

TAMANHO DA ESTRUTURA CORPORAL E DESEMPENHO PRODUTIVO DE BOVINOS DE CORTE

PEDRO FRANKLIN BARBOSA¹

¹ Pesquisador, área de Melhoramento Genético Animal, Embrapa Pecuária Sudeste, Caixa Postal 339, CEP: 13560-970 São Carlos, SP.
E-mail: pedro@cnpse.embrapa.br

Resumo

A produção de carne bovina é uma operação complexa porque envolve a interação entre animais de diferentes potenciais genéticos e os ambientes físico e de mercado e, ainda, pelo menos duas fases no ciclo de produção. As características desejáveis na fase de reprodução (aumento em números) não são todas compatíveis com aquelas que contribuem para maior eficiência na fase de produção (aumento em tamanho e terminação). Sob o ponto de vista de melhoramento animal, o problema é encontrar o melhor equilíbrio entre as características dos animais em ambas as fases para aumentar a eficiência dos sistemas de produção de carne bovina como um todo. O tamanho da estrutura corporal ("frame size") de bovinos de corte, definido como a proporção entre as medidas de altura e comprimento do corpo, tem sido usado como um critério de escolha de animais para produção de carcaças com determinado peso e grau de acabamento e qualidade. As relações entre o tamanho da estrutura corporal e o desempenho nas fases de reprodução e produção são apresentadas e discutidas neste trabalho. Quanto à fase de reprodução, a síntese dos resultados obtidos mostrou que para a maioria dos sistemas de produção (92%) as vacas de tamanho médio e grande foram mais eficientes do que as de tamanho pequeno. Na fase de produção, a maioria dos resultados (67%) foi favorável aos animais de tamanho grande; as características de exceção foram os graus de acabamento e qualidade da carcaça, que foram melhores para os animais de tamanhos pequeno e médio.

Abstract

Beef cattle production is a complex operation because it involves the interaction between the animals of different genetic potentials and the physical and marketing environments and, moreover, at least two phases in the production cycle. The traits desirable in the reproduction phase (increase in numbers) are not all compatible with those that contribute to greater efficiency in the phase

of production (increase in size and finishing). Under an animal breeding point of view, the problem is to find the best equilibrium between the traits of animals in both phases for the increasing the efficiency of beef cattle production systems as a whole. Frame size of beef cattle, defined as the proportion between hip height and body length, has been used as a criterion for choosing animals for the production of carcasses with specific weight and degrees of finishing and quality. The relationships between frame size and performance in the reproduction (increase in numbers) and production (increase in size and degree of finishing) phases are presented and discussed in this paper. In the reproduction phase, the synthesis of the results showed that for the majority of the production systems (92%) medium- and large-framed cows were more efficient than small-framed cows. In the production phase, the majority of the results (67%) was favorable to large-framed animals; traits of exception were the finishing and quality carcass grades, which were better for small- and medium-framed animals.

Introdução

De acordo com Cartwright (1982), a produção de bovinos de corte é uma operação complexa, já que envolve a interação dos animais com o ambiente físico de produção e o ambiente econômico, e também é complicada porque ocorre em pelo menos duas fases: reprodução (aumento em números) e produção (aumento em tamanho e terminação dos animais para abate).

Do ponto de vista de melhoramento genético, como um processo contínuo de criação, seleção e reprodução dos animais domésticos na direção desejada pelo homem, o problema é tomar decisões que promovam os melhores resultados em ambas as fases do ciclo produtivo. As características que contribuem para a maior eficiência da fase de reprodução em geral não são todas compatíveis com aquelas que contribuem para maior eficiência da fase de produção. A incompatibilidade mais aparente é aquela entre o melhor tamanho corporal das vacas do rebanho de cria e o melhor tamanho dos animais de abate. Esse é o desafio desta palestra: como compatibilizar esses tamanhos da estrutura corporal em bovinos de corte?

O tamanho adulto está relacionado ao custo de produção, à taxa de maturação (velocidade com que o animal atinge o peso adulto), à eficiência reprodutiva e, mais importante, à eficiência econômica dos sistemas de produção, bem como à funcionalidade dos animais e à adaptabilidade ao ambiente (Schmidt-Nielsen, 1993).

Como salientado por Ritchie (1995), em ambientes livres de estresse e com alimentação farta, animais de maior tamanho corporal podem ser mais eficientes, enquanto que em situações de estresse ou de escassez de forragens os animais de tamanho médio deveriam ser preferidos.

Com as mudanças que estão ocorrendo quanto às especificações e exigências do mercado internacional de carne bovina, principalmente em relação ao aumento do peso e do grau de acabamento de carcaça, Nehmi Filho (2005) afirma que o tamanho da vaca ideal também deve mudar. No entanto, especialmente para esse novo cenário de produção, ainda não se tem, no Brasil, informações suficientes para a recomendação sobre tamanho ideal de vacas de corte.

Os objetivos deste trabalho são apresentar, de maneira resumida, e discutir, sempre que pertinente, os resultados obtidos pela pesquisa quanto às relações entre o tamanho da estrutura corporal ("frame size") e o desempenho produtivo de bovinos de corte. Para tanto, após algumas considerações gerais sobre os aspectos conceituais relativos ao tema, as informações disponíveis na literatura foram resumidas e organizadas na forma de tabelas, sempre que possível em ordem cronológica e de acordo com as fases do ciclo produtivo da carne bovina (reprodução e produção). Ao final são feitas algumas considerações na tentativa de se estabelecer o estado da arte sobre o tema e, ainda, alinhar possíveis linhas de pesquisa cujos resultados possam contribuir para o aumento da eficiência dos sistemas de produção de carne bovina e, por conseguinte, da competitividade desse importante segmento do agronegócio no Brasil.

Tamanho da Estrutura Corporal

Em bovinos de corte, o tamanho é uma característica composta e pode ser definida de várias maneiras como, por exemplo, o peso à maturidade numa determinada composição corporal (Cartwright, 1982). Em geral, o aumento do potencial genético para tamanho é acompanhado do aumento da taxa de ganho de peso e da diminuição do grau de maturidade, incluindo grau de acabamento da carcaça, em qualquer idade.

Historicamente, no passado o tamanho era estimado por meio de medidas corporais como altura e comprimento (Hammack e Gill, 1997). Com o desenvolvimento das balanças, o peso se tornou mais comum como medida do tamanho. As medidas corporais e o peso são correlacionados mas as suas taxas de maturação diferem. Aos 12 meses de idade, por exemplo, os bovinos têm aproximadamente 90% da altura à maturidade e apenas 50 a 60% do peso adulto. Esse é um aspecto importante sob o ponto de vista do processo de tomada de decisão quanto ao tipo de animal a ser produzido para atender as especificações do mercado consumidor, porque pode ser decidido antes do animal entrar em reprodução (rebanhos selecionadores) ou antes do início da fase de terminação (rebanhos comerciais).

O tamanho da estrutura corporal ("frame size") é uma descrição objetiva, numérica, do tamanho da estrutura do esqueleto que reflete o padrão de crescimento e o peso à maturidade de um animal (Dhuyvetter, 1995). De acordo

com Lasley (1981), a primeira tabela de escores do tamanho da estrutura corporal de bovinos de corte, baseada na altura da cernelha e na escala de 1 a 7 pontos, foi publicada pela Estação Experimental de Agricultura do Missouri na década de 1950.

Preston e Willis (1974), ao discutirem as relações entre a avaliação visual de animais e o desempenho e características de carcaça potenciais, apresentaram argumentos, com base em alguns resultados de estudos de correlação relatados na literatura, que praticamente desencorajaram o uso de qualquer sistema de classificação visual de animais na predição das características de carcaça, principalmente quanto ao grau de acabamento. Entretanto, Lewis et al. (1968) relataram que juizes experientes foram capazes de predizer, com 75% de acurácia, a variação na espessura de gordura de animais de diferentes tamanhos da estrutura corporal.

