

Maurício Mello de Alencar
Embrapa – Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

1. INTRODUÇÃO

A exigência por produtos de alta qualidade a custos competitivos vem provocando transformações no setor produtivo de carne bovina. A abertura dos mercados e a globalização da economia aumentou a competitividade, exigindo maior eficiência dos sistemas de produção. Também contribuem para isto outros fatores como: limitação na expansão de novas fronteiras, competição por área pelas atividades agrícolas e competição por outros tipos de carne.

A disponibilidade de um grande número de raças de bovinos, biologicamente diferentes, pode ser usada no sentido de adequar tipo de animal e ambiente, para aumentar a produtividade dos sistemas de produção. Neste contexto, o cruzamento entre raças tem muito a contribuir, e é freqüentemente utilizado pelos produtores para: formar base genética ampla para desenvolvimento de nova raça; combinar características desejáveis de duas ou mais raças, uma vez que o cruzamento entre raças tende a dividir proporcionalmente o mérito genético das raças nele envolvidas; obter as vantagens da complementaridade entre raças; e obter as vantagens da heterose (vigor híbrido) naquelas características que a expressam (ALENCAR, 1997). Além de tudo isto, o cruzamento entre raças dá maior flexibilidade aos sistemas de produção (BARBOSA, 1990), permitindo mudanças de direcionamento mais rápidas e menos traumáticas.

Os objetivos desta palestra são: 1) apresentar um modelo de desempenho; 2) apresentar uma síntese do desempenho de animais cruzados no Brasil; 3) apresentar algumas considerações sobre o uso do cruzamento entre raças; e 4) apresentar algumas necessidades de pesquisas em cruzamentos.

2. MODELO DE DESEMPENHO

O desempenho (P) de uma população é o resultado da utilização dos recursos genéticos (G) e ambientais (A) disponíveis, bem como da possível interação (G x A)

entre eles, ou seja: $P = G + A + G \times A$. NOTTER (1987) descreve a média do desempenho esperado de populações cruzadas em termos da contribuição das raças componentes e da heterose. Essa média é dada em termos de:

- a- Média da contribuição aditiva dos genes nucleares recebidos de cada pai (g^l), também chamado efeito aditivo da raça;
- b- Efeitos diretos da heterose (h^l) atribuída ao aumento da heterozigose no indivíduo cruzado;
- c- Efeitos diretos da recombinação (r^l) atribuída à formação de novas combinações epistáticas na progênie de indivíduos cruzados;
- d- Média dos efeitos maternos da mãe pura ou cruzada, na expressão da característica de interesse na progênie, que podem incluir contribuição aditiva dos genes do núcleo (g^M), efeitos heteróticos maternos (h^M) resultantes da heterozigose na mãe, efeitos da recombinação na mãe (r^M), média dos efeitos dos genes mitocondriais (mt) e média dos efeitos dos genes ligados ao sexo encontrados no cromossomo X no desempenho dos machos; e
- e- Média dos efeitos paternos do pai puro ou cruzado na expressão da característica do filho, que podem incluir contribuição aditiva dos genes nucleares (g^P), efeitos da heterose paterna (h^P), efeitos da recombinação no pai (r^P) e média dos efeitos dos genes restritos ao sexo encontrados no cromossomo Y.

Observa-se, portanto, que o desempenho dos animais cruzados depende dos efeitos aditivos e heteróticos e que a superioridade desses animais em relação aos animais de uma das raças puras, depende, ainda, da utilização de animais bons de ambas as raças.

3. DESEMPENHO DE BOVINOS CRUZADOS NO BRASIL

No Brasil, há várias décadas vêm sendo desenvolvidos trabalhos de pesquisa no sentido de estudar os bovinos cruzados para a produção de carne. Na Tabela 1 é apresentado um resumo do desempenho de animais cruzados em relação a zebrinos puros, baseado em revisão feita por ALENCAR (1997) e BORBA (1999) dos trabalhos realizados no Brasil no período de 1934 a 1998.

