

SISTEMAS DE CRUZAMENTO PARA PRODUÇÃO DE NOVILHOS PRECOSES EM CONFINAMENTO

Pedro Franklin Barbosa

A produção de carne bovina (P) é o resultado da utilização dos recursos genéticos (G) e ambientais (A) disponíveis e das práticas de manejo (M) adotadas, bem como das interações (G x A, G x M, A x M) entre os componentes causais do componente observado (P), isto é, $P = G + A + (G \times A + G \times M + A \times M)$. Portanto, há várias maneiras de se combinar os recursos disponíveis e as práticas de manejo, o que, por sua vez, dá origem aos diferentes sistemas de produção de carne bovina. Em geral, os sistemas mais eficientes são aqueles que otimizam a utilização tanto dos recursos genéticos (raças, linhagens, cruzamentos, sexo dos animais, etc.) e ambientais (clima, solo), quanto das práticas de manejo (criação em regime de pasto, semi-confinamento, confinamento, estação de monta, etc.).

O conceito de novilho precoce foi estabelecido pela Associação Brasileira do Novilho Precoce (ABNP), com base em três características: 1) peso da carcaça (mais de 200 kg, para novilhos e machos não-castrados, e mais de 180 kg para fêmeas); 2) idade do animal (até 2 dentes definitivos, para novilhos e fêmeas, e zero dente - "dentição de leite" - para machos não-castrados); e 3) grau de acabamento da carcaça (3 a 10 milímetros de espessura da camada de gordura na altura da 12ª costela). Em 1995, a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo instituiu o Programa de Carne Qualificada (Novilho Precoce), estabelecendo dois níveis de incentivo

financeiro (redução de 25% e 50% do ICMS) aos produtores e elevando a exigência quanto ao peso mínimo da carcaça de novilhos e machos não-castrados para 225 kg; a idade de abate também foi aumentada para 2,5 anos (4 dentes incisivos permanentes) no menor nível de redução do ICMS. Além disso, o Programa de Carne Qualificada prevê a identificação dos animais que apresentem os pesos mínimos de carcaça e boa conformação em três categorias: 1) Precoce Extra - 0 dente; 2) Precoce Superior - 2 dentes; 3) Precoce - 4 dentes.

Os objetivos deste trabalho são: 1) discutir alguns conceitos sobre os tipos biológicos de bovinos de corte; 2) apresentar uma síntese dos resultados obtidos no Brasil sobre o desempenho de animais cruzados em regime de confinamento; e 3) discutir alguns aspectos da utilização de sistemas de cruzamento para produção de novilhos precoces em regime de confinamento, particularmente quanto às três características em que se fundamenta a classificação dos animais (peso da carcaça, idade de abate e grau de acabamento).

TIPOS BIOLÓGICOS

Vários tipos de bovinos podem ser criados para a produção de novilhos precoces. No entanto, é preciso reconhecer que as relações de natureza genética entre as características de crescimento dos animais e dos tecidos da

**"Vários tipos de bovinos
podem ser criados para a
produção de novilhos
precoces."**



REPRODUÇÃO

carcaça determinam a existência de apenas alguns tipos biológicos. Quanto ao tamanho à maturidade (idade adulta), por exemplo, os diferentes tipos de bovinos podem ser classificados em pequeno, médio e grande. Do mesmo modo, quanto ao grau de musculatura, os animais podem ser classificados em um dos três seguintes tipos de musculatura: grossa, moderada e fina.

Embora exista variação quanto ao tipo de musculatura entre animais de uma mesma raça, a combinação desses dois critérios de classificação permite a determinação dos tipos biológicos disponíveis para obtenção de novilhos de corte (Tabela 1).

Os dois critérios de classificação proporcionam um sistema útil para a determinação do tipo biológico. As raças de tamanho grande e musculatura grossa têm taxas de crescimento maiores (maior ganho de peso por dia), mas são mais tardias quanto à habilidade para acumular o mínimo necessário de gordura na carcaça. As raças de tamanho pequeno e musculatura moderada, por outro lado, têm menores taxas de crescimento absoluto, mas são mais precoces em termos de acabamento da carcaça, isto é, têm maior habilidade para deposição de gordura na carcaça do que as de tamanho grande.

Trabalhos de pesquisa mostram que a correlação genética entre o peso à maturidade (idade adulta) e a taxa de maturação (tempo que o animal leva para atingir o tamanho à maturidade) é negativa. Isto indica que os animais com potencial genético para maior tamanho à maturidade demoram mais tempo para atingir um mesmo grau de maturidade, se comparados com animais de menor potencial genético para tamanho à maturidade. Essa relação entre tamanho na idade adulta e grau de maturidade tem conseqüências importantes no peso de abate e na composição da carcaça, como será visto mais adiante, e portanto na escolha dos tipos biológicos a serem utilizados em sistemas de cruzamento para produção de novilhos precoces.

CURVAS DE CRESCIMENTO

Os bovinos crescem em tamanho até os 7 anos de idade ou mais, mas grande parte do

Tabela 1 - Classificação de algumas raças de bovinos

Tamanho à maturidade (idade adulta)	Grau de Musculatura		
	Grossa	Moderada	Fina
Pequeno		Angus Gr Murray Grey Red Angus Senepol Sussex Tarentaise	Gir Leiteiro Guernsey Jersey Fringueiras Red Poll Sohwal
Médio	Belgian Blue Gelbvieh Limousin Piemontês Pinzgauer Red & White Beef	Brahman Brangus-Ibogé Candim Devon Guzerá Hereford Nelore Normando Pompiano-Braford Sta. Gertrudis Tabapuã	Ayrshire Caracu Hays Converter Lincoln Red Shorthorn Shorthorn Leiteiro Wash Block
Grande	Blonde d' Aquitaine Charolês Chianina Fleischschaff Maine-Anjou Marchigiana	Holandês Frísio Indubrasil Pardo-Suço Romagnola Simental	Holandês Americano South Devon

Fonte: Adaptado de MINISH e FOX (1982).