Em geral, os escores de tamanho da estrutura corporal variam de 1 a 9 e são calculados a partir dos dados de altura na garupa e idade dos animais. O escore de tamanho da estrutura corporal pode ser usado para projetar o tamanho à maturidade, proporcionar uma indicação da composição da carcaça e, também, caracterizar o potencial de desempenho e as exigências nutricionais de um animal.

Segundo McKiernan (2005), as tabelas de tamanho da estrutura corporal são de aplicação universal. A maioria dos animais de raças britânicas será classificada na faixa de 1 a 7 pontos e de raças continentais na faixa de 4 a 9 pontos. Os escores 10 e 11 são extremos e não devem ser interpretados como os melhores, mas sim como indicadores de animais de maior tamanho da estrutura corporal. No mesmo grau de acabamento de carcaça (9 a 12 mm de espessura de gordura subcutânea), os animais de escores 1 e 2 produzem carcaças de 150 a 180 kg; os de escores 3 a 5 geralmente produzem carcaças de 200 a 350 kg e aqueles com escores de 6 a 8 produzem carcaças de 350 a 450 kg. Os animais com escores acima de 8 são de maturação muito tardia e há dúvidas se esses animais produzem carcaças com grau de acabamento suficiente para atender aos mercados que exigem carne de qualidade.

O sistema de determinação do tamanho da estrutura corporal foi modificado recentemente, após recomendações da Beef Improvement Federation (BIF, 2002), para acomodar situações em que os sistemas de produção utilizam raças zebuínas e cruzamentos com Zebu na produção de carne bovina, como na Austrália por exemplo (McKiernan et al., 1998), e têm que atender mercados que requerem diferentes especificações quanto às características de carcaça (peso e espessura de gordura subcutânea principalmente).

Para melhor entendimento desta apresentação e da discussão dos resultados mostrados nos itens seguintes, as tabelas de tamanho da estrutura corporal recomendadas pela Beef Improvement Federation (BIF, 2002) são reproduzidas a seguir para machos (Tabela 1) e fêmeas (Tabela 2), na escala

de 1 a 11 pontos. Na falta de tabelas desenvolvidas especialmente para as condições brasileiras de produção, recomenda-se o uso dessas tabelas para classificar animais e determinar os pesos de abate e o grau de acabamento exigidos pelo mercado consumidor.

Tabela 1 – Escores de tamanho da estrutura corporal com base na altura da garupa de machos (cm), de acordo com a idade (meses)

Idade, meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	85	90	95	100	105	110	116	121	126	131	137
6	88	93	99	104	108	114	119	124	130	135	140
7	92	97	102	107	112	117	122	128	133	138	143
8	95	100	105	110	114	120	125	131	136	141	146
9	98	102	107	113	117	123	128	133	138	144	149
10	100	105	110	115	119	125	130	135	140	146	151
11	102	107	112	117	122	128	133	138	143	148	153
12	104	109	114	119	124	130	135	140	145	150	155
13	106	111	116	121	126	131	137	142	147	152	157
14	108	113	118	123	127	133	138	143	148	154	159
15	109	114	119	124	129	135	140	145	149	155	160
16	110	116	121	126	130	136	141	146	151	156	161
17	112	117	122	127	131	137	142	147	152	157	162
18	113	118	123	128	132	138	143	148	153	158	163
19	114	119	124	129	133	139	144	149	154	160	165
20	115	120	125	130	135	140	146	151	156	161	166
21	116	121	126	131	135	140	146	151	156	161	166
24	118	123	128	133	137	142	147	152	157	163	168
30	120	125	130	135	139	145	150	155	160	165	170
36	122	127	132	137	141	146	151	156	161	166	171
48	123	128	133	137	142	147	152	157	162	167	172

Fonte: Adaptado de BIF (2002).

Tabela 2 – Escores de tamanho da estrutura corporal com base na altura da garupa de fêmeas (cm), de acordo com a idade (meses)

Idade, meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	84	89	94	99	105	110	115	120	126	131	136
6	87	92	97	102	107	113	118	123	128	134	139
7	89	94	100	105	110	115	121	126	131	136	141
8	92	97	102	107	112	117	122	128	133	138	144
9	94	99	104	109	114	119	124	130	135	140	145
10	96	101	106	111	116	121	126	131	136	141	147
11	98	103	108	113	118	123	128	133	138	144	149
12	99	104	109	114	119	124	130	135	140	145	150
13	101	105	110	116	121	126	131	136	141	146	151
14	102	107	112	117	122	127	132	137	142	147	152
15	103	108	113	118	123	128	133	138	143	148	153
16	104	109	114	119	124	129	134	139	144	149	154
17	105	110	115	120	125	130	135	140	145	149	154
18	106	110	116	121	126	131	135	140	145	150	155
19	107	111	116	121	126	131	136	141	146	151	156
20	107	112	117	122	127	132	137	141	146	151	156
21	108	113	118	123	128	132	137	142	147	152	157
24	109	114	119	124	129	133	138	143	148	153	157
30	111	116	121	125	130	135	140	145	150	154	159
36	112	117	122	126	132	136	141	145	150	155	160
48	113	118	122	127	132	137	142	146	151	155	160

Fonte: Adaptado de BIF (2002).

Tamanho da Estrutura Corporal e Desempenho Reprodutivo

Como proposto inicialmente, os resultados obtidos pela pesquisa serão apresentados e discutidos de acordo com as fases de produção do ciclo produtivo da carne bovina (reprodução e produção). Nesse item são apresentados e discutidos os resultados referentes ao aumento em número de animais (eficiência reprodutiva de machos e fêmeas), ao desenvolvimento de animais jovens (pesos e ganhos de peso até a desmama) e à eficiência produtiva das vacas. Para melhor entendimento da evolução dos estudos sobre o assunto ao longo do tempo, os resultados são apresentados em ordem cronológica.

O uso de modelos de simulação não tem sido muito freqüente na avaliação de alternativas de diferentes tamanhos da estrutura corporal na produção de bovinos de corte. No entanto, os esforços realizados por Cartwright et al. (1975), Fitzhugh et al. (1975) e Long et al. (1975) contribuíram significativamente para o melhor entendimento de alguns aspectos importantes sobre as relações entre o tamanho da estrutura corporal e a eficiência produtiva de bovinos de corte na fase de cria.

Os resultados obtidos por Long et al. (1975), utilizando um modelo determinístico de simulação, com relação a três tamanhos da estrutura corporal de vacas (pequeno, médio e grande) e dois sistemas integrados de produção (semi-confinamento e pastagens) são apresentados na Tabela 3. Os resultados obtidos mostraram que, dentro de cada sistema de produção, não houve diferenças entre os tamanhos da estrutura corporal quanto à taxa de retorno do investimento. Entretanto, o sistema de produção em pastagens foi mais lucrativo do que aquele em regime de semi-confinamento. A taxa de retorno no sistema de semi-confinamento tendeu a ser maior para as vacas de tamanho grande. Ressalte-se que as progênes de ambos os sistemas de produção foram terminadas em confinamento.

Tabela 3 – Número de vacas, total de peso vendido e taxa de retorno de acordo com o tamanho da estrutura corporal e o sistema de produção

Regime/Características	Pequeno (430 kg)	Médio (500 kg)	Grande (600 kg)
Pastagens:			
Número de vacas	956	782	614
Total de peso vendido, kg	289.789	275.023	258.341
Taxa de retorno, %	14,8	14,9	14,9
Semi-confinamento:			
Número de vacas	686	587	481
Total de peso vendido, kg	207.820	206.333	202.309
Taxa de retorno, %	5,6	6,6	7,4

Fonte: Adaptado de Long et al. (1975).