Observa-se (Tabela 1) que os animais cruzados são, em geral, mais pesados do que os zebrinos e que a diferença relativa dos F_1 E x Z é maior do que a dos Z x Z. Os animais cruzados de três raças (E x EZ e Z x EZ) apresentam as maiores diferenças relativas ao Zebu e os animais retrocruzados e cruzados com touros F_1 s e de novas

raças são também superiores. Para as características em confinamento e de eficiência reprodutiva de fêmeas (taxas de prenhez e parição, intervalo de partos e idade ao primeiro parto) os animais cruzados são, em geral, superiores. A produção de leite das fêmeas cruzadas é também superior à das fêmeas puras zebus. Para características de carcaça (Tabela 2) há superioridade dos cruzados, como esperado, para o peso da carcaça e para a área de olho de lombo. Para o rendimento de carcaça, característica de elevada herdabilidade, normalmente não há diferença entre cruzados e puros. A espessura de gordura, entretanto, é maior nos animais zebuínos (Nelore, principalmente) do que nos cruzados, fato este importante quando se considera a necessidade de cobertura de gordura mínima para proteção da carne no resfriamento.

Tabela 1 - Desempenho de animais cruzados F₁s ½ europeu + ½ zebu (E x Z) e ½ zebu + ½ zebu (Z x Z), retrocruzados (RETRO) ¾ zebu + ¼ europeu (Z x EZ; filhos de vacas F₁s), cruzados de três raças (CTR) ¾ europeu + ¼ zebu e ¾ zebu + ¼ europeu (E x EZ e Z x EZ; filhos de vacas F₁s) e cruzados filhos de touros de novas raças e F₁s com vacas zebus (NR x Z e F₁ x Z) em relação aos puros zebuínos (Nelore = 100)

Característica	F ₁ s		RETRO	CTR		NR x Z	F ₁ x Z
	E x Z	Z x Z	Z x EZ	E x EZ	Z x EZ		
Peso a pasto							
Nascimento	109	106	120	136	131	108	108
Desmama	113	106	115	135	129	111	105
Ano	119	105	116			106	
Sobreano	119	106	107			109	103
Dois anos	124	108					
Confinamento							
Peso de abate	109	98	109			113	102
Ganho de peso	124	95	115			121	107
Conv. Alimentar	97		100			95	
Eficiência reprodutiva de fêmeas							
% Prenhez	155		185				
% Parição	133						
Int. de partos	85		91				
Idade 1º parto	77						
Prod. Leite	126					160	

Para as características de crescimento a pasto, as diferenças dos cruzados em relação às raças européias (dados não apresentados) são relativamente menores,

mostrando a elevada habilidade de ganho de peso dos animais de raças européias. Para as características em confinamento (peso de abate, ganho de peso, consumo de matéria seca, consumo de matéria seca / 100 kg de peso e conversão alimentar) o desempenho dos animais cruzados em relação aos puros europeus é bem variado.

TABELA 2 - Desempenho de animais cruzados F₁s ½ europeu + ½ zebu (E x Z), retrocruzados (RETRO) ¾ zebu + ¼ europeu (Z x EZ; filhos de vacas F₁s) e cruzados filhos de touros de novas raças com vacas zebus (NR x Z) em relação aos puros zebuínos (Nelore = 100), para características de carcaça (PC = peso; RC = rendimento; TR = traseiro; DI = dianteiro; AOL = área do olho de lombo; EG = espessura de gordura)

Característica	F ₁ s	RETRO	NR x Z
	E x Z	Z x EZ	
PC			
RC	100	102	99
TR	101		100
DI	99		98
AOL	123		117
EG	69		74

Os resultados dos trabalhos de pesquisa em cruzamentos no Brasil permitem concluir que:

- 1) Os animais cruzados são, em geral, superiores aos puros para características de crescimento a pasto e em confinamento, mas não para características de carcaça;
- 2) As fêmeas cruzadas são superiores às fêmeas puras para algumas características reprodutivas e produzem bezerros mais pesados do que os puros quando retrocruzadas ou cruzadas com touros de uma terceira raça. Este fato sugere a manutenção dessas fêmeas no sistema de produção, visando elevar a taxa de desmama. Elas são, entretanto, mais pesadas, sugerindo maior exigência alimentar para manutenção, o que pode se tornar um fator altamente desfavorável, dependendo das condições de criação.
- 3) Os touros F₁s e de novas raças são uma boa opção para cruzamento comercial, naquelas situações em que a inseminação artificial não é utilizada e o uso do touro puro de raça européia não é viável.

É importante frisar que os resultados acima apresentados são baseados em trabalhos feitos em fases isoladas do sistema de produção, nunca levando em conta o

sistema como um todo. Uma avaliação mais precisa levaria em conta todas as fases do sistema, como cria, recria e terminação, avaliando-se também todos os grupos genéticos envolvidos no sistema.

4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DO CRUZAMENTO ENTRE RAÇAS

Vários sistemas de cruzamento podem ser utilizados pelo produtor de carne bovina: cruzamento de duas, três ou mais raças, cruzamento terminal ou rotacional, cruzamento absorvente, etc. Esses sistemas resultam em diferentes graus de heterose (vigor híbrido), possuem vantagens e desvantagens e a sua escolha dependerá dos objetivos do programa de cruzamentos, das raças envolvidas e das condições de manejo, ambiente, mercado, comercialização, da propriedade e do próprio produtor.

Mas, se o cruzamento entre raças é tão bom, porque ainda é pouco utilizado? Na Tabela 3 são apresentadas algumas restrições e oportunidades do ponto de vista genético de alguns sistemas de produção.

Entretanto, as maiores limitações ao uso do cruzamento entre raças são as restrições de manejo. Na Tabela 4 são apresentadas algumas restrições de manejo de acordo com o sistema de cruzamento. Uma das maiores limitações de certos sistemas de cruzamento nas regiões de clima tropical é a utilização da monta natural com touros puros de raças européias. Outra grande restrição diz respeito à produção de animais de diferentes genótipos em diferentes gerações o que pode comprometer o manejo das vacas ou a venda dos bezerras. Algumas destas restrições podem ser superadas com o uso de touros cruzados ou de novas raças ou com sistemas alternativos (raças compostas, múltiplas raças de touro, rotacionado de touro). Verifica-se, portanto, que a escolha do sistema de cruzamento vai depender muito das condições de organização da propriedade.

Um outro fator importantíssimo na utilização de cruzamentos é a escolha das raças a serem cruzadas. As raças podem ser classificadas pelo tamanho (pequenas, médias e grandes), pela produção de leite (baixa, média e elevada) e pela musculatura (fina, média e grossa) (BARBOSA, 1995). As raças são ainda diferentes quanto à adaptação ao clima, resistência a parasitos, taxa de crescimento, habilidade materna, eficiência reprodutiva, acabamento de carcaça, peso de abate, gordura na carcaça, exigência nutricional, etc. Portanto, neste aspecto, o ambiente torna-se fundamental.

Tabela 3 - Restrições e oportunidades do ponto de vista genético de diferentes sistemas de cruzamentos

