- ALENCAR, M.M. de & BUGNER, M. Desempenho produtivo de fêmeas das raças Canchim e Nelore. II. Primeiro parto. **Pesq. Agropec. Bras.** 22: 867-872, 1987.
- ALENCAR, M.M. de & BUGNER, M. Desempenho produtivo de fêmeas das raças Canchim e Nelore. IV. Segundo parto. **Pesq. Agropec. Bras.** 24: 1217-1220, 1989.
- ALENCAR, M.M. de, COSTA, J.L. & CORRÊA, L.A. Desempenho produtivo de fêmeas das raças Canchim e Nelore. I. Desenvolvimento e puberdade. **Pesq. Agropec. Bras.** 22: 753-758, 1987.
- ALENCAR, M.M. de, RUZZA, F.J. & PORTO, E.J.S. Desempenho produtivo de fêmeas das raças Canchim e Nelore. III. Produção de leite. **Rev. Soc. Bras. Zoot.** 17: 317-328, 1988.
- ALENCAR, M.M. de, CORRÊA, L.A., GODOY, R. & COSTA, J.L. da. Desempenho de animais Canchim e Nelore em regime de pasto. **Pesq. Agropec. Bras.** 24: 1335-1338, 1989.
- ALLARD, R.W. **Principles of Plant Breeding**. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1960.

- BALAINÉ, D.S., PEARSON, R.E. & MILLER, R.H. Profit functions in dairy cattle and effects of measures of efficiency and prices. *J. Dairy Sci.* 64: 87-95, 1981.
- BARBOSA, P.F. Retenção de heterose em sistemas de cruzamento de bovinos de corte. In: **Congresso Internacional do Zebu**, 1., Uberaba, MG, Anais ... pp. 36-42, 1988a.
- BARBOSA, P.F. Bases genéticas e evolutivas para a divergência das espécies de bovinos. *Ecossistema* 13: 1-14, 1988b.
- BARBOSA, P.F. Herança citoplasmática em animais domésticos. In: **Semana de Zootecnia**, 13., Pirassununga, SP, Anais ..., 1989.
- BARBOSA, P.F. & SILVEIRA, F.J. Utilização do Canchim em cruzamentos. Associação Brasileira de Criadores de Canchim, São Paulo, SP, (Mimeo.), 1979.
- BARBOSA, P.F. & DUARTE, F.A.M. Crossbreeding and new beef cattle breeds in Brazil. *Rev. Bras. Genet.* 12 (Supplement): 257-301, 1989.
- BARBOSA, P.F. & LOBO, R.B. Herança citoplasmática e melhoramento genético animal. In: *Biotecnologia e Melhoramento Animal* (LOBO, R.B. & DUARTE, F.A.M., eds.), Ribeirão Preto, Faculdade Medicina, 1990.
- BARBOSA, P.F., CRUZ, G.M., MATSUMOTO, T. & FERREIRA, H.S. Acompanhamento e avaliação de sistemas reais de produção de leite na região de São Carlos. EMBRAPA-UEPAE de São Carlos, Relatório Final, 29p., 1989.
- BARCELOS, A.F., GARCIA, J.A., CARDOSO, R.M. & TORRES, C.A.A. Reações fisiológicas de bubalinos, zebuínos, taurinos e seus mestiços sob efeito de clima e dieta. I. Temperatura retal e frequência respiratória. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 18: 32-41, 1989a.
- BARCELOS, A.F., GARCIA, J.A., CARDOSO, R.M., TORRES, C.A.A. & SILVA, J.F.C. Reações fisiológicas de bubalinos, zebuínos, taurinos e seus mestiços sob efeito de clima e dieta. II. Componentes sanguíneos. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 18: 42-47, 1989b.
- BARCELOS, A.F., MORAIS, G.H.K., MOREIRA, M.A. & GARCIA, J.A. Reações fisiológicas de bubalinos, zebuínos, taurinos e seus mestiços sob efeito de clima e dieta. IV. Glicose no plasma. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 18: 221-225, 1989c.
- BARLOW, R. Experimental evidence for interaction between heterosis and environment in animals. *Anim. Breed. Abstr.* 49: 715-737, 1981.

- BAUER, B., PLASSE, D., GALDO, E. & VERDE, O. Producción comparativa de vacas Brahman y Nelore apareadas con toros Brahman en el trópi-co de Bolivia. 1. Porcentaje de preñez y destete. ALPA Mem. 21: 22 (Abstr.), 1986.