Cartwright et al. (1981) avaliaram, por meio de um modelo estocástico de simulação, o efeito do tamanho da estrutura corporal e da produção de leite na produtividade de rebanhos de bovinos de corte na região central do Texas, Estados Unidos, mantidos em boas condições de alimentação. Em geral, houve aumento da produtividade de acordo com o aumento do potencial de produção de leite das vacas (8,2, 10,9 e 14,1 kg/dia). Para efeito de ilustração, são apresentados apenas os resultados obtidos com o nível baixo de produção de leite (8,2 kg/dia no pico de lactação), por ser mais representativo das condições de produção da maioria dos sistemas de produção de carne bovina do Brasil. As médias estimadas das características analisadas de acordo com o tamanho da estrutura corporal das vacas estão na Tabela 4. O total de peso vivo vendido por hectare foi semelhante para os nove grupos genéticos (3 tamanhos x 3 níveis de produção de leite) e variou de 342 a 382 kg. Com base na produtividade por vaca, os grupos genéticos de tamanho grande foram mais eficientes. A análise econômica dos resultados (Stokes, 1980), considerando vários cenários de produção, mostrou que, em termos de produção de bezerros desmamados, o grupo genético de tamanho grande e de baixa produção de leite foi mais lucrativo que os demais.

Tabela 4 – Medidas de produtividade do rebanho de acordo com o tamanho da estrutura corporal das vacas

Medidas de Produtividade	Grande (550 kg)	Médio (500 kg)	Pequeno (450 kg)
Taxa de gestação, %	81,6	80,1	77,7
Taxa de natalidade, %	76,1	74,1	72,3
Peso à desmama dos bezerros, kg	206	197	187
Taxa de lotação, vacas/hectare	2,1	2,2	2,5
Total de peso vivo vendido, kg/vaca	168	151	142
Total de peso vivo vendido, kg/hectare	350	342	351

Fonte: Adaptado de Cartwright et al. (1981).

Baker et al. (1981) avaliaram a relação entre o tamanho da estrutura corporal e a circunferência escrotal aos 7 e 12 meses de idade de 497 tourinhos das raças Angus, Brangus, Charolês, Hereford e Polled Hereford. Os tourinhos foram classificados quanto ao tamanho da estrutura corporal com base na altura da garupa aos 7 meses. As médias da circunferência escrotal aos 7 e 12 meses de idade são mostradas na Tabela 5. Observou-se tendência de aumento da circunferência escrotal de acordo com o aumento do tamanho da estrutura corporal dos tourinhos, tanto aos 7 quanto aos 12 meses de idade.

Tabela 5 – Médias estimadas da circunferência escrotal (CE, cm) aos 7 e 12 meses de idade de acordo com o tamanho da estrutura corporal

Tamanho da Estrutura Corporal, escore	CE, 7 meses	CE, 12 meses
2	24,8	32,5
3	25,8	33,8
4	26,5	34,4
5	27,3	35,2
6	27,9	36,4

Fonte: Adaptado de Baker et al. (1981).

Vacas adultas da raça Hereford de diferentes origens (Montana, Texas, Washington, Wisconsin) e tamanhos da estrutura corporal foram avaliadas quanto à eficiência reprodutiva por Olson et al. (1982), quando mantidas em pastagens sem limitações quanto ao nível nutricional na Estação Experimental da Universidade de Wisconsin, Lancaster. As médias estimadas de algumas características são mostradas na Tabela 6. Houve efeito significativo do tamanho da estrutura corporal da vaca nas características analisadas. As vacas de tamanho grande desmamaram mais quilogramas de bezerros por vaca exposta (175 kg) do que as de tamanhos pequeno, médio e muito grande (151 kg). A principal conclusão dos autores foi que vacas de tamanho muito grande não seriam capazes de produzir quantidade extra suficiente de quilogramas de bezerros desmamados para serem eficientes economicamente e compensar o menor número de vacas que poderia ser mantido em uma quantidade fixa de recursos (área e forragens).

Tabela 6 – Médias estimadas de características de eficiência produtiva de vacas Hereford de acordo com o tamanho da estrutura corporal – Lancaster, Wisconsin – Estados Unidos

Características	Pequeno	Médio	Grande	Muito Grande
Peso da vaca, kg	451	517	567	647
Altura na cernelha, cm	116	121	123	130
Peso ao nascimento dos bezerros, kg	36,0	36,1	38,0	35,1
Peso à desmama dos bezerros, kg	177,4	200,9	200,7	187,7
Taxa de natalidade, %	86,8	81,7	91,1	92,1
Taxa de desmama, %	85,0	76,8	86,7	76,7
Peso de bezerro desmamado/vaca exposta, kg	155	152	175	147

Fonte: Olson et al. (1982).

O desempenho das vacas e de seus bezerros, filhos de touros de diferentes tamanhos da estrutura corporal, foi avaliado por Long (1983). Os resultados obtidos estão na Tabela 7. Houve uma pequena vantagem na produtividade das vacas acasaladas com touros de menor tamanho (184,6 kg de peso à desmama/vaca exposta) do que naquelas acasaladas com touros de maior tamanho (183,8 kg).

Tabela 7 – Desempenho até a desmama de bezerras resultantes de cruzamento terminal de touros de diferentes tamanhos com vacas puras e cruzadas – Texas A&M Agricultural Research Center, McGregor, Texas

Tamanho da Estrutura Corporal/Tipo Vaca*	N	Peso ao nascimento, kg	Distocia, %	Taxa de sobrevivência, %	Taxa de desmama, %	Peso à desmama, kg
Grande (Charolês):	425	34,5	2,6	97,1	88,2	208,4
- Puras	113	34,1	4,7	97,2	88,1	199,3
- Cruzadas	312	35,0	1,8	97,0	88,2	212,5
Médio (Red Poll):	393	30,9	0,5	98,9	95,2	193,9
- Puras	99	30,0	0,6	99,0	95,6	187,5
- Cruzadas	294	31,3	0,4	98,7	95,0	196,1
Total	818	32,7	1,6	98,3	91,7	201,1

* Puras = Angus, Brahman, Hereford, Holstein e Jersey; Cruzadas = F1 (dialelo de 5 raças).

Fonte: Adaptado de Long (1983).

Musah et al. (1986) determinaram os efeitos da relaxina no desenvolvimento da área pélvica de novilhas de diferentes tamanhos da estrutura corporal. As médias estimadas estão na Tabela 8.

Tabela 8 – Médias estimadas da altura e largura pélvicas e do peso ao final da gestação de acordo com o tamanho da estrutura corporal

Características	Pequeno	Médio	Grande
Altura pélvica, cm	17,29	17,90	18,35
Largura pélvica, cm	16,75	16,85	17,04
Peso ao final da gestação, kg	309	341	376

Fonte: Adaptado de Musah et al. (1986).

Rosado (1991) estudou o desempenho reprodutivo e características biométricas de fêmeas Nelore e cruzadas Chianina x Nelore, Fleckvieh x Nelore e Limousin x Nelore, criadas em regime de pastagens (predominantemente de capim-colonião), na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, em Governador Valadares, MG. Houve efeito significativo de grupo genético sobre a altura na garupa, sendo as vacas Chianina x Nelore mais altas (145,2 cm) do que as dos outros grupos genéticos (média de 138,3 cm). A taxa de gestação das vacas cruzadas foi maior (78,1%) do que a das Nelore (66,2%), mas não houve diferença significativa entre as cruzadas Chianina x Nelore (74,2%), de maior tamanho da estrutura corporal (7,8 pontos na tabela da Beef Improvement Federation – BIF, 2002), e as cruzadas Fleckvieh x Nelore e Limousin x Nelore (80,0%) de menor tamanho da estrutura corporal (6,4 pontos na mesma tabela de referência).