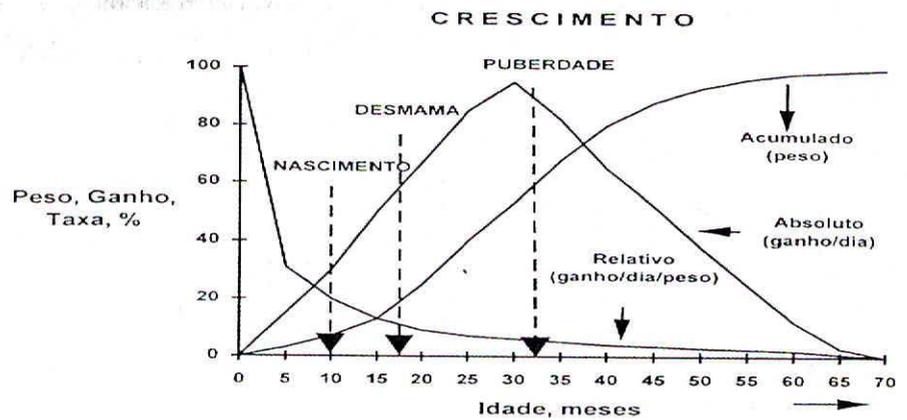
desenvolvimento muscular estará completo aos 2 anos de idade, aproximadamente, dependendo do tipo biológico (Tabela 1). A Figura 1 mostra as funções usadas para descrever o crescimento dos animais. Cada função é discutida de maneira resumida a seguir, com o objetivo de esclarecer alguns pontos importantes quanto ao peso e a idade de abate.

A curva do crescimento acumulado (peso por idade) é a mais utilizada e a menos informativa sobre as diferenças entre os tipos biológicos quanto à maturidade e à composição corporal. A curva do crescimento absoluto (ganho de peso/dia) já é mais informativa. Na Figura 1 observa-se, por exemplo, que há um ponto onde o ganho de peso/dia é máximo e que esse ponto ocorre um pouco antes da puberdade dos animais. Esse ponto pode ser útil na determinação do peso e da idade de abate para a obtenção de maior eficiência na utilização dos alimentos. A curva de crescimento relativo (ganho de peso/dia/peso vivo), por outro lado, mostra que os animais são

“...a relação entre tamanho na idade adulta e grau de maturidade tem conseqüências importantes no peso de abate...”

REPRODUÇÃO

Figura 1 - Funções descritivas do crescimento de bovinos.



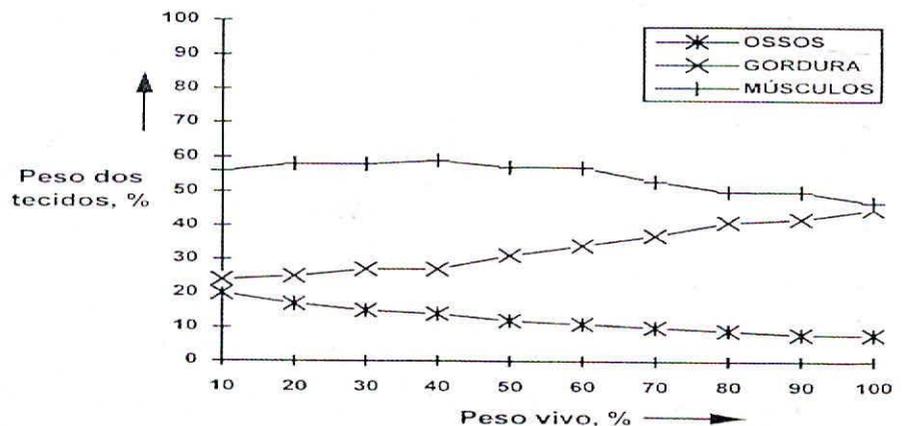
cada vez menos eficientes à medida que aumenta a sua idade; daí a grande importância que o fator idade de abate assume na produção de novilhos precoces.

Os três principais tecidos da carcaça são os músculos, os ossos e a gordura. Esses tecidos são depositados na carcaça com taxas de crescimento diferentes de acordo com o peso e a idade do animal (Figura 2). Observa-se que a taxa de deposição de gordura aumenta a partir do ponto em que a maior parte do crescimento muscular tenha sido completada. A partir daí, a maior parte dos alimentos fornecidos ao animal será convertida em gordura e, além disso, grande parte dessa gordura não será depositada dentro dos músculos (gordura intramuscular), mas entre os músculos (gordura intermuscular), debaixo do couro (gordura subcutânea) e ao redor dos órgãos (rins, coração), na cavidade pélvica e na parede abdominal (gordura interna).

Do ponto de vista genético, a taxa de maturação é o fator mais importante na regulação da quantidade de deposição de gordura até a maturidade fisiológica do animal, porque há maior variação genética nessa característica do que no tamanho à maturidade. Portanto, a forma da curva de crescimento está diretamente relacionada com a taxa de deposição de gordura. A Figura 3 mostra quatro tipos de curvas de crescimento, cujas características principais são resumidas na Tabela 2.

A curva do tipo II representa o padrão de crescimento dos animais de maturação precoce e de tamanho pequeno, enquanto que a curva do tipo IV é representativa dos animais de ganho de peso elevado em termos absolutos (não confundir com maturação precoce) e de tamanho grande. As curvas dos tipos I e III caracterizam o padrão de crescimento de animais de maturação tardia e de tamanho pequeno (I) e grande (III), respectivamente.

Figura 2 - Curvas de crescimento dos principais tecidos da carcaça de bovinos.



“Do ponto de vista genético, a taxa de maturação é o fator mais importante na regulação da quantidade de deposição de gordura...”

REPRODUÇÃO

Figura 3 - Curvas de crescimento de diferentes tipos biológicos de bovinos, em função do tamanho à maturidade e da taxa de maturação.

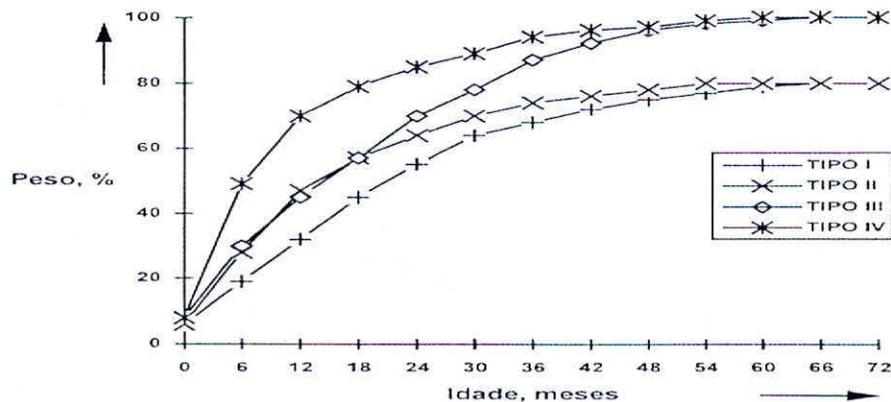


Tabela 2 - Características principais de quatro tipos de curvas de crescimento de bovinos

Tipo	Tamanho à maturidade	Taxa de maturação
I	Pequeno	Tardia
II	Pequeno	Precoce
III	Grande	Tardia
IV	Grande	Rápida

Fonte: Adaptado de BROWN et al. (1972).