- BECKER, A.S. **Produtividade da raça Hereford e em cruzamentos com Charolês, Holandês e Santa Gertrudis.** Universidade Federal de Santa Maria, RS. Tese de Mestrado, 124p., 1978.
- BECKER, A.S. Pesquisas mostram quais os melhores cruzamentos. **A Granja** 449: 16-23, 1985.
- BOWMAN, J.C. Selection for heterosis. Anim. Breed. Abstr. 27: 261-273, 1959.
- BOWMAN, J.C. **An Introduction to Animal Breeding.** EAP limited, London, 1974.
- CARDOSO, E.G. & SILVA, J.M. Conversão alimentar e digestão de alimentos de quatro grupos genéticos bovinos. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 23., Campo Grande, MS, Anais ... p. 118, 1986.
- CARTWRIGHT, T.C. Selection criteria for beef cattle for the future. **J. Anim. Sci.** 30: 706-711, 1970.
- CARTWRIGHT, T.C. & FITZHUGH, Jr. H.A. Efficient breeding system for commercial beef production. In: **World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**, 1., Madrid, Spain, vol. I, pp. 643-653, 1974.
- CARTWRIGHT, T.C., ELLIS Jr., G.F., KRUSE, W.E. & CROUCH, E.K. Hybrid vigor in Brahman-Hereford crosses. **Texas Agric. Exp. Sta. Tech. Monograph**, 1, 1964.
- CHAGAS, E.C. Cruzamento como método de melhoramento em bovinos de corte. In: **Simpósio sobre Melhoramento Genético de Bovinos**, 1., Jaticabal, SP, Anais ... pp. 107-134, 1976.
- CHAGAS, E.C., CAGGIANO FILHO, P. & GARCIA, J.T.C. Formação do 5/8 Angus - 3/8 Zebu. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul, Pelotas, RS, Circular 57, 8p., 1972a.
- CHAGAS, E.C., CAGGIANO FILHO, P., BARCELLOS, J.M., BARDIN, D., SEVERO, H.C., GARCIA, J.T.C. & BRASIL, N.E.T. Estudos dos esquemas de cruzamento Zebu x Angus pela análise dos pesos na desmama. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, 24., São Paulo, SP, Anais ... p. 92, 1972b.

- CHAGAS, E.C., CAGGIANO FILHO, P. & GARCIA, J.T.C. Resultados parciais de um programa de cruzamento Nelore x Angus. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul, Pelotas, RS, Indicação de Pesquisa 97, 4p., 1973.
- CHAPMAN, H.D. Producing your own replacement neifers. Bradford News, 5(1): 1-5, 1990.
- COLLINS, G.N. Dominance and the vigor of first generation hybrids. *Amer. Nat.* 55: 116, 1921.
- CUNDIFF, L.V. Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. *J. Anim. Sci.* 30: 694-705, 1970.
- CUNDIFF, L.V., GREGORY, K.E., KOCH, R.M. & DICKERSON, G.E. Genetic diversity among cattle breeds and its use to increase beef production efficiency in a temperate environment. In: *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 3, Lincoln, NE, USA, Anais ... pp. 271-282, 1986.
- CUNNINGHAM, E.P. Selection and crossbreeding strategies in adverse environments. In: *Animal Genetic Resources Conservation and Management*, pp. 279-288, FAO Animal Production and Health Paper No. 24, FAO, Rome, Italy, 1981.
- DICKERSON, G.E. Experimental approaches in utilizing breed resources. *Anim. Breed. Abstr.* 37: 191-202, 1969.
- DICKERSON, G.E. Inbreeding and heterosis in animals. In: *Animal Breeding and Genetics Symposium*, in Honor of Dr. J.L. Lush, ASAS, Champaign, II, Proceedings ... pp. 54-77, 1973.
- EAST, E.M. Heterosis. *Genetics* 21: 375, 1936.
- EISEN, E.J. Genetic models to predict crossbreed performance: a review. *Rev. Brasil. Genet.* 12(Supplement): 13-26, 1989.
- FALCQNER, D.S. *Introduction to Quantitative Genetics*, 2nd ed. Longman Inc., New York, 1981.
- FARIA, V.P. de. Medidas para o aumento da eficiência de produção de carne bovina. In: *Bovinocultura de Corte: Fundamentos da Exploração Racional* (PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C. de & FARIA V.P. de, eds.), pp. 221-230. FEALQ, Piracicaba, 1986.
- FELTEN, H.G., RESTLE, J., QUADROS, A.R.B. & GRASSI, C. Desempenho de dois grupos genéticos de bovinos e suas cruzas em regime de confinamento. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 25., Viçosa, MG, Anais ... p. 241, 1988a.