Vacas da raça Brahman e de alta mestiçagem com Brahman foram acasaladas de acordo com o seu tamanho da estrutura corporal com touros

Brahman do mesmo tamanho na Estação Experimental de Agricultura Subtropical, Brooksville, Flórida, Estados Unidos, com o objetivo de produzir três rebanhos diferentes quanto ao tamanho da estrutura corporal (pequeno, médio e grande). A eficiência reprodutiva das vacas nascidas a partir de 1984 foi avaliada por Olson (1993). As médias estimadas do peso adulto, altura e taxa de gestação, de acordo com o tamanho da estrutura corporal, são mostradas na Tabela 9. A média da taxa de gestação das vacas de tamanho médio (83,3%) foi significativamente maior do que a média das vacas de tamanho pequeno e grande (74,9%). A diferença de 8,4 pontos percentuais representa, para cada 100 vacas de tamanho médio em reprodução em relação às vacas de tamanho pequeno e grande, a vantagem da produção de aproximadamente 10 bezerros a mais por ano. Isto pode representar o lucro do produtor de gado de corte.

Tabela 9 – Médias estimadas de características de desempenho de vacas da raça Brahman, de acordo com o tamanho da estrutura corporal – Brooksville, Flórida, Estados Unidos

Características	Pequeno	Médio	Grande
Peso adulto, kg	466	502	516
Altura na garupa, cm	134	138	141
Taxa de gestação, %	75,1	83,3	74,6

Fonte: Adaptado de Olson (1993).

Dados de características morfológicas, peso, idade e circunferência escrotal de 310 touros de raças zebuínas, em regime de coleta de sêmen no período de 1986 a 1988, foram estudados por meio de técnicas de análise multivariada (componentes principais e análise de fatores) por Barbosa et al. (1997). A principal conclusão foi que touros de maior tamanho da estrutura corporal e mais pesados apresentaram menor circunferência escrotal e eram mais jovens do que a média da idade, refletindo o favorecimento de animais esguios no processo de seleção mais recente, com efeitos negativos no tamanho da circunferência escrotal, o que pode comprometer a eficiência reprodutiva de machos e fêmeas.

O objetivo do trabalho de Vargas et al. (1999) foi determinar os efeitos do tamanho da estrutura corporal de fêmeas Brahman, nascidas de 1984 a 1994 e criadas na Estação Experimental de Agricultura Subtropical, Brooksville, Flórida, Estados Unidos, na idade à puberdade, taxa de natalidade, taxa de desmama, pesos ao nascimento e à desmama, ganho de peso do nascimento à desmama e, como medida de eficiência produtiva, kg de bezerro por vaca exposta na primeira, segunda e terceira ou mais parições. As médias estimadas

das características analisadas, de acordo com o tamanho da estrutura corporal das vacas, são mostradas na Tabela 10.

De acordo com Vargas et al. (1999), as vacas de tamanhos pequeno e médio atingiram a puberdade e pariram mais cedo e tiveram maiores taxas de parição, sobrevivência e desmama de bezerros do que as vacas de tamanho grande. As vacas de maior tamanho da estrutura corporal, quando maduras, superaram as diferenças desfavoráveis observadas no primeiro e segundo partos e foram mais eficientes quanto à produção de kg de bezerro desmamado por vaca (176,8 kg/vaca), conforme mostrado na Tabela 10. Entretanto, quando se considera todos os partos, as vacas de tamanho pequeno (135,2 kg) e médio (142,5 kg) foram mais eficientes do que as vacas de tamanho grande (120,1 kg).

Tabela 10 – Médias estimadas de características de desempenho de acordo com o tamanho da estrutura corporal e a ordem de parto de vacas Brahman – Brooksville, Flórida, Estados Unidos

Características	Pequeno	Médio	Grande
Idade à puberdade, dias	633	626	672
Taxa de natalidade, %:			
- Primeiro parto	93,5	88,5	97,3
- Segundo parto	65,8	69,0	41,0
- Terceiro parto ou mais	93,5	78,5	79,8
Taxa de sobrevivência, %:			
- Primeiro parto	80,7	83,4	47,9
- Segundo parto	97,5	88,1	93,9
- Terceiro parto ou mais	77,6	86,9	95,7
Taxa de desmama, %:			
- Primeiro parto	75,0	74,3	46,2
- Segundo parto	64,9	59,8	38,3
- Terceiro parto ou mais	71,8	68,5	75,8
Peso ao nascimento, kg:			
- Primeiro parto	28,0	31,4	36,0
- Segundo parto	30,1	34,2	37,8
- Terceiro parto ou mais	29,9	33,9	38,6
Peso à desmama, kg:			
- Primeiro parto	192,7	216,3	226,0
- Segundo parto	191,4	191,8	193,9
- Terceiro parto ou mais	199,2	203,3	231,2
Ganho médio diário, kg/dia:			
- Primeiro parto	0,747	0,837	0,900
- Segundo parto	0,815	0,817	0,922
- Terceiro parto ou mais	0,831	0,858	0,958
Produção por vaca, kg:			
- Primeiro parto	143,3	161,9	102,9
- Segundo parto	121,8	115,4	80,5
- Terceiro parto ou mais	140,6	150,3	176,8

Fonte: Adaptado de Vargas et al. (1999).

Tamanho da Estrutura Corporal e Desempenho Produtivo

Da mesma forma que para a fase de reprodução (aumento em número), neste item os resultados relacionando o tamanho da estrutura corporal e o desempenho na fase de produção (aumento em tamanho e terminação) são apresentados e discutidos, sempre que possível em ordem cronológica.

Provavelmente, um dos primeiros experimentos realizados sobre o assunto foi feito em 1927, nos Estados Unidos, e os resultados foram publicados por Warwick (1968). Os novilhos foram separados em três grupos segundo a morfologia corporal estimada por mensurações. Os animais do tipo compacto (tronco largo e curto, membros e pescoço reduzidos) ganharam peso mais rapidamente e foram considerados mais econômicos do que os dos tipos convencional (corpo longo, pernas compridas) e intermediário.

Posteriormente, resultados sobre as relações entre tamanho da estrutura corporal e características de desempenho e carcaça de bovinos foram publicados por Lush (1932), mostrando a existência de coeficientes de correlação de pequena magnitude, mas significativos, entre algumas mensurações do corpo dos animais e seu desempenho futuro na produção de carne. Em geral, animais de maior comprimento do corpo, maior altura na cernelha, perímetro torácico mais reduzido, maior perímetro abdominal e lombo mais estreito, ganharam peso mais rapidamente. Outros trabalhos clássicos sobre o assunto foram publicados até o início da década de 1970 como, por exemplo, Knox e Koger (1946), Stonaker et al. (1952), Kidwell e McCormick (1956) e Kauffman et al. (1970; 1973).

Brungardt (1972) avaliou, na Universidade de Wisconsin, animais das raças Angus, Charolês e Hereford que foram classificados em 7 tipos morfológicos quanto ao tamanho da estrutura corporal. Resultados de três anos de observações revelaram que, dentro de uma mesma raça e na mesma idade, os animais de maior tamanho da estrutura corporal ganharam peso mais rapidamente e foram significativamente mais pesados, quando abatidos num grau semelhante de classificação de carcaça. Os coeficientes de correlação obtidos, variando de 0,70 a 0,85, indicaram que a classificação de acordo com o tamanho da estrutura corporal, feita antes do início do período de confinamento, pode auxiliar na escolha dos melhores ganhadores de peso.

Resultados sobre o desempenho e características de carcaça de 157 novilhos de diferentes tamanhos da estrutura corporal foram publicados por Adams e Fox (1974), Adams et al. (1977) e Smith et al. (1977), utilizando diferentes métodos de análise dos dados daqueles usados por Adams et al. (1981).

Adams et al. (1981) avaliaram o desempenho em confinamento e características de carcaça de 157 novilhos de diferentes tamanhos da estrutura corporal (30% grandes, 61% médios, 9% pequenos). As médias obtidas são mostradas na Tabela 11. Os novilhos de tamanho grande apresentaram desempenho superior aos de tamanhos pequeno e médio na maioria das características, mas tiveram, em média, menor grau de acabamento de carcaça (8,38 mm) do que a faixa recomendada para classificação de carcaça no grau "Choice" (9 a 12 mm), piores escores de conformação e marmorização da carcaça e graus de qualidade e rendimento.