Como exemplos dos quatro tipos básicos de maturidade (Tabela 2), podem ser citadas as raças Gir (Tipo I), Angus (Tipo II), Indubrasil (Tipo III), e Charolês (Tipo IV).

Os produtos de cruzamento classificam-se como intermediários entre os tipos de curvas de crescimento das respectivas raças paternas. O sistema usado para classificação das raças (Tabela 1) leva em consideração a maior parte das diferenças entre elas quanto ao tamanho à maturidade (tamanho da estrutura corporal) e à taxa de maturação (grau de musculatura); outra parte das diferenças é devida ao sexo do animal.

Outro fator que influencia a taxa de deposição de gordura na carcaça é o sexo do animal. Em cada tipo biológico (Tabela 1), e sob boas condições de alimentação e manejo, as novilhas tornam-se fisiologicamente maduras cerca de três meses mais cedo que os novilhos. Estes, por sua vez, estão maduros três meses antes dos machos não-castrados. Isto indica que há necessidade de se estabelecer pesos de abate de acordo com o tamanho da estrutura corporal, o grau de musculatura e o sexo do animal, como será visto a seguir.

TAMANHO DA ESTRUTURA CORPORAL

O peso de um animal numa determinada idade é uma medida objetiva do seu tamanho naquela idade, mas não diz quase nada sobre a sua composição corporal (proporções de músculo, gordura e osso). Em anos recentes, devido a esse problema na avaliação de animais, a Federação de Melhoramento de Bovinos de Corte dos Estados Unidos resolveu recomendar a utilização do tamanho da estrutura corporal como uma medida auxiliar às características de crescimento (pesos por idade) na descrição dos diferentes tipos biológicos de bovinos de corte.

A determinação do tamanho da estrutura corporal é feita com base na altura do animal medida no posterior (anca). Para animais criados em boas condições de alimentação e manejo, o tamanho da estrutura corporal pode ser determinado com base nos valores apresentados na Tabela 3. Os valores são preliminares porque não se dispõe de dados obtidos nas nossas condições de

“Os produtos de cruzamento classificam-se como intermediários entre os tipos de curvas de crescimento das respectivas raças paternas.”

REPRODUÇÃO

Tabela 3 - Determinação do tamanho da estrutura corporal em bovinos, através da altura na anca (em centímetros), de acordo com a idade e o sexo do animal

Tamanho da Estrutura Corporal	Idade, meses			
	7	12	18	24
	Machos			
Pequeno	91-106	104-118	113-127	122-137
Médio	107-121	119-133	128-142	138-152
Grande	122-133	134-145	143-153	153-163
	Fêmeas			
Pequeno	89-104	99-113	106-120	113-127
Médio	105-119	114-128	121-135	128-142
Grande	120-131	129-140	136-146	143-153

Fonte: Adaptado da BEEF IMPROVEMENT FEDERATION (1990).

produção e para as raças de bovinos criadas no País.

A composição corporal varia em função do peso, da idade, do sexo e do tamanho da estrutura corporal do animal. Como o novilho moderno deve produzir uma carcaça com mais de 225 kg, idade de abate de aproximadamente 24 meses e, ainda, apresentar até 10 milímetros de espessura na camada de gordura subcutânea, estas características devem ser usadas na determinação do peso ideal de abate.

Os pesos nos quais os animais de diferentes tamanhos da estrutura corporal (Tabela 3) têm composição corporal e exigências nutricionais semelhantes são mostrados na Tabela 4. Para facilitar o entendimento, os tamanhos 1, 2 e 3 foram agrupados em uma classe (pequeno), os tamanhos 4, 5 e 6 em outra classe (médio) e os tamanhos 7, 8 e 9 numa terceira classe (grande). Assim, na mesma coluna de composição corporal, os animais do mesmo sexo têm exigências nutricionais semelhantes para a mesma taxa de ganho de peso, embora os seus pesos variem de acordo com o tamanho da estrutura corporal. Na primeira coluna, por exemplo, observa-se que machos não-castrados de tamanho pequeno, com peso de 230 kg, são semelhantes (quanto à composição corporal e às exigências nutricionais para ganho de peso) aos machos não-castrados de tamanho médio e 270 kg de peso vivo. Os valores da Tabela 4 referem-se ao peso vivo obtido após jejum de 12 horas.

Com base nos resultados de vários trabalhos de pesquisa realizados nos países desenvolvidos, onde a produção de carne é feita principalmente em

confinamento e com bovinos jovens (até 24 meses de idade), foi possível estabelecer o peso de abate dos animais com a composição da carcaça desejada pelo mercado. O peso de abate, com a mesma espessura da camada de gordura na 12ª costela varia de acordo com o tamanho da estrutura corporal, o grau de musculatura e o sexo do animal.

Quanto à composição corporal (Tabela 4), observa-se que há uma relação inversa entre as percentagens de gordura e proteína. À medida que os animais de um mesmo tamanho da estrutura corporal aumentam em peso, a percentagem de gordura também aumenta, enquanto a de proteína diminui. Por outro lado, animais de pesos e tamanhos diferentes, mas do mesmo sexo, têm a mesma composição corporal. Esses aspectos são importantes para a determinação das técnicas de manejo, do peso e da idade de abate.

PESO E IDADE DE ABATE

Os pesos aproximados de abate para a obtenção de novilhos precoces, isto é, com acabamento de carcaça de até 10 mm de espessura de gordura na altura da 12ª costela, são apresentados na Tabela 5, de acordo com o tamanho da estrutura corporal e o sexo do animal. Os valores são aproximados e referem-se aos pesos vivos obtidos após jejum de 12 horas. Se a pesagem dos animais for feita na propriedade, sem jejum prévio, deve-se acrescentar 10% aos valores da Tabela 5.