			% de heterozigose individual para o rebanho			
			% de heterozigose materna para o rebanho			
			% de vacas para produzir bezerros para abate			
			% de vacas para produzir novilhas de reposição			
	Requer raças semelhantes em tamanho e habilidade leiteira		↓	↓	↓	↓
	Permite usar raças de diferentes aptidões individuais e maternas		↓	↓	↓	↓
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
ROTACIONADO COMPLETO						
2 RAÇAS	N	S	0	100	67	67
3 RAÇAS	N	S	0	100	86	86
ROTACIONADO DE TOURO						
2 RAÇAS	N	S	0	100	54	54
3 RAÇAS	N	S	0	100	74	74
MÚLTIPLAS RAÇAS DE TOURO						
2 RAÇAS	N	S	0	86	50	50
3 RAÇAS	N	S	0	86	67	67
COMPOSTOS						
2 RAÇAS (1/2, 1/2)	N	N	0	100	50	50
2 RAÇAS (3/8, 5/8)	N	N	0	100	47	47
3 RAÇAS (1/2, 1/4, 1/4)	N	N	0	100	67	67
4 RAÇAS (1/4, 1/4, 1/4, 1/4)	N	N	0	100	75	75
TOURO TERMINAL						
VACA PURA	S	N	35	65	0	65
VACA PURA COMPRADA	S	N	0	100	0	100
VACA F ₁ **	S	N	35	65	65	100
VACA F ₁ COMPRADA	S	N	0	100	100	100
TOURO DE RAÇA COMPOSTA (5/8)						
ROTACIONADO	N	S	0	100	45	45
TERMINAL**	S	N	0	100	0	62
TOURO F₁						
ROTACIONADO	N	S	0	100	42	42
TERMINAL**	S	N	0	100	0	50

* Adaptado de Bennett (1989).

** Compra das vacas puras. Todos os sistemas assumem a compra de touros

TREMATORE et al. (1996) isto ficou evidenciado. Apesar dos efeitos aditivo direto e heteróticos individual e materno terem sido altos e positivos, o efeito aditivo materno foi alto e negativo, indicando que quanto maior a percentagem de Charolês na vaca, menor o peso à desmama do bezerro, independentemente de sua constituição genética. É possível que as fêmeas cruzadas Charolês - Nelore não tenham, na região onde se desenvolveu o trabalho, condições de ambiente (clima, disponibilidade de forragens, etc.) suficientes para que elas expressassem todo seu potencial materno. Essas condições podem piorar ainda mais o desempenho dos sistemas se tiverem efeito negativo sobre a eficiência reprodutiva das fêmeas cruzadas de grande porte. E isto é

esperado. Resultados de pesquisa no Brasil têm mostrado que as fêmeas cruzadas normalmente produzem bezerros mais pesados mas, por serem também mais pesadas, nem sempre são mais eficientes em termos de quilogramas de bezerro/quilograma de peso vivo.

Tabela 4 - Restrições de manejo de acordo com o sistema de cruzamento

	Exige o uso da inseminação artificial ou manejo especial de touro				
	Bezerros podem variar de genótipo				
	Vacas podem ter diferentes tamanhos				
	Número mínimo de pastos				
	Número mínimo de touros				
	↓	↓	↓	↓	↓
ROTACIONADO COMPLETO					
2 RAÇAS	2	2	S	S	S
3 RAÇAS	3	3	S	S	S
ROTACIONADO DE TOURO					
2 RAÇAS	1	1	S	S	S
3 RAÇAS	1	1	S	S	S
MÚLTIPLAS RAÇAS DE TOURO					
2 RAÇAS	2	1	S	S	S
3 RAÇAS	3	1	S	S	S
COMPOSTOS					
2 RAÇAS (1/2,1/2)	1	1	N	N	N
2 RAÇAS (3/8,5/8)	1	1	N	N	N
3 RAÇAS (1/2,1/4,1/4)	1	1	N	N	N
4 RAÇAS (1/4,1/4,1/4, 1/4)	1	1	N	N	N
TOURO TERMINAL					
VACA PURA	2	2	N	S	S
VACA PURA COMPRADA	1	1	N	N	S
VACA F ₁	3	3	S	S	S
VACA F ₁ COMPRADA	1	1	N	N	S
TOURO DE RAÇA COMPOSTA					
ROTACIONADO	2	2	S	S	N
TERMINAL	1	1	N	N	N
TOURO F ₁					
ROTACIONADO	2	2	S	S	N
TERMINAL	1	1	N	N	N

* Adaptado de Bennett (1989)