- FELTEN, H.G., RESTLE, J., MULLER, L. & SILVA, J.H.S. Características quantitativas de carcaças de novilhos Charolês, Nelore, 1/2 Charolês-Nelore e 1/2 Nelore-Charolês. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 25., Viçosa, MG, Anais ... p. 255, 1988b.
- FUNDAÇÃO BRADESCO-PECPLAN. Pecuária planejada. **Boletim Informativo** 7: 19, 1988.
- GALDO, E., VERDE, O., BAUER, B. & PLASSE, D. Producción comparativa de vacas Brahman y Nelore apareadas con toros Brahman en el trópi-co de Bolivia. 2. Peso al nacer y al destete de los hijos. **ALPA Mem.** 21: 23(Abstr.), 1986.
- GOMES, A., HONER, M.R., SCHENK, M.A.M. & CURVO, J.B.E. Populations of the cattle tick (*Boophilus microplus*) on purebred Nelore, Ibagê and Nelore-European crossbreeds in the brazilian savanna. **Trop. Anim. Health Prod.** 21: 20-24, 1989.
- GREGORY, K.E. & CUNDIFF, L.V. Crossbreeding in beef cattle: evaluation of systems. **J. Anim. Sci.** 51: 1224-1242, 1980.
- HILL, W.G. Dominance and epistasis as components of heterosis. **J. Anim. Breed. Genetics** 97: 161-168, 1982.
- HULL, F.H. Recurrent selection for specific combining ability in corn. **J. Amer. Soc. Agr.** 37: 134, 1945.
- JINKS, J.L. A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel cross. **Heredity** 9: 223, 1955.
- JINKS, J.L. & HAYMAN, B.I. The analysis of diallel crosses. **Maize Genet. News Lett.** 27: 48, 1953.
- KINGHORN, B. The expression of "recombination loss" in quantitative traits. **J. Anim. Breed. Genetics** 97: 138-143, 1980.
- KOCH, R.M., CUNDIFF, L.V. & GREGORY, K.E. Beef cattle breed resource utilization. **Rev. Brasil. Genet.** 12(Supplement): 55-80, 1989.
- KOGER, M., PEACOCK, F.M., KIRK, W.G. & CROCKETT, J.R. Heterosis effects on weaning performance of Brahman-Shorthorn calves. **J. Anim. Sci.** 40: 826-833, 1975.
- LEAL, J.J.B. Sistemas de cruzamento e desempenho de novilhos Pampiano (Nelore x Hereford). In: **Congresso Internacional do Zebu**, 1., Uberaba, MG, Anais ... pp. 1-10, 1988.

- LEME, P.R.; NARDON, R.F.; CAPELOZZA, C.N.Z.; RAZOOK, A.G.; LUCHIARI FILHO, A.; OLIVEIRA, W.J.; TROVO, J.B.F. & PIRES, F.L. Avaliação de acasalamentos de matrizes Nelore com touros das raças Nelore, Canchim, Santa Gertrudis, Holandesa, Parda Suíça e Caracu. II. De desempenho dos produtos terminados em confinamento. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 22, Camboriú, SC, Anais ... p.220, 1985.
- LOBO, R.B. **Análise genética e estatística de cruzamentos em dialelos**. Departamento de Genética, Faculdade de Medicina, Ribeirão Preto, SP. Relatório Técnico, 33p., (Mimeo.), 1989.
- LOBO, R.B. & REIS, J.C. New dairy cattle breeds in Brazil. *Rev. Brasil. Genet.* 12(Supplement): 303-320, 1989.
- LONG, C.R. Crossbreeding for beef production: experimental results. *J. Anim. Sci.* 51: 1197-1223, 1980.
- LUCHIARI FILHO, A., LEME, P.R., A.G., RODRIGUES, J., COUTINHO FILHO, J.L.B & OLIVEIRA, W.J. Avaliação de acasalamentos de matrizes Nelore com touros das raças Nelore, Canchim, Santa Gertrudis, Holandesa, Parda Suíça e Caracu. III. Estudo das características de carcaças dos produtos terminados em confinamento. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 22., Camboriú, SC, Anais ... p. 221, 1985.
- MADALENA, F.E. Comportamento e perspectivas dos cruzamentos de bovinos de corte e leite no Brasil Central. In: **Simpósio sobre Melhoria Genética de Bovinos**, 1., Jaboticabal, SP, Anais ... pp. 135-158, 1976.