Os pesos de abate foram estimados com base na porcentagem de gordura interna (até 3% do peso da carcaça) e nas

“Assim, na mesma coluna de composição corporal, os animais do mesmo sexo têm exigências nutricionais semelhantes...”

REPRODUÇÃO

Tabela 4 - Pesos corporais nos quais os animais em crescimento, de diferentes tamanhos da estrutura corporal, têm composição corporal e exigências nutricionais semelhantes

Item/Tamanho				Composição Corporal, %			
Gordura	14,9	17,2	19,5	21,8	24,2	26,5	28,8
Proteína	19,5	19,1	18,6	18,1	17,6	17,1	16,5
Machos Não-castrados							
Pequeno	230	275	325	370	415	465	510
Médio	270	325	380	435	490	545	600
Grande	310	375	440	500	565	625	690
Machos Castrados (Novilhos)							
Pequeno	195	230	270	310	350	385	425
Médio	225	270	320	365	410	455	500
Grande	260	315	365	420	470	520	575
Novilhas							
Pequeno	155	185	220	245	275	310	340
Médio	180	220	255	290	325	365	400
Grande	210	250	290	335	375	420	460

Fonte: Adaptado de MINISH & FOX (1982).

proporções desta com as gorduras subcutânea e intermuscular (inclui a gordura intramuscular). Para que a carcaça obtida seja bem classificada, independente do critério utilizado, estima-se que o total de gordura do animal não deve ultrapassar 25% do peso da carcaça. Considerando que o rendimento de carcaça de novilhos jovens (até 24 meses de idade) é de 55% em média, pode-se observar na Tabela 5 que a maioria dos animais dos diferentes tipos biológicos têm potencial para a produção de carcaças que se enquadram na classificação do novilhos precoces, desde que sejam alimentados adequadamente nas fases pré e pós-desmama, para atingir o peso de abate na idade e na composição corporal desejáveis. As exceções à esta conclusão são os novilhos (machos castrados) e as novilhas de tamanho pequeno (Tabela 5).

A idade de abate depende basicamente de dois fatores de manejo: o peso à desmama e o ganho de peso após a

desmama. Na Tabela 6 são apresentadas as idades em que machos castrados atingem os pesos de abate mostrados na Tabela 5, em função do peso à desmama e do ganho de peso diário pós-desmama dos animais de tamanho pequeno, médio e grande.

Para efeito de comparação, na Tabela 6 são mostrados o ganho de peso pós-desmama obtido em regime de pasto no Brasil (0,2 kg/dia/cabeça) e as respectivas idades em que os animais devem ser abatidos para atingir os pesos apresentados na Tabela 5. Deve-se lembrar que os ganhos de peso pós-desmama são médias dos ganhos dos 8 meses até a respectiva idade de abate; é pouco provável que médias maiores que 1,2 kg/dia sejam obtidas em condições normais de produção (pastagens de boa qualidade na fase de recria e dietas de alta densidade na fase de confinamento) e, por isso, não foram incluídas na Tabela 6.

Para animais de tamanho pequeno, observa-se que a idade de abate pode variar de 14 a 51 meses, dependendo do

Tabela 5 - Pesos de abate (kg de peso vivo), para a obtenção de carcaças com até 10 milímetros de gordura de cobertura na 12ª costela, de acordo com o tamanho da estrutura corporal e o sexo do animal

Tamanho da Estrutura Corporal	Sexo do Animal		
	Machos	Novilhos	Novilhas
Pequeno	440	400	360
Médio	500	450	410
Grande	575	525	475

“A idade de abate depende basicamente de dois fatores de manejo: o peso à desmama e o ganho de peso após a desmama.”

REPRODUÇÃO

Tabela 6 - Idade de abate (em meses) de machos castrados (novilhos), de acordo com o peso à desmama (8 meses de idade) e ganho de peso após a desmama

Peso à Desmama, kg	Ganho de peso pós-desmama, kg/dia					
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
	Tamanho Pequeno					
140	51,0	30,0	22,0	19,0	17,0	15,2
160	48,0	28,0	21,0	18,0	16,0	15,0
180	45,0	26,0	20,0	17,0	15,5	14,5
200	41,0	25,0	19,0	16,0	15,0	14,0
	Tamanho Médio					
160	56,0	32,0	24,0	20,0	17,6	16,0
180	53,0	30,0	23,0	19,0	17,0	15,5
200	50,0	29,0	22,0	18,0	16,3	15,0
220	46,0	27,0	21,0	17,5	16,0	14,5
240	43,0	26,0	20,0	17,0	15,0	14,0
	Tamanho Grande					
180	65,5	36,8	27,2	22,4	19,5	17,6
200	62,2	35,1	26,1	21,5	18,8	17,0
220	58,8	33,4	24,9	20,7	18,2	16,5
240	55,5	31,8	23,7	19,9	17,5	15,9

peso à desmama e do ganho de peso diário pós-desmama. A idade de abate dos animais de tamanho grande, por outro lado, varia de 15,9 a 65,5 meses, indicando que para esse tipo de animal o ganho de peso pós-desmama não pode ser menor que 0,6 kg/dia, em média, para que seja obtido o peso de abate na idade estabelecida pelo programas de novilhos precoces. Animais de tamanho médio, com baixo peso à desmama (menos de 160 kg) e menos de 0,4 kg/dia de ganho pós-desmama, também não são capazes de produzir carcaças classificadas como sendo de novilhos precoces. Portanto, recomenda-se que a taxa de ganho de peso pós-desmama não seja inferior a 0,5 kg/dia, em média, para novilhos de tamanho médio.

A fase pós-desmama inclui a recria, que geralmente é feita em regime de pastagens, com duração variável de 8 a 12 meses, e a terminação em regime de confinamento, com duração aproximada de 4 meses. Para animais de tamanho médio, admitindo-se que a desmama ocorra em abril aos 8 meses de idade, com 180 kg de peso vivo, e que o ganho de peso na recria durante 12 meses (abril até março do ano seguinte) seja de 0,4 kg/dia, então pode-se estimar o ganho de peso diário em regime de confinamento necessário para a obtenção de novilhos com 450 kg de peso vivo (Tabela 5) que sejam classificados como novilhos precoces. Nesse exemplo, o ganho de peso no

confinamento deve ser de 1,05 kg/dia em média, com os animais sendo abatidos aos 24 meses de idade.