A utilização da fêmea cruzada pode contribuir para aumentar a produtividade dos sistemas de produção. Portanto, o tamanho desse animal é de especial importância. Raças continentais têm sido muito utilizadas em cruzamentos comerciais. Essas raças, são, normalmente, de grande porte e, portanto, exigentes nutricionalmente e tardias em termos de deposição de gordura. Nas regiões de clima tropical, as pastagens são formadas predominantemente por gramíneas tropicais, as temperaturas são elevadas, a radiação solar é elevada, os solos são mais pobres, há grande infestação de parasitos e

flutuação sazonal na produção de forragem. Tudo isso pode contribuir para menor eficiência da fêmea cruzada, se ela for de tamanho grande. ALENCAR et al. (1997 e 1999) e BORBA (1999) observaram tendência de aumento no peso da vaca ao parto, com o aumento da proporção da raça européia continental na vaca. No trabalho de

Outro ponto importante na escolha das raças é o objetivo do programa de cruzamentos. Produzir carne gorda ou carne magra? Produzir bovino jovem? A carcaça de um animal abatido deve possuir um mínimo de gordura para manter suas qualidades (maciez, suculência, cor, etc.) durante o resfriamento. As diferentes raças possuem taxas de maturação diferentes. As raças grandes, tardias, apresentam menor taxa de maturação, ou seja, crescem mais por mais tempo, o mesmo acontecendo com os animais resultantes dos seus cruzamentos. BARBOSA (1995) utilizando os resultados de confinamento no Brasil obteve os seguintes coeficientes de regressão da espessura de gordura sobre o peso da carcaça: 0,58; 0,14; 0,25; 0,36; e 0,10 mm/arroba no peso da carcaça, para animais puros de raças britânicas, continentais e zebuínas, e animais cruzados de raças britânicas e continentais com raças zebuínas, respectivamente. Estes resultados mostram claramente que os animais puros ou cruzados de raças britânicas atingem a terminação a um peso menor do que os de raças continentais. Segundo CRUZ et al. (1995 e 1996), o peso de abate de animais cruzados Canchim x Nelore, para obtenção do novilho precoce entre 15 e 18 meses de idade, foi de 440 kg, para animais terminados em confinamento de 90 dias com dieta de alta densidade energética. Para os grupos genéticos Blonde d'Aquitaine x Nelore, Piemontês x Nelore e Limousin x Nelore, o peso ótimo de abate parece estar acima de 480 kg.

Outro ponto importante a ser considerado é que o cruzamento não substitui a seleção e o manejo adequado dos animais. Quanto melhores forem os animais a serem cruzados, melhores são os animais cruzados.

5. NECESSIDADES DE PESQUISA

Os trabalhos de pesquisa em cruzamento no Brasil normalmente não levam em conta o sistema de produção como um todo. Geralmente fases (cria, recria e acabamento) isoladas do sistema são consideradas. Além disto não se considera o sistema de cruzamentos como um todo. Apenas determinados grupos genéticos são estudados e isoladamente (crescimento de animais F_1 s, idade ao parto de fêmeas cruzadas, etc.). Desta maneira, a eficiência biológica dos sistemas de cruzamento não pode ser avaliada. Normalmente não há avaliação econômica dos sistemas de

cruzamento. O que se faz costumeiramente é a avaliação econômica do desempenho de animais cruzados em confinamento. Portanto, para que a utilização de cruzamentos seja viabilizada, alguns pontos de importância para a pesquisa, no sentido de produzir subsídios para os produtores, são listados a seguir:

- 1) Avaliar, biológica e economicamente, diferentes sistemas de cruzamento, considerando todas as fases dos sistemas, em condições de ambiente e manejo bem definidas e monitoradas;
- 2) Avaliar sistemas de cruzamentos alternativos àqueles normalmente preconizados;
- 3) Estudar a viabilidade de utilização de touros cruzados, principalmente no que diz respeito à eficiência reprodutiva;
- 4) Estudar a viabilidade de formação de novas raças, principalmente no que diz respeito à características de adaptação, eficiência reprodutiva, crescimento e qualidade da carne; e
- 5) Utilizar as informações geradas na simulação de sistemas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cruzamento entre raças pode e vai ser cada vez mais usado para aumentar a produtividade dos sistemas de produção de carne bovina no País. Entretanto, é necessário que haja avaliação econômica dos sistemas de produção envolvendo o cruzamentos entre raças. Além disso, precisa-se determinar com precisão os efeitos aditivos e não-aditivos para as várias raças, características e tipos de ambiente e manejo, para que o produtor possa delinear seus programas de cruzamento com maior segurança. É preciso, também, que o produtor entenda que o cruzamento não substitui o manejo adequado, e que o aumento da produtividade dos sistemas depende de outros fatores que devem ser também aprimorados. O cruzamento não dispensa a seleção; é necessário que os criadores de gado puro selecionem para aquelas características de elevada herdabilidade, para que os produtores comerciais possam cruzar animais superiores e tenham, também, as vantagens da heterose. É necessário também que o produtor conheça as vantagens e limitações dos vários sistemas de cruzamentos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, M.M. Utilização de cruzamentos para a produção de carne bovina. 1997 In: BARBOSA, P.F.; BARBOSA, R.T.; ESTEVES, S.N. ed. *Intensificação da bovinocultura de corte: estratégias de melhoramento genético animal*. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1997. p.63-79. (EMBRAPA-CPPSE. Documentos, 25)
- ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, J.A.L.; ALMEIDA, M.A. Idade ao primeiro parto, peso ao parto e desempenho produtivo de vacas Nelore e cruzadas Charolês x Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, 1999. (no prelo).
- ALENCAR, M.M.; TREMATORE, R.L.; ALMEIDA, M.A.; BARBOSA, P.F.; Desempenho produtivo de vacas da raça Nelore e cruzadas Charolês x Nelore, Limousin x Nelore e Tabapuã x Gir. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26,n.3, p.461-466, 1997.
- BARBOSA, P.F. Cruzamentos para obtenção do novilho precoce, In: **Encontro Nacional sobre Novilho Precoce**, 1995, Campinas: CATI, 1995, p.75-92.
- BARBOSA, P.F. Cruzamentos para produção de carne bovina no Brasil. In: *Bovino cultura de Corte*. Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 1-45. Piracicaba: FEALQ, 146 p., 1990.
- BORBA, L.H.F. *Idade ao primeiro parto e características de crescimento de animais cruzados Blonde D'Aquitaine x Zebu*. Jaboticabal, SP: FCAV, 1999. 82p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/ UNESP, 1999.
- BENNETT, G.L. Alternative crossbreeding systems. In: *A SEMINAR ON APPLIED ANIMAL BREEDING*, Hastings, NE, 1989.
- CRUZ, G.M., TULLIO, R.R., ESTEVES, S.N., ALENCAR, M.M., NOVAES, A . P. Peso ótimo de abate de machos cruzados para produção do bovino jovem. II. Espessura de gordura externa e cortes do traseiro especial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1996, Brasília, *Anais...* Brasília: SBZ, 1995, p.225-227.
- CRUZ, G.M., TULLIO, R.R., ESTEVES, S.N., ALENCAR, M.M., OLIVEIRA, M.C.S. Espessura de gordura externa e cortes do traseiro especial de machos cruzados abatidos com diferentes pesos, para produção do bovino jovem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza, *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996, v.1, p.450-452.
- NOTTER, D.R. The crossbred sire: theory. *Journal of Animal Science*, v.65, n.1, p.99-109, 1987.
- TREMATORE, R.L., ALENCAR, M.M., BARBOSA, P.F., OLIVEIRA, J.A.L. Estimativas de efeitos aditivos e heteróticos para características de crescimento em bovinos Charolês-Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza, *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996, v.1, p.214-216.