Tabela 11 – Médias estimadas do desempenho em confinamento e das características de carcaça de acordo com o tamanho da estrutura corporal dos novilhos

Características	Pequeno	Médio	Grande
Ganho de peso em confinamento, kg/dia	1,180	1,208	1,439
Peso vivo de abate, kg	428,6	445,4	511,2
Peso de carcaça, kg	264,0	272,1	312,3
Espessura de gordura subcutânea, mm	13,72	11,43	8,38
Área de olho de lombo, cm ²	72,6	74,9	82,0
Porção comestível, %	68,9	70,3	71,5

Fonte: Adaptado de Adams et al. (1981).

O desempenho em confinamento de tourinhos Angus, Brangus, Charolês, Hereford e Polled Hereford, classificados quanto ao tamanho da estrutura corporal com base na altura da garupa aos 7 meses de idade, foi avaliado por Baker et al. (1981). As médias estimadas dos pesos inicial (7 meses) e final (12 meses), do ganho de peso, da espessura de gordura e da área de olho de lombo estão na Tabela 12. Com exceção da espessura de gordura, o tamanho da estrutura corporal teve influência significativa nas demais características estudadas, com aumentos nos pesos e ganho de peso e na área de olho de lombo de acordo com o aumento do tamanho da estrutura corporal.

Tabela 12 – Médias estimadas dos pesos inicial e final, do ganho de peso, da espessura de gordura e da área de olho de lombo de tourinhos de várias raças, de acordo com o tamanho da estrutura corporal (escala de 2 a 6)

Características	2	3	4	5	6
Peso vivo inicial, kg	229	256	285	310	353
Peso vivo final, kg	421	469	509	534	572
Ganho de peso, kg/dia	1,371	1,521	1,600	1,600	1,564
Espessura de gordura subcutânea, mm	7,87	10,99	9,55	9,45	8,64
Área de olho de lombo, cm ²	78,06	80,48	86,45	90,19	95,48

Fonte: Adaptado de Baker et al. (1981).

O desempenho em confinamento e o grau de qualidade da carcaça de novilhos foram avaliados por Tatum et al. (1981). As médias estimadas das características analisadas são apresentadas na Tabela 13, mostrando que os animais de tamanho grande em geral não tiveram bom desempenho quanto ao

grau de qualidade da carcaça. O escore de marmorização e o grau de qualidade (USDA, 1979), por exemplo, variaram inversamente com o tamanho da estrutura corporal, mas as diferenças na porcentagem de gordura intramuscular não foram sempre consistentes o suficiente para apresentarem diferenças estatísticas significativas entre carcaças de animais de tamanhos médio e grande. Não houve diferenças significativas entre os tamanhos da estrutura corporal quanto à idade inicial, ao ganho de peso diário e ao peso de abate, mas os animais de tamanho grande apresentaram menor espessura de gordura inicial do que os demais (Tabela 13).

Tabela 13 – Médias estimadas de características de desempenho em confinamento e do grau de qualidade da carcaça, de acordo com o tamanho da estrutura corporal dos novilhos – Texas A&M University, College Station, Texas

Características	Pequeno	Médio	Grande
Peso vivo inicial, kg	240,1	245,7	262,1
Espessura de gordura subcutânea inicial, mm	4,57	3,56	2,54
Peso de abate, kg	362,2	372,1	390,9
Ganho de peso, kg/dia	1,090	1,130	1,149
Grau de qualidade da carcaça, %:			
“Choice”	33,3	30,3	5,5
”Good”	66,7	42,2	66,7
”Standard”	0,0	27,3	27,8

“Fonte: Adaptado de Tatum et al. (1981).

Vacas Hereford de diferentes tamanhos foram acasaladas com touros Hereford e as progênies obtidas em quatro safras (novilhos) foram avaliadas quanto ao desempenho em confinamento e características de carcaça por Olson et al. (1982). As médias estimadas de acordo com o tamanho da estrutura corporal das vacas são apresentadas na Tabela 14. Houve efeito significativo do tamanho da vaca, exceto para a espessura de gordura. A eficiência produtiva ótima foi obtida com as progênies de vacas de tamanho médio ou acima da média quando o nível de nutrição não foi limitante.

Tabela 14 – Médias estimadas de desempenho em confinamento e características de carcaça de novilhos produzidos por vacas Hereford de diferentes tamanhos da estrutura corporal – Lancaster, Wisconsin – Estados Unidos

Características	Pequeno	Médio	Grande	Muito Grande
Peso de abate (idade constante), kg	459	493	505	485
Ganho de peso, kg/dia	1,42	1,48	1,48	1,40
Peso de carcaça, kg	280	303	310	296
Área de olho de lombo, cm ²	78,6	80,4	82,7	75,7
Espessura de gordura, mm	11,4	12,5	11,8	13,6

Fonte: Adaptado de Olson et al. (1982).

O tamanho da estrutura corporal pode ser um fator que influencia a composição do crescimento dos animais. Klosterman e Parker (1976) demonstraram que animais de maturação precoce, de tamanho pequeno e alimentados com dietas de baixa energia superaram os animais de tamanho grande, porque os de tamanho pequeno consumiram mais alimento por kg de peso vivo. Entretanto, quando comparando a composição do ganho de peso, Crickenberger et al. (1978) e Byers e Rompala (1979) verificaram que os ganhos em proteína tenderam a ser maiores e os de gordura menores para animais de maior tamanho da estrutura corporal.

McCarthy et al. (1985) avaliaram a eficiência da deposição de tecidos de animais de diferentes tamanhos em diferentes níveis de dieta e concluíram que a deposição de tecidos (proteína e gordura) foi influenciada pelo tamanho da estrutura corporal. Animais de menor tamanho depositaram menos proteína e foram energeticamente mais eficientes em termos de crescimento do que os de tamanho grande.

O objetivo da análise dos dados subjetivos de tamanho da estrutura corporal de 324 novilhos, feita por Tatum et al. (1986a), foi proporcionar uma base objetiva para interpretação das diferenças percebidas visualmente pelos avaliadores. Para tanto, os dados foram submetidos às técnicas de análise multivariada. As médias estimadas de acordo com o tamanho da estrutura corporal estão na Tabela 15. Os resultados obtidos mostraram que a avaliação visual do tamanho da estrutura corporal foi efetiva para identificar diferenças mensuráveis em bovinos de corte.

Tabela 15 – Médias estimadas de acordo com o tamanho da estrutura corporal

Características	Pequeno	Médio	Grande
Peso vivo, kg	280	328	374
Altura na garupa, cm	109	116	123
Espessura de gordura, mm	2,6	2,4	2,2

Fonte: Adaptado de Tatum et al. (1986a).

Utilizando o mesmo conjunto de dados, Tatum et al. (1986b) caracterizaram os efeitos do tamanho da estrutura corporal na taxa de crescimento absoluto e nas mudanças associadas na composição da carcaça de 324 novilhos, durante um período de terminação de 140 dias em regime de confinamento. As médias estimadas do peso vivo final e das porcentagens de músculo, gordura e osso, ajustadas para um peso constante de carcaça, são apresentadas na Tabela 16. O ajuste dos dados de composição de carcaça para um mesmo grau de acabamento (22% de gordura) eliminou as diferenças entre os tamanhos da estrutura corporal. Os resultados obtidos confirmaram os princípios

na classificação de bovinos de corte recomendada pelo USDA (1979) e mostraram que a classificação inicial dos novilhos com base no tamanho da estrutura corporal foi efetiva para prever as diferenças na taxa absoluta de crescimento e no peso de abate no nível especificado de acabamento da carcaça.

Tabela 16 – Médias estimadas do peso vivo final e das porcentagens de músculo, gordura e osso (peso de carcaça constante), de acordo com o tamanho da estrutura corporal

Características	Pequeno	Médio	Grande
Peso vivo final, kg	407	451	528
Músculo, %	58,8	61,0	64,4
Gordura, %	25,7	22,7	17,6
Osso, %	15,5	16,3	18,0

Fonte: Adaptado de Tatum et al. (1986b).