Na Tabela 6, pode-se notar que não foi usada nenhuma taxa de ganho de peso maior que 1,2 kg/dia. Isto é devido ao fato de que ganhos de peso pós-desmama acima de 1,2 kg/dia ocasionam, em geral, maior taxa de deposição de gordura porque há um limite biológico na síntese de proteína. Por outro lado, esse mesmo princípio pode ser usado para antecipar a idade de abate de animais de tamanho grande; para tanto, basta fazer com que o ganho de peso ultrapasse aquele limite por um período relativamente curto de tempo.

Para facilitar o manejo, a classificação e a comercialização dos animais, tendo em vista a produção de novilhos precoces, sugere-se a separação dos animais em três grupos: machos, novilhos e novilhas.

Na fase de terminação, seja ela feita em regime de pastagens, semi-confinamento ou em confinamento, deve-se classificar os animais de cada sexo quanto ao tamanho da estrutura corporal (Tabela 3) e separá-los em três grupos: pequeno, médio e grande. Assim, o produtor terá, no máximo, nove grupos de animais, cujos pesos aproximados de abate são mostrados na Tabela 5. As idades de abate de machos (não-castrados) e de novilhas podem ser calculadas seguindo-se o mesmo raciocínio usado para elaborar a Tabela 6.

“Para facilitar o manejo, a classificação e a comercialização dos animais, tendo em vista a produção de novilhos precoces, sugere-se a separação dos animais em três grupos: machos, novilhos e novilhas.”

UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE CRUZAMENTO

Há três estratégias de utilização dos recursos genéticos bovinos para produção de carne: 1) utilização de animais da raça pura melhor adaptada ao sistema de produção- manejo-comercialização existente ou em potencial; 2) formação de novas raças, combinando características desejáveis de duas ou mais raças puras, caso a primeira estratégia não seja capaz de atender as exigências do sistema de produção-manejo- comercialização; e 3) utilização de cruzamentos, de forma permanente, sem a preocupação de formar novas raças.

As razões para a utilização de cruzamentos são: 1) aproveitar os efeitos da heterose; 2) utilizar as diferenças genéticas existentes entre as raças puras; 3) aproveitar os efeitos favoráveis da combinação de diferentes características, nos animais cruzados, que resultam das raças que são utilizadas no sistema de cruzamentos (complementaridade); e 4) dar flexibilidade aos sistemas de produção - manejo - comercialização. Os diferentes sistemas de cruzamento (rotacional, terminal e rotacional - terminal) exploram as razões de natureza genética em graus diferenciados, mas todos têm o potencial de tornar os sistemas de produção mais flexíveis, principalmente quanto ao tipo de produto requerido pelo mercado, em prazos relativamente curtos, quando comparados com as outras estratégias de utilização dos recursos genéticos. Esta vantagem talvez seja mais importante que as outras e, por sua vez, implica na adoção de um melhor manejo genético dos recursos disponíveis para obtenção de novilhos precoces.

Os resultados sobre cruzamentos no Brasil foram sumariados, em diferentes ocasiões, por BARBOSA e DUARTE (1989), BARBOSA (1990), BARBOSA e ALENCAR (1995) e BARBOSA (1998). Mais recentemente, vários resultados sobre o desempenho de animais cruzados em confinamento foram relatados na literatura. Para as características mais freqüentemente estudadas e quando os

experimentos incluíram uma população controle de animais de raça pura (tanto de *Bos taurus* quanto de *Bos indicus*), uma síntese do desempenho dos animais cruzados foi preparada por BARBOSA (1995), considerando-se aquele dos animais da raça pura como base e igual a 100. As características avaliadas foram o ganho de peso em confinamento, o peso e o rendimento de carcaça, o consumo de matéria seca, a conversão alimentar e a espessura da camada de gordura na altura da 12ª costela. Detalhes quanto ao procedimento adotado para cálculo da média e da amplitude de variação do desempenho relativo podem ser obtidos em BARBOSA e DUARTE (1989) e BARBOSA (1990).

Os resultados obtidos para o ganho de peso em confinamento são apresentados na Tabela 7. Observa-se que os animais cruzados de três raças tiveram ganho de peso superior aos F1 e retrocruzados (17,3 e 23,4 pontos percentuais, respectivamente), o que seria teoricamente esperado porque os mesmos aproveitam níveis mais elevados de heterose individual e de heterose materna (em média), das diferenças genéticas entre raças de *Bos taurus* e *Bos indicus* e, ainda, da complementaridade das raças utilizadas.

Entre os animais F1, os cruzados Europeu x Zebu e Zebu x Europeu foram, em média, 18,55 pontos percentuais superiores aos cruzados Europeu x Europeu e Zebu x Zebu, demonstrando o que já é conhecido, ou seja, a heterose é tanto maior quanto mais distintas são as raças usadas no cruzamento.

Os demais resultados (Tabela 7) também não mostram nada de diferente quanto aquilo que seria esperado. Deve-se ressaltar, no entanto, que os animais cruzados foram, em média, 21% superiores aos de raças puras quanto ao ganho de peso, o que representa uma vantagem para os sistemas de produção de novilhos precoces com animais cruzados.

Para peso e rendimento de carcaça, os resultados obtidos nesta síntese estão na Tabela 8. Observa-se, mais uma vez, para peso da carcaça a superioridade dos animais cruzados de três raças em relação aos demais grupos genéticos (33,9 pontos percentuais, em média), o que mostra a

“...a heterose é tanto maior quanto mais distintas são as raças usadas no cruzamento.”