- MADALENA, F.E. Crossbreeding systems for beef production in Latin America. *World Anim. Review* 22: 27-33, 1977.
- MADALENA, F.E. Crossbreeding strategies for dairy cattle in Brazil. *World Anim. Review* 38: 23-30, 1981.
- MADALENA, F.E. Cattle breed resource utilization for dairy production in Brazil. *Rev. Brasil. Genet.* 12(Supplement): 183-220, 1989.
- MADALENA, F.E., NORTE, A.L. do, SANTOS, A.J.R. & FREITAS, A.F. Desenvolvimento do Mestiço Leiteiro Brasileiro (MLB). 2. Comparação do crescimento ponderal de tourinhos MLB e 1/4 Chianina x 3/4 Nelore. *Arq. Esc. Vet. UFMG* (in press), 1990.
- MASON, I.L. & BUVANENDRAN, V. Crossbreeding. In: **Breeding Plans for Ruminant Livestock in the Tropics**, pp. 65-89, FAO Animal Production and Health Paper No. 34, FAO, Rome, Italy, 1982.

- MATARAZZO, G. Comportamento de gado meio-sangue Chianina x Nelore ao abate. In: Congresso Internacional de Zebu, 1., Uberaba, MG, Anais ... pp. 43-49, 1988.
- MCDOWELL, R.E. Crossbreeding as a system of mating for dairy production. Southern Cooperative Series Bull. No. 259, Louisiana Agri. Exp. Sta., Baton Rouge, IA, 1982.
- MCDOWELL, R.E. & HERNANDEZ-URDANETA, A. Intensive systems for beef production in the tropics. *J. Anim. Sci.* 41: 1228-1234, 1975.
- MCGLOUGHLIN, P. The relationship between heterozygosity and heterosis in reproductive traits in mice. *Anim. Prod.* 30: 69-75, 1980.
- MEIRELES, J.C. & NETO, E.B. Ganho de peso e rendimento de carcaça em determinados cruzamentos de *Bos indicus* e *Bos taurus*. Fazenda Pitangueiras, Bonito, MS, (Mimeo.), 1987.
- MELLO, R.F. O gado Lavínia e o meio ambiente. *Revista dos Tribunais.* 23pp., 1978.
- MORROW, R. Maturity patterns. *Brangus Journal* Nov.: 50-52, 1983.
- NITTER, G. Breed utilization for meat production in sheep. *Anim. Breed. Abstr.* 46: 131-143, 1978.
- NOTTER, D.R. The crossbred sire: theory. *J. Anim. Sci.* 65: 99-109, 1987.
- OLIVEIRA, G.P. de, ALENCAR, M.M. de & FREITAS, A.R. de. Avaliação da resistência de bovinos Canchim ao carrapato *Boophilus microplus*. In: festação natural. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 25., Viçosa, MG, Anais ... p. 208, 1988.
- OSÓRIO, F.H.S. et alii. Cruzamento industrial entre as raças Hereford, Charolês, Santa Gertrudis e Holandês. *Anuário Téc. IPZ* 1:19-22, 1973.
- PEROTTO, D. Cruzamentos na bovinocultura de corte. In: **Simpósio sobre Produção Animal**, 3., Campo Grande, MS, Anais ... pp. 1 - 10, 1986.
- PIRCHNER, F. & MERGL, R. Overdominance as cause for heterosis in poultry. *J. Anim. Breed. Genetics* 94: 151, 1977.
- PIRES, F.L. & FREITAS, M.A.R. de. Peso ao nascer e desenvolvimento ponderal em bovinos da raça Guzerá e mestiços Suiço-Guzerá. *B. Industr. Anim.* 31: 213-220, 1974.

- PLASSE, D. Results from crossbreeding *Bos taurus* and *Bos indicus* in tropical Latin America. *Rev. Brasil. Genet.* 12 (Supplement): 163-181, 1989.
- PLASSE, D., BAUER, B., VERDE, O. & GALDO, E. Producción comparativa de vacas Brahman y Nelore apareadas con toros Brahman em el tró pico de Bolivia. 3. Peso al destete producido por vaca en rebaño. *ALPA Mem.* 21: 42(Abstr.), 1986.
- RAZOOK, A.G., LEME, P.R., CAPELOZZA, C.N.Z., OLIVEIRA, W.J., TROVO, J. B.F., NARDON, R.F., BARBOSA, C., PIRES, F.L. & NASCIMENTO, J. Avaliação de acasalamentos de matrizes Nelore com touros das raças Nelore, Canchim, Santa Gertrudis, Holandesa, Parda Suíça e Caracu. I. Desempenho dos produtos até os 18 meses. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 22., Camboriú, SC, Anais ... p. 219, 1985.