Tatum et al. (1986c) determinaram os efeitos do tamanho da estrutura corporal no crescimento diferencial e nas proporções relativas de gordura subcutânea, intramuscular e interna de novilhos de corte terminados em confinamento. Houve efeitos significativos do tamanho da estrutura corporal nas porcentagens de gordura subcutânea e interna, mas não na porcentagem de gordura intramuscular, quando os dados foram ajustados para o mesmo grau de marmoreio do músculo *Longissimus dorsi*. As médias estimadas estão na Tabela 17. Os resultados obtidos permitiram concluir que as diferenças observadas entre os tamanhos da estrutura corporal contrastaram os genótipos quanto à velocidade de acabamento da carcaça em precoce, intermediário e tardio.

Tabela 17 – Médias estimadas das porcentagens de gordura intramuscular, subcutânea e interna (grau de marmoreio constante), de acordo com o tamanho da estrutura corporal

Características	Pequeno	Médio	Grande
Peso de carcaça, kg	235	258	295
Gordura intramuscular, %	38,5	38,7	39,0
Gordura subcutânea, %	46,0	44,8	42,6
Gordura interna, %	15,5	16,5	18,4

Fonte: Adaptado de Tatum et al. (1986c).

Os efeitos do tamanho da estrutura corporal sobre características de carcaça de animais comerciais terminados em confinamento foram estudados por May et al. (1992a). As médias estimadas de acordo com o tamanho da estrutura corporal são apresentadas na Tabela 18. Houve pequeno efeito do tamanho na porcentagem de rendimento dos cortes principais da carcaça

quando a musculosidade, a espessura de gordura e o sexo dos animais (novilhas e novilhos) foram mantidos constantes.

May et al. (1992b) estudaram os efeitos de características fenotípicas de bovinos de corte (sexo, tamanho da estrutura corporal, musculosidade e gordura externa) no valor da carcaça, em três níveis de retirada da gordura externa. Os resultados obtidos mostraram que o valor da carcaça foi maximizado quando carcaças com menor espessura de gordura foram bem aparadas. O tamanho da estrutura corporal teve pequeno efeito no valor da carcaça, tanto em novilhas quanto em novilhos.

Tabela 18 – Médias estimadas de características de carcaça de acordo com o tamanho da estrutura corporal

Características	Pequeno	Médio	Grande
Peso de abate, kg	439	475	529
Peso de carcaça, kg	277	295	328
Área de olho de lombo, cm ²	76,2	79,4	85,8
Espessura de gordura, mm	15,2	13,5	11,5

Fonte: Adaptado de May et al. (1992a).

Com o objetivo de determinar os efeitos do tamanho da estrutura corporal e da musculosidade sobre o desempenho de novilhos em confinamento, Dolezal et al. (1993) conduziram um experimento com animais puros de raças de corte e de leite e cruzados de pelo menos 17 raças diferentes. Os novilhos foram abatidos quando atingiam espessura de gordura subcutânea de 12,7 mm. Houve efeito significativo do tamanho da estrutura corporal sobre todas as características estudadas, exceto na espessura de gordura, como esperado porque os animais foram abatidos no mesmo grau de acabamento de carcaça. As médias estimadas de algumas características estão na Tabela 19. O aumento do tamanho da estrutura corporal associou-se significativamente com maiores tempo de confinamento, peso de abate, peso de carcaça e rendimento de carcaça.

Tabela 19 – Médias estimadas de características de desempenho em confinamento e de carcaça de novilhos, de acordo com o tamanho da estrutura corporal

Características	Pequeno	Médio	Grande
Tempo de confinamento, dias	139	163	214
Peso de abate, kg	465	533	644
Peso de carcaça, kg	286	335	407
Rendimento de carcaça, %	61,5	62,8	63,2
Espessura de gordura, mm	13,3	13,7	13,6

Fonte: Adaptado de Dolezal et al. (1993).

Edwards e Wilton (1997) relataram os preços de venda de novilhos e novilhas classificados de acordo com dois tamanhos (grande e médio) e três categorias de peso vivo, em Ontario, Canadá. Para ambos os sexos, exceto para os animais mais leves, os animais de tamanho maior foram comercializados a preços mais elevados do que os de menor tamanho. As médias de preços de venda dos animais estão na Tabela 20.

Tabela 20 – Médias de preços de venda (dólares canadenses/100 kg de peso vivo) de bovinos de corte, de acordo com o sexo e o tamanho da estrutura corporal – Ontario, Canadá

Sexo/Peso Vivo	Médio	Grande
Novilhos:		
> 567 kg	190,01	198,34
454 a 567 kg	191,31	198,96
< 454 kg	174,56	174,57
Novilhas:		
> 454 kg	182,51	195,52
408 a 454 kg	180,86	191,48
< 408 kg	171,27	172,50

Fonte: Adaptado de Edwards e Wilton (1997).

O efeito do tamanho da estrutura corporal no preço de venda de animais jovens em leilões públicos no leste de Oklahoma foi estudado por Smith et al. (1998). As médias estimadas dos preços de venda de novilhos e novilhas de acordo com o tamanho são mostradas na Tabela 21. Os animais de tamanho pequeno foram comercializados por preços relativamente menores do que os de tamanhos médio e grande.

Tabela 21 – Médias de preços de venda (US\$/100 kg de peso vivo) de bovinos de corte, de acordo com o sexo e o tamanho da estrutura corporal – Oklahoma, Estados Unidos

Tamanho da Estrutura Corporal	Novilhos	Novilhas
Grande	170,20	150,76
Médio	165,00	144,21
Pequeno	128,66	104,47

Fonte: Adaptado de Smith et al. (1998).

Novilhos cruzados de dois tamanhos da estrutura corporal, sem características fenotípicas de Zebu, foram avaliados quanto às características de carcaça por Camfield et al. (1997), quando terminados em regime de confinamento. As médias estimadas do peso de carcaça, da área de olho de lombo e da espessura de gordura subcutânea estão na Tabela 22.

Tabela 22 – Médias estimadas do peso de carcaça, da área de olho de lombo e da espessura de gordura subcutânea de novilhos cruzados, de acordo com o tamanho da estrutura corporal – Arkansas, Estados Unidos

Características	Médio	Grande
Peso de carcaça, kg	252	261
Área de olho de lombo, cm ²	74,6	79,6
Espessura de gordura, mm	5,4	4,4

Fonte: Adaptado de Camfield et al. (1997).

Camfield et al. (1999) relataram os resultados de um experimento de nove anos de duração avaliando características de carcaça de novilhos de diferentes tamanhos da estrutura corporal, criados em dois regimes de terminação (confinamento e pastagens). As médias estimadas de acordo com o tamanho e o regime de terminação são resumidas na Tabela 23. Houve efeitos significativos do tamanho sobre todas as características estudadas, exceto no rendimento de carcaça de animais terminados em pastagens.

Tabela 23 – Médias estimadas de características de desempenho em confinamento e de carcaça de novilhos, de acordo com o tamanho da estrutura corporal e o regime de terminação – Arkansas, Estados Unidos

Características	Pequeno	Médio	Grande
Confinamento:			
Peso de abate, kg	385	427	470
Peso de carcaça, kg	229	257	289
Rendimento de carcaça, %	59,3	58,9	59,7
Área de olho de lombo, cm ²	58,4	62,7	72,4
Espessura de gordura, mm	13,0	11,5	6,0
Pastagens:			
Peso de abate, kg	349	391	488
Peso de carcaça, kg	202	226	264
Rendimento de carcaça, %	55,8	55,7	56,9
Área de olho de lombo, cm ²	54,4	55,4	65,0
Espessura de gordura, mm	6,0	5,5	3,0

Fonte: Adaptado de Camfield et al. (1999).