REPRODUÇÃO

Tabela 7 - Médias (\pm erro-padrão) e amplitudes de variação do desempenho relativo de animais cruzados de raças de *Bos taurus* (E = Europeu) e de *Bos indicus* (Z = Zebu), para ganho de peso em confinamento (Z = 100; N = número de observações)

Grupos genéticos	N	Média	Amplitude
Animais F1	56	121,1 \pm 1,9	93,2-151,2
E x Z	42	122,3 \pm 2,0	93,2-151,1
Z x E	7	128,8 \pm 5,3	106,2-151,2
E x E	4	101,1 \pm 1,4	97,1-103,8
Z x Z	3	112,9 \pm 9,7	95,2-128,6
Animais retrocruzados	12	115,0 \pm 2,8	102,5-137,7
$\frac{3}{4}$ E + 1/4 Z	3	125,3 \pm 7,1	113,2-137,7
$\frac{3}{4}$ Z + 1/4 E	9	111,6 \pm 2,2	102,5-124,0
Cruzados de 3 raças	4	138,4 \pm 6,7	118,4-147,5
Total / Média Geral	72	121,0 \pm 1,6	93,2-151,2

Tabela 8 - Médias (\pm erro-padrão) e amplitudes de variação do desempenho relativo de animais cruzados de raças de *Bos taurus* (E = Europeu) e de *Bos indicus* (Z = Zebu), para peso e rendimento de carcaça (N = número de informações e Z = 100)

Grupos Genéticos	Peso da Carcaça			Rendimento de Carcaça		
	N	Média	Amplitude	N	Média	Amplitude
Animais F1	44	109,1 \pm 1,2	96,2-130,0	39	99,5 \pm 0,7	91,4-116,8
E x Z	37	110,2 \pm 1,2	96,2-130,0	33	99,4 \pm 0,7	92,0-116,8
Z x E	1	123,9	-	1	102,9	-
E x E	5	100,1 \pm 0,6	98,2-101,6	5	99,6 \pm 2,2	91,4-103,1
Z x Z	1	97,5	-	-	-	-
Retrocruzados	9	112,3 \pm 2,9	102,4-130,7	6	101,5 \pm 0,4	100,3-103,4
$\frac{3}{4}$ E + 1/4 Z	1	118,7	-	-	-	-
$\frac{3}{4}$ Z + 1/4 E	8	111,6 \pm 3,2	102,4-130,7	6	101,5 \pm 0,4	100,3-103,4
Cruzados 3 raças	4	144,6 \pm 10,9	112,1-158,0	4	106,2 \pm 2,8	97,7-109,2
Total / Média	57	112,1 \pm 1,7	96,2-158,0	49	100,3 \pm 0,6	91,4-116,8

importância de se utilizar o cruzamento rotacionado-terminal para a obtenção de animais com maiores pesos da carcaça em confinamento, embora a amplitude de variação tenha sido a maior de todas (45,9 pontos percentuais). A média da superioridade dos animais cruzados em relação aos de raças puras foi de 12,1 \pm 1,7% para peso da carcaça, praticamente a metade daquela para ganho de peso (Tabela 7).

Quanto ao rendimento de carcaça, característica de herdabilidade moderada a alta, não seria esperado que os animais cruzados apresentassem superioridade significativa em relação àqueles de raças puras (Nelore principalmente). Embora não haja superioridade dos animais cruzados na média geral de 49 estimativas (Tabela 8), os cruzados de três raças apresentaram rendimentos de carcaça de, em média, 5,7 pontos percentuais maiores que os F1 e retrocruzados. Entretanto, a média da

superioridade dos animais cruzados para rendimento de carcaça foi de apenas 0,3 \pm 0,6%, valor negligível quando comparado àqueles para ganho de peso (Tabela 7) e peso da carcaça (Tabela 8).

Os resultados obtidos para consumo de matéria seca (kg de matéria seca/kg de peso metabólico) e conversão alimentar (kg de matéria seca/kg de ganho de peso) são mostrados na Tabela 9. Os animais cruzados consumiram, em média, mais 5,8 \pm 2,0% de matéria seca por quilograma de peso metabólico (peso0,75) que os animais de raças puras, com uma amplitude de variação relativamente grande (52,2 pontos percentuais). A conversão alimentar, por sua vez, não foi diferente daquela dos animais de raças puras com base em 22 estimativas encontradas na literatura (Tabela 9). Considerando-se a média para conversão alimentar \pm 99,3 \pm 2,5), o consumo de

“Quanto ao rendimento de carcaça, característica de herdabilidade moderada a alta, não seria esperado que os animais cruzados apresentassem superioridade significativa em relação àqueles de raças puras...”

REPRODUÇÃO

Tabela 9 - Médias (\pm erro-padrão) e amplitudes de variação do desempenho relativo de animais cruzados de raças de *Bos taurus* (E = Europeu) e de *Bos indicus* (Z = Zebu), para consumo de matéria seca e conversão alimentar (N = número de informações e Z = 100)

Grupos	Consumo de Matéria Seca			Conversão Alimentar		
	N	Média	Amplitude	N	Média	Amplitude
Animais F1	29	105,9 \pm 2,1	88,8-141,0	20	98,2 \pm 2,6	80,1-130,7
E x Z	20	105,2 \pm 2,0	94,8-130,0	15	96,1 \pm 2,6	80,1-119,6
Z x E	7	111,7 \pm 6,0	95,5-141,0	5	104,6 \pm 6,7	94,0-130,7
E x E	-	-	-	-	-	-
Z x Z	2	93,2 \pm 4,4	88,8-97,6	-	-	-
Retrocruzados	2	104,0 \pm 1,3	102,7-105,3	2	110,3 \pm 2,6	107,7-112,8
$\frac{3}{4}$ E + $\frac{1}{4}$ Z	-	-	-	-	-	-
$\frac{3}{4}$ Z + $\frac{1}{4}$ E	2	104,0 \pm 1,3	102,7-105,3	2	110,3 \pm 2,6	107,7-112,8
Cruzados de 3 raças	-	-	-	-	-	-
Total/Média Geral	31	105,8 \pm 2,0	88,8-141,0	22	99,3 \pm 2,5	80,1-130,7

matéria seca dos animais cruzados, ajustado para a diferença em conversão alimentar, foi um pouco maior (6,55%). Isto reduz as vantagens dos animais cruzados quanto aos ganhos de peso e pesos da carcaça, ressaltando-se as exceções encontradas para os animais $\frac{3}{4}$ Zebu + $\frac{1}{4}$ Europeu \pm 110,3 \pm 2,6) e os cruzados Zebu x Europeu \pm 104,6 \pm 6,7), que apresentaram melhores taxas de conversão alimentar que aqueles de raças puras e os F1 Europeu x Zebu \pm 96,1 \pm 2,6).