- RAZOOK, A.G. et alii. Evaluation of Nelore, Canchim, Santa Gertrudis, Holstein, Brown Swiss and Caracu as sire breeds in matings with Nelore cows. In: **World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**, Lincoln, NE, Proceedings ... vol. IX: 348-352, 1986.
- REIS, S.R., FERREIRA, P.R.C. & RIBEIRO, H.M. Causas de variação do peso ao nascer de bezerros puros e de diferentes graus de sangue das raças Chianina e Nelore. *Arq. Esc. Vet. UFMG* 31: 397-402, 1979.
- RENDEL, J.M. Heterosis. *American Naturalist* 87: 129-138, 1953.
- RHOAD, A.O. The Santa Gertrudis breed: the genesis and the genetics of a new breed of beef cattle. *J. Heredity* 40(5): 115-126, 1949.
- RIBEIRO, J.H. Cruzado forte. *Globo Rural* 46: 58-66, 1989.
- SALOMONI, E., CHAGAS, E.C. & DEL DUCA, L.O.A. Ibagê: formação e seleção de uma nova raça. EMBRAPA-UEPAE de Bagé, RS, Circular Técnica, 1, 23p., 1984.
- SANTIAGO, A.A. A raça Santa Gertrudis. Instituto de Zootecnia, São Paulo, SP, 333p., 1974.
- SANTIAGO, A.A. Os Cruzamentos na Pecuária Bovina. Instituto de Zootecnia, São Paulo, SP, 552p., 1975.
- SCHNELL, F.W. Type of variety and average performance in hybrid maize. *J. Plant. Breed. Genetics* 74: 177, 1975.
- SHERIDAN, A.K. A new explanation for egg production heterosis in crosses between White Leghorns and Australorps. *Brit. Poultry Sci.* 21: 85-88, 1980.

- SHERIDAN, A.K. Crossbreeding and heterosis. **Anim. Breed. Abstr.** 49: 131-144, 1981.
- SILVA, M. de A. & PEREIRA, F.A. Crescimento e desempenho reprodutivo de animais zebus e mestiços Chianina-Zebu. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, 15: 116-123, 1986.
- STRICKBERGER, M.W. **Genetics**. MacMillan Publishing Co., Inc., New York.
- THRIFT, F.A. & AARON, D.K. The crossbreed sire: experimental results for cattle. **J. Anim. Sci.**, 65: 128-135, 1987.
- TROVO, J.B.F., RAZOOK, A.G., OLIVEIRA, N., BARBOSA, C., SILVA, D.J. & BOIN, C. Desempenho pré-desmame de bezerros *Bos indicus* x *Bos taurus*. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 19., Piracicaba, SP., Anais ... p. 193, 1982.
- TROVO, J.B.F., OLIVEIRA, W.J., RAZOOK, A.G., SILVA, D.J., BOIN, C. & BARBOSA, C. Influência da produção leiteira de matrizes guzerá e suiço-guzerá sobre o desempenho pré-desmame de suas progênes. **B. Indústria Anim.** 41: 63-72, 1984.
- TURNER, H.N. & YOUNG, S.S.Y. **Quantitative Genetics in Sheep Breeding** Cornell Univ. Press, Ithaca, New York.
- VALENTE, J., LEMOS, A.M., FREITAS, A.F., REHFELD, O.A.M., MARTINEZ, M.L. & MADALENA, F.E. Desenvolvimento do Mestiço Leiteiro Brasileiro . 1. Vacas elites e touros em teste. **Pesq. Agropec. Bras.** 17: 143-148, 1982.
- VIANNA, A.T., SANTIAGO, M. & GOMES, F.P. Formação do gado Canchim pelo cruzamento Charolês-Zebu. Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro, RJ. **Estudos Técnicos** 19, 176p., 1962.
- VIANNA, A.T., GOMES, F.P. & SANTIAGO, M. Formação do gado Canchim pelo cruzamento Charolês-Zebu, 2a. ed. Nobel, São Paulo, SP, 193 p., 1978.
- VILLARES, J.B. O melhoramento genético de bovinos Chianina no Brasil. In: **Simpósio sobre Melhoramento Genético de Bovinos**, 3., Jaticabal, SP, Anais ... pp. 1-26, 1979.
- WRIGHT, S. The effects of inbreeding and crossbreeding on guinea pigs. **U.S. Dept. Agric. Bull.** 1121, Maryland, USA.