As avaliações do tamanho da estrutura corporal, como definidas nos padrões oficiais de classificação de bovinos de corte recomendados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 1979), têm o objetivo de refletir os pesos vivos nos quais os animais produzem carcaças do grau "Choice". Grona et al. (2002) estudaram a validade das avaliações do tamanho da estrutura corporal de 401 novilhos e 463 novilhas feitas no início do período de confinamento. Os coeficientes de determinação da regressão linear do peso vivo final no tamanho da estrutura corporal foram altos tanto para os novilhos (94%) como para as novilhas (89%), indicando que os escores de tamanho atribuídos pelos avaliadores no início do período de confinamento foram efetivos para identificar possíveis diferenças no peso vivo final dos animais no grau mínimo de marmorização.

Connell et al. (2002), na Venezuela, relataram resultados de um experimento envolvendo o tamanho da estrutura corporal de machos não-castrados, com 50% ou mais de Brahman, criados em regime de pastagens de boa qualidade e suplementação alimentar (semi-confinamento). As médias do ganho de peso, da altura na garupa e do peso de abate estão na Tabela 24.

Tabela 24 – Médias estimadas de características de desempenho em confinamento de novilhos, de acordo com o tamanho da estrutura corporal – Venezuela

Características	Pequeno	Médio	Grande
Ganho de peso, kg/dia	0,801	0,773	0,844
Peso de abate, kg	470	481	506
Altura na garupa, cm	132,5	133,9	137,4

Fonte: Adaptado de Connell et al. (2002).

Considerações Finais

Na fase de reprodução, a síntese dos resultados publicados na literatura mostra que as vacas de tamanhos médio e grande são mais eficientes do que as vacas de tamanho pequeno, quando as condições de alimentação e manejo não são limitantes. No entanto, a conclusão de Bowman (1973), de que nenhuma generalização sobre o mais eficiente tamanho de vaca pode ser feita, é apropriada na atual conjuntura. Para tanto, é necessário que resultados de pesquisa sejam obtidos, em diferentes sistemas de produção, para recomendar estratégias de uso dos recursos genéticos para a produção de carne bovina no Brasil.

Na fase de produção, a maioria (67%) dos resultados foi favorável aos animais de tamanho grande, com exceção dos graus de acabamento e qualidade da carcaça. Isto indica que, para atender diferentes especificações de mercado, há necessidade de se produzir animais com tamanhos diferentes em diferentes sistemas de produção.

O tamanho da estrutura corporal, como característica categórica (geralmente na escala de 1 a 9), é usado atualmente na indústria de carne bovina dos Estados Unidos para descrever o tamanho do esqueleto em bovinos de corte. De acordo com Vargas et al. (2000), pesquisas devem ser conduzidas para identificar os tamanhos da estrutura corporal mais apropriados para otimizar a produtividade sob condições específicas de ambiente, manejo, sistema de acasalamento e mercado.

Finalmente, deve ser mencionado que o melhoramento da eficiência produtiva envolve o ajuste do tamanho da estrutura corporal das vacas ao ambiente ou o ajuste do ambiente ao tamanho ou, ainda, ambos, como concluído por Fitzhugh (1978). Além disso, deve-se levar em consideração as duas fases do ciclo produtivo (reprodução e produção).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, N. J.; FOX, F. Performance of various types of cattle. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, Proc. Western Section, v. 25, p. 52, 1974.
- ADAMS, N. J.; SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L. Carcass and palatability characteristics of Hereford and crossbred steers. *Journal of Animal Science*, v. 45, p. 438, 1977.
- ADAMS, N. J.; SMITH, G. C.; SAVELL, J. W. et al. Frame size and muscling effects on cattle performance and carcass characteristics. In: BEEF CATTLE RESEARCH IN TEXAS, p. 162-164, 1981 (Progress Report-3818).
- BAKER, J. H.; KROPP, J. R.; TURMAN, E. J. et al. Growth rates and relationships among frame size, performance traits and scrotal circumference in young beef bulls. In: ANIMAL SCIENCE RESEARCH REPORT, Oklahoma Agricultural Experiment Station, Oklahoma State University, Stillwater, 1981, p. 24-30 (MP-112).
- BARBOSA, P. F.; LEDIC, I. L.; DERAGON, L. A. G. Análises de componentes principais de características morfológicas, peso, idade e circunferência escrotal de touros Zebu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Julho de 1997, Juiz de Fora, MG. *Anais ... Juiz de Fora: SBZ*, p. 235-237, 1997.
- BIF. *Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs*, 8th ed. Athens, GA: Beef Improvement Federation and University of Georgia, 2002. 165p.
- BOWMAN, J. C. Discussion: size and productivity symposium. *Proceedings... British Society of Animal Production (New series)*, v. 2, p. 43-44, 1973.
- BRUNGARDT, V. H. *Efficiency and profit differences in Angus, Charolais and Hereford cattle varying in size and growth*. Madison: University of Wisconsin, Meat and Animal Science Research Report R2397-R2401, 1972.
- BYERS, F. M.; ROMPALA, R. E. Rate of protein deposition in beef cattle as a function of mature size and weight and rate of empty body growth. Ohio Agricultural Research Development Center, *Beef Research Report* 79-1, p. 36, 1979.
- CAMFIELD, P. K.; BROWN Jr.; H. A.; LEWIS, P. K. et al. Effects of frame size and time-on-feed on carcass characteristics, sensory attributes, and fatty acids profiles of steers. *Journal of Animal Science*, v. 75, p. 1837-1844, 1997.
- CAMFIELD, P. K.; BROWN Jr.; H. A.; JOHNSON, Z. B. et al. Effects of growth type on carcass traits of pasture- or feedlot-developed steers. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 2437-2443, 1999.
- CARTWRIGHT, T. C. Developing animal breeding strategies to increase herd efficiency and to cope with change. In: A. S. NIVISION MEMORIAL ADDRESS, 5., Armidale, Australia, August, 1982. Armidale: University of New England, 1982, p. 7-16.
- CARTWRIGHT, T. C.; FITZHUGH Jr., H. A.; LONG, C. R. Systems analysis of sources of genetic and environmental variation in efficiency of beef production: crossbreeding. *Journal of Animal Science*, v. 40, n. 3, p. 433-443, 1975.
- CARTWRIGHT, T. C.; STOKES, K. W.; STUTH, J. W. et al. Evaluation of effect of cow size and milk production on herd productivity in Central Texas. In: BEEF CATTLE RESEARCH IN TEXAS, 1981, p. 94-97 (Progress Report-3794).
- CONNELL, J.; HUERTA-LEIDENZ, N.; RODAS-GONZÁLEZ, A. Respuesta a la tipificación en pie, suplementación y anabolizantes de becerros em crecimiento a sabana. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, v. 10, n. 3, p. 156-163, 2002.
- CRICKENBERGER, R. G.; FOX, D. G.; MAGEE, W. T. Effect of cattle size and protein level on the utilization of high corn silage or high grain rations. *Journal of Animal Science*, v. 46, p. 1748, 1978.
- DOLEZAL, H. G.; TATUM, J. D.; WILLIAMS Jr., F. L. Effects of feeder cattle frame size, muscle thickness, and age class on days on feed, weight, and carcass composition. *Journal of Animal Science*, v. 71, n. 11, p. 2975-2985, 1993.