Os resultados obtidos nesta síntese para a medida do grau de acabamento (terminação) da carcaça são mostrados na Tabela 10. Observa-se que há grande

variação nas médias do desempenho relativo dos animais quanto à espessura da camada de gordura, variando desde 63,5 \pm 4,7% (animais cruzados filhos de touros de novas raças com raças zebuínas) até 130,2 \pm 8,4% (animais cruzados de três raças), o que equivale à amplitude de 2,58 a 5,30 milímetros (Nelore = 4,07 mm aos 26 meses de idade, para animais terminados em confinamento).

A maioria dos grupos genéticos de animais cruzados apresenta espessura de gordura muito próxima ou inferior ao limite mínimo de 3 milímetros, recomendado pela Associação Brasileira do Novilho Precoces (ABNP, 1992). As exceções a esta

Tabela 10 - Médias (\pm erro-padrão) e amplitudes de variação do desempenho relativo de animais cruzados de raças de *Bos taurus* (E) e de *Bos indicus* (Z), para espessura da camada de gordura (Z = 100; N = número de informações)

Grupos genéticos	N	Espessura da camada de gordura	
		Média	Amplitude
Animais F1	35	77,8 \pm 4,9	38-167
E x Z	26	82,4 \pm 5,8	38-167
- Raças britânicas	5	112,6 \pm 19,4	46-167
- Raças continentais	21	75,2 \pm 4,5	38-127
Z x E	1	109,7	-
E x E	8	58,8 \pm 5,5	38-84
Z x Z	-	-	-
Retrocruzados	2	76,9 \pm 2,6	74-79
$\frac{3}{4}$ E + $\frac{1}{4}$ Z	2	76,9 \pm 2,6	74-79
$\frac{3}{4}$ Z + $\frac{1}{4}$ E	-	-	-
Cruzados 3 raças	3	130,2 \pm 8,4	114-143
Novas raças	18	73,7 \pm 6,9	34-145
- com raças zebuínas	15	63,5 \pm 4,7	34-92
- com raças européias	3	124,7 \pm 9,9	114-145
Total/Média geral	58	79,2 \pm 3,9	34-167

"A maioria dos grupos genéticos de animais cruzados apresenta espessura de gordura muito próxima ou inferior ao limite mínimo de 3 milímetros..."

REPRODUÇÃO

Tabela 11 - Médias de acordo com o grupo genético, para animais terminados em confinamento (N = número de informações)

Grupos Genéticos	N	Médias		
		Peso, arrobas	Idade, meses	Espessura, mm
Raças britânicas	6	18,9	17,9	12,3
Raças continentais	9	15,4	27,2	3,1
Raças zebuínas	37	17,0	22,4	4,8
Cruzamentos:				
- Raças britânicas x Zebu	32	17,4	19,0	8,0
- Raças continentais x Zebu	68	17,2	23,4	3,0
- Raças britânicas x britânicas	9	19,6	15,1	12,9
- Raças continentais x britânicas	13	20,8	15,1	9,7
Total	174	17,6	25,2	5,6

conclusão são os animais F1 filhos de raças britânicas (Angus e Hereford), os cruzados de 3 raças ($130,2 \pm 8,4\%$) filhos de touros Nelore com vacas 1/2 Hereford e os produtos resultantes de cruzamentos entre touros Santa Gertrudis e vacas Hereford ($124,7 \pm 9,9\%$).

Considerando que a maior parte dos animais cruzados resulta do uso de touros de raças de *Bos taurus*, de tamanhos médio e grande (Tabela 1), em cruzamento com vacas Nelore, os resultados obtidos não são muito diferentes do que seria esperado com base nas expectativas teóricas apresentadas na Tabela 2 e na Figura 3.

As raças de tamanho grande são tardias quanto à taxa de deposição de gordura na carcaça (Figura 3) e, por isso, os animais cruzados filhos de touros de raças de tamanho grande (Tabela 1) devem ser abatidos com pesos mais elevados, sejam eles machos, novilhos ou novilhas (Tabela 5). A idade de abate depende do peso à desmama e do

ganho de peso pós-desmama (Tabela 6).

As médias do peso de abate, da idade de abate e da espessura da camada de gordura, para animais terminados em confinamento, são mostradas na Tabela 11. Observa-se que os animais resultantes de cruzamento com raças continentais, apesar de abatidos com 17,2 arrobas aos 23,4 meses de idade, apresentaram grau de acabamento da carcaça escasso (3,0 mm de gordura), o que implica na produção de poucos animais que podem ser classificados como novilhos precoces. Os animais de raças continentais foram abatidos com 27,2 meses e 15,4 arrobas, em média; o grau de acabamento da carcaça também foi escasso.

O resultado mais surpreendente refere-se ao grau de acabamento dos animais de raças zebuínas (principalmente Nelore), com 4,8 mm de gordura aos 22,4 meses de idade e peso de carcaça de 17 arrobas. Admitindo-se um desvio-padrão de 0,6 mm, espera-se que mais de 95% dos

Tabela 12 - Coeficientes parciais de regressão da espessura de gordura no peso da carcaça (b1) e na idade de abate (b2), de acordo com o grupo genético, para animais terminados em confinamento (N = número de informações; R2 = coeficiente de determinação)

Grupos Genéticos	N	Coeficientes		
		b1, mm/arroba	b2, mm/mês	R2, %
Raças britânicas	6	$0,91 \pm 0,07^{**}$	$-0,27 \pm 0,07^*$	98,7
Raças continentais	9	$0,40 \pm 0,16^*$	$-0,11 \pm 0,09$	78,1
Raças zebuínas	37	$0,48 \pm 0,08^{**}$	$-0,15 \pm 0,06^*$	88,0
Cruzamentos:				
- Raças britânicas x Zebu	32	$0,83 \pm 0,06^{**}$	$-0,33 \pm 0,05^{**}$	93,9
- Raças continentais x Zebu	68	$0,16 \pm 0,03^{**}$	$0,01 \pm 0,02$	86,6
- Raças britânicas x britânicas	9	$1,06 \pm 0,45^*$	$-0,52 \pm 0,58$	98,4
- Raças continentais x britânicas	13	$-0,50 \pm 0,32$	$1,34 \pm 0,44^{**}$	99,2
Total	174	$0,67 \pm 0,04^{**}$	$-0,29 \pm 0,03^{**}$	83,4

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

“O resultado mais surpreendente refere-se ao grau de acabamento dos animais de raças zebuínas ...”



13707-1

REPRODUÇÃO

animais sejam classificados como novilhos precoces; se, por outro lado, a variação for maior (desvio-padrão de 1 mm, por exemplo), a porcentagem de classificação dos animais como novilhos precoces diminui consideravelmente e pode comprometer o resultado econômico do sistema de produção de novilhos precoces.

Os coeficientes parciais de regressão da espessura de gordura, no peso da carcaça e na idade do animal, e os coeficientes de determinação são mostrados na Tabela 12. A análise de regressão foi realizada com o objetivo de verificar se os coeficientes parciais para peso e idade variavam de acordo com os grupos genéticos. O peso da carcaça foi expresso em arrobas para facilitar a interpretação dos resultados.

Os animais de raças britânicas (Angus, Hereford e Shorthorn) e os cruzados filhos de touros dessas raças, depositam gordura na carcaça nas taxas de 0,91 e 0,83 mm por arroba de aumento no peso da carcaça, respectivamente, enquanto que, para os animais de raças continentais, leiteiras e taurinas adaptadas (Charolês, Chianina, Marchigiana, Holandês, Pardo-Suíço, Limousin, Gelbvieh, Caracu, etc.) e os seus produtos de cruzamento, as taxas de deposição de gordura foram muito menores (0,40 e 0,16 mm por arroba de aumento no peso da carcaça, respectivamente). Para as raças zebruínas (praticamente só Nelore), a taxa de deposição de gordura foi intermediária (0,48 mm por arroba de aumento no peso da carcaça).

Os pesos de abate sugeridos neste trabalho (Tabela 5), quando comparados com as médias de peso da carcaça que têm sido obtidas nos experimentos sumariados na Tabela 11, indicam que o grau de acabamento de animais cruzados filhos de touros de raças de tamanhos médio e grande está abaixo do esperado porque os animais foram abatidos com peso inferior (475 kg de peso vivo, em média) ao recomendado para novilhos (525 kg) e machos não-castrados (575 kg).

CONCLUSÕES

Animais cruzados ganham mais peso em confinamento ($21,0 \pm 1,6\%$) e produzem carcaças mais pesadas ($12,1 \pm 1,7\%$) do que animais Zebu.

Os cruzamentos não contribuem para aumentar o rendimento de carcaça. A

exceção a essa conclusão são cruzados de três raças ("three-cross") que apresentaram pequena vantagem ($6,2 \pm 2,8\%$) em relação ao Zebu.

Os animais cruzados têm maior consumo de matéria seca ($5,8 \pm 2,0\%$), mas não diferem do Zebu quanto à eficiência de conversão alimentar; a exceção, nesse caso, são os animais 3/4 Zebu que apresentaram melhor eficiência de conversão que os demais grupos genéticos.

Os animais resultantes de cruzamento com raças continentais apresentaram menor grau de acabamento da carcaça ($75,2 \pm 4,5\%$) do que os cruzados de raças britânicas ($112,6 \pm 19,4\%$) e Zebu ($100\% = 4,8 \pm 0,35$ mm de gordura na altura da 12ª costela).

Há necessidade de informações adicionais sobre o assunto, particularmente com relação aos animais F1 Zebu x Europeu, retrocruzados 3/4 Europeu x Zebu, retrocruzados 3/4 Zebu x Europeu e cruzados de 3 ou mais raças.

RECOMENDAÇÕES

Para a produção de novilhos precoces em confinamento, o peso de abate dos animais deve levar em consideração as raças e os tipos de cruzamento.

Classificar os animais de acordo com o tamanho da estrutura corporal e sexo, antes de confiná-los, é uma prática de manejo simples e eficaz na produção de novilhos precoces.

Os sistemas de cruzamento que aproveitam melhor as diferenças genéticas entre raças, a heterose e a complementaridade e que proporcionam maior flexibilidade ao sistema de produção, são o meio mais efetivo de se melhorar, a curto prazo, a eficiência técnica da produção de carne bovina.

O estabelecimento de programas de cruzamento para produção de novilhos precoces em regime de confinamento deve levar em consideração as restrições impostas pelo ambiente e pela operacionalização do sistema de cruzamento e, principalmente, as exigências requeridas pelo mercado.

Pedro Franklin Barbosa é pesquisador da Embrapa - CPPSE (Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste). e-mail: welmaster@cppse.embrapa.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, M.M. Utilização do touro Canchim em cruzamento comercial. São Carlos, EMBRAPA-CPPSE, 1994. 20p. (EMBRAPA-CPPSE. Documentos, 24).
- BARBOSA, P.F. Cruzamentos para produção de carne bovina no Brasil. In: *Bovinoicultura de Corte* (Ed.: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA), p. 1-45. Piracicaba: FEALQ, 1990.
- BARBOSA, P.F. Cruzamentos rotacionados e terminais em bovinos de corte. In: *Métodos de Seleção e Cruzamentos mais Utilizados na Pecuária de Corte* (Ed.: SAMPAIO, A.A.M. et al.), p. 25-39. Jaboticabal: FUNEP, 1993.
- BARBOSA, P.F. Tipos de bovinos para confinamento: cruzamento industrial e perspectivas com a entrada do MERCOSUL. In: *Curso de Bovinos de Corte (Fundação SUPREMAIS)*, p. 62-93. Mogi Mirim: Centro de Pesquisa e Treinamento Supre Mais, 1995.
- BARBOSA, P.F. Cruzamentos industriais e a produção de novilhos precoces. In: *SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE*, Campinas, SP, 29 e 30 de abril de 1998. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Anais... p. 100-114, 1998.
- BARBOSA, P.F.; ALENCAR, M.M. Sistemas de cruzamento em bovinos de corte: estado da arte e necessidades de pesquisa. In: *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 32, Julho de 1995, Brasília, DF. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Anais... p. 681-683, 1995.
- BARBOSA, P.F.; DUARTE, F. A. M. Crossbreeding and new beef cattle breeds in Brazil. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.12, n.3 (Suppl. 1), p. 257-301, 1989.
- BIF. Guidelines for uniform beef improvement programs, 6th ed. Stillwater, OK: Beef Improvement Federation, 1990, 89p.
- BROWN, J. E.; BROWWN, C. J.; BUTTS, W. T. A discussion of the genetic aspects of weight, mature weight and rate of maturing in Hereford and Angus cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.34, n.4, p.525-537, 1972.
- MINISH, G. L.; FOX, D. G. Beef production and management, 2nd ed. Reston, VA: Reston Publishing Company, 1982. 470p.