- DHUYVETTER, J. **Beef cattle frame scores**. Fargo: North Dakota State University Extension Service, 1995, 5p.
- EDWARDS, A. M.; WILTON, J. W. Ontario beef cattle marketing prices. In: ONTARIO BEEF RESEARCH UPDATE, University of Guelph, 1997, 4p.
- FITZHUGH Jr., H. A. Animal size and efficiency, with special reference to the breeding female. **Animal Production**, v. 27, n. 3, p. 393-401, 1978.
- FITZHUGH Jr., H. A.; CARTWRIGHT, T. C.; LONG, C. R. Systems analysis of sources of genetic and environmental variation in efficiency of beef production: heterosis. **Journal of Animal Science**, v. 40, n. 3, p. 421-432, 1975.
- GRONA, A. D.; TATUM, J. D.; BELK, K. E. et al. An evaluation of the USDA standards for feeder cattle frame size and muscle thickness. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 3, p. 560-567, 2002.
- HAMMACK, S. P.; GILL, R. J. Frame score and weight of cattle. In: TEXAS ADAPTED GENETIC STRATEGIES, Texas Agricultural Extension Service, College Station, Texas, 1997. (Publication L-5176).
- KAUFFMAN, R. G.; SMITH, R. E.; LONG, R. A. Bovine topography and its relationship to composition. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 23, p. 100, 1970.
- KAUFFMAN, R. G.; GRUMMER, R. H.; SMITH, R. E. et al. Does live-animal and carcass type influence gross composition? **Journal of Animal Science**, v. 37, p. 1112, 1973.
- KIDWELL, J. F.; McCORMICK, J. A. The influence of body size and type on growth and development of cattle. **Journal of Animal Science**, v. 15, p. 109, 1956.
- KLOSTERMAN, E. W.; PARKER, C. F. Effect of breed and Sex upon feed efficiency in beef cattle. Ohio Agricultural Research Development Center, **Research Bulletin** 1088, 1976.
- KNOX, J. H.; KOGER, M. A comparison of gains and carcasses produced by three types of feeder steers. **Journal of Animal Science**, v. 5, p. 331, 1946.
- LASLEY, J. F. **Beef Cattle Production**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1981, p. 180.
- LEWIS, T. R.; SUESS, G. G.; KAUFFMAN, R. G. Subjective appraisal of carcass traits in live market animals. **Journal of Animal Science**, v. 27, p. 1134 (Abstr.), 1968.
- LONG, C. R. Preweaning performance of terminal cross calves from bulls of contrasting frame size. In: BEEF CATTLE RESEARCH IN TEXAS, p.14, 1983 (Brief Progress Report-4067).
- LONG, C. R.; CARTWRIGHT, T. C.; FITZHUGH Jr., H. A. Systems analysis of sources of genetic and environmental variation in efficiency of beef production: cow size and management. **Journal of Animal Science**, v. 40, n. 3, p. 409-420, 1975.
- LUSH, J. L. The relation of body shape of feeder steers to rate of gain, to dressing percentage and to value of dressed carcass. College Station, TX: Texas Agricultural Experiment Station, **Bulletin** 471, 1932.
- MAY, S. G.; MIES, W. L.; EDWARDS, J. W et al. Beef carcass composition of slaughter cattle differing in frame size, muscle score and external fat. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 8, p. 2431-2445, 1992a.
- MAY, S. G.; MIES, W. L.; EDWARDS, J. W et al. Effect of frame size, muscle score, and external fatness on live and carcass value of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3311-3316, 1992b.
- MCCARTHY, F. D.; HAWKINS, D. R.; BERGEN, W. D. Dietary energy density and frame size effects on composition of gain in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 3, p. 781-790, 1985.
- McKIERNAN, W. A. **Frame scoring of beef cattle**. New South Wales Department of Primary Industries (Agfact A2.3.4), 2005, 7p.
- McKIERNAN, W. A.; HOFFMAN, W.; BARWICK, S. A. et al. Feeder steer assessments that are guides to feedlot and carcass performance. Armidale: Proc. ... Beef Products Conference, New South Wales Agriculture, 1998, 7p.
- MUSAH, A. I.; SCHWABE, C.; WILLHAM, R. L. et al. Pelvic development as affected by relaxin in three genetically selected frame sizes of beef heifers. **Biology of Reproduction**, v. 34, n. 2, p. 363-369, 1986.

- NEHMI FILHO, V. A. Aumenta o tamanho da vaca ideal. In: ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA, 2005, p. 24-26. São Paulo: Insituto FNP, 2005.
- OLSON, L. W.; PESCHEL, D. E.; PAULSON, W. H. et al. Effects of cow size on cow productivity and on calf growth, postweaning growth efficiency and carcass traits. *Journal of Animal Science*, v. 54, n. 4, p. 704-712, 1982.
- OLSON, T. Reproductive efficiency of beef cows according to their mature size. In: BEEF CATTLE SHORT COURSE, University of Florida, Gainesville, p. 33-39, 1993.
- PRESTON, T. R.; WILLIS, M. B. **Intensive Beef Production**, 2nd ed. Oxford: Pergamon Press Ltd., 1974. 567p.
- RITCHIE, H. D. The optimum cow: what criteria must she meet? In: BEEF IMPROVEMENT FEDERATION ANNUAL CONFERENCE, Sheridan, WY (USA), 1995, p. 126-145.
- ROSADO, M. L. Características reprodutivas, produtivas e biométricas de fêmeas nelores e F1 Europeu-Nelore. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 108p. (Tese de Mestrado em Zootecnia).
- SCHMIDT-NIELSEN, K. **Scaling: why animal size is so important?** New York, NY: Cambridge University Press, 1993. 241p.
- SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L.; ADAMS, N. J. Carcass characteristics of some old and some new breeds of cattle. In: INTERNATIONAL STOCKMAN'S SCHOOL (San Antonio, Texas), v. 14, p. 542, 1977.
- SMITH, S. C.; GILL, D. R.; JONES, S. C. et al. Effect of selected characteristics on the sale price of feeder cattle in Eastern Oklahoma. In: ANIMAL SCIENCE RESEARCH REPORT, Department of Animal Science, Oklahoma State University, Stillwater, p. 89-95, 1998.
- STOKES, K. W. **Economics of alternative beef management/marketing systems**. College Station, TX: Texas A&M University, 1980. Dissertation (Ph.D. em Animal Science) – Texas A&M University, 1980.
- STONAKER, H. N.; HAZALEUS, M. H.; WHEELER, S. S. Feedlot and carcass characteristics of individually fed comrest and conventional type Hereford steers. *Journal of Animal Science*, v. 11, p. 17, 1952.
- TATUM, J. D.; SMITH, G. C.; MURPHEY, C. E. et al. Feeder cattle frame size, muscling and subsequent carcass characteristics. In: BEEF CATTLE RESEARCH IN TEXAS, p. 158-162, 1981 (Progress Report-3817).
- TATUM, J.D.; WILLIAMS Jr., F. L.; BOWLING, R. A. Effects of feeder-cattle frame size and muscle thickness on subsequent growth and carcass development. I. An objective analysis of frame size and muscle thickness. *Journal of Animal Science*, v. 62, n. 1, p. 109-120, 1986a.
- TATUM, J.D.; DOLEZAL, H. G.; WILLIAMS Jr., F. L. et al. Effects of feeder-cattle frame size and muscle thickness on subsequent growth and carcass development. II. Absolute growth and associated changes in carcass composition. *Journal of Animal Science*, v. 62, n. 1, p. 121-131, 1986b.
- TATUM, J.D.; WILLIAMS Jr., F. L.; BOWLING, R. A. Effects of feeder-cattle frame size and muscle thickness on subsequent growth and carcass development. III. Partitioning of separable carcass fat. *Journal of Animal Science*, v. 62, n. 1, p. 132-138, 1986c.
- USDA. **Official United States Standards for Grades of Feeder Cattle**. Washington, DC: Standardization Branch, Agricultural Marketing Service, USDA, 1979.
- VARGAS, C. A.; OLSON, T. A.; CHASE Jr., C. C. et al. Influence of frame size and body condition score on performance of Brahman cattle. *Journal of Animal Science*, v. 77, n. 12, p. 3140-3149, 1999.
- VARGAS, C. A.; WLZO, M. A.; CHASE Jr., C. C. et al. Genetic parameters and relationships between hip height and weight in Brahman cattle. *Journal of Animal Science*, v. 78, n. 12, p. 3045-3052, 2000.
- WARWICK, E. J. Effective performance recording in beef cattle. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 2., Maryland, 1968. **Proceedings...** p. 149-159, 1968.