



Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia

Ivan Luiz Brondani¹, Alexandre Amstalden Moraes Sampaio², João Restle³, Dari Celestino Alves Filho⁴, Leandro da Silva Freitas⁵, Gláucia Azevedo do Amaral⁶, Magali Floriano da Silveira⁷, Ian Machado Cezimbra⁸

¹ Departamento de Zootecnia da UFSM.

² Departamento de Zootecnia - UNESP - Campus Jaboticabal.

³ Pesquisador visitante - CNPQ, UFG.

⁴ Departamento de Zootecnia da UFSM.

⁵ Graduação em Zootecnia da UFSM. Bolsista PIBIC-CNPq.

⁶ Graduação em Zootecnia da UFSM. Bolsista FAPERGS.

⁷ Pós-Graduação em Zootecnia da UFSM.

⁸ Graduação em Zootecnia da UFSM.

RESUMO - Com o objetivo de estudar as características qualitativas da carcaça e da carne de bovinos machos não-castrados abatidos aos 13-14 meses de idade, foram utilizados 16 animais, oito Aberdeen Angus (AA) e oito Hereford (HE), alimentados na fase de terminação com dietas formuladas com dois níveis de energia digestível (ED), o menor 3,07 Mcal/kg de ED (12% de concentrado) e o maior 3,18 Mcal/kg de ED (32% de concentrado). Os animais foram confinados a partir dos 9 meses de idade com peso médio de 220,31 kg e foram abatidos quando, por estimativa, o peso da carcaça atingiu, no mínimo, 190 kg. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, em esquema fatorial 2 x 2 (duas raças vs dois níveis de energia). A carne dos animais HE perdeu menos líquido durante os processos de descongelamento e cocção. Além disso, apresentou maior maciez pelo painel de avaliadores e pelo aparelho Shear Force. As carcaças dos animais que receberam o maior nível de energia na dieta apresentaram maior proporção de músculo e, durante o processo de descongelamento, perdeu menos líquido (2,54 vs 7,22%). Quando avaliada pelo aparelho Shear Force, a carne dos animais alimentados com maior nível de energia na dieta mostrou-se mais macia. Verificou-se interação significativa raça x nível de energia para o sabor e a coloração da carne, de modo que a carne dos animais AA, alimentados com menor nível de energia, mostrou-se mais saborosa e com melhor coloração.

Palavras-chave: Aberdeen Angus, bovinos jovens, características qualitativas de carcaça, Hereford, qualidade da carne

Physical composition of carcass and qualitative characteristics of meat of young bulls from different breed fed diets with different energy levels

ABSTRACT - The objective of this trial was to study the physical composition of carcass and the qualitative characteristics of the meat of 16 finishing young bulls, eight Aberdeen Angus (AA) and eight Hereford (HE), fed diets with two energy levels (lower: 3.07 Mcal/kg of digestible energy – 12% of concentrate; or higher: 3.18 Mcal/kg of digestible energy – 32% of concentrate). Animals were feedlot fed since 9 months of age and an average body weight of 220.31 kg and were slaughtered when the estimate carcass weight reached at least 190 kg. A completely randomized design with a 2 x 2 factorial arrangement of treatments (two breeds vs. two energy levels) was used. Within breed, meat from HE showed the lowest loss of liquid during thawing and cooking. Meat from HE animals also showed the greatest tenderness when evaluated either by a panel or by the Shear force technique. Animals fed the higher energy diet had greater proportion of muscle, lower loss of liquid at thawing (2.54 vs. 7.22%), and a more tender meat (Shear force) than those fed the lower energy diet. A significant interaction was observed between breed and energy level for both meat flavor and color; AA bulls fed the higher energy diet had meat with greater flavor and better color.

Key Words: Aberdeen Angus, carcass physical characteristics, Hereford, meat quality, young bulls

Introdução

A qualidade da carne é um dos fatores mais importantes para sua comercialização. Entretanto, a carne bovina não

possui o padrão de qualidade desejado e concorre com as de outras espécies, como a de suíno e de frango, que apresentam constância em sua qualidade. Essa variação na qualidade resulta de vários fatores inerentes ao animal e à

alimentação. Apesar de a cor da carne não afetar sua palatabilidade ou seu valor organoléptico (Müller, 1987), é um aspecto importante na comercialização, visto que carnes com coloração mais escura sofrem maior rejeição por parte dos consumidores. Segundo Boggs & Merkel (1981) e Müller (1987), a coloração da carne tende a acentuar-se com o avançar da idade dos animais.

Restle et al. (2000) salientaram que os bezerros, em comparação aos novilhos, apresentam melhor capacidade de transformar o alimento consumido em ganho de peso. Restle & Vaz (1997), no entanto, afirmaram que reduzir a idade de abate visando ao abate entre 12 e 14 meses requer maior nível alimentar, com maior concentração de nutrientes na dieta. De acordo com Vaz et al. (2002), que testaram diferentes níveis de concentrado como suplemento para vacas de descarte mestiças Charolês x Nelore, o aumento do nível energético da dieta, além de elevar o ganho de peso dos animais no período de terminação, possibilitando o abate em idade mais jovem, não prejudica as características da carne.

No intuito de colaborar para a melhoria da qualidade da carne ofertada pelo pecuarista, avaliaram-se a composição física da carcaça e as características qualitativas da carne de bovinos Aberdeen Angus e Hereford alimentados com dietas formuladas com diferentes níveis de energia.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da UFSM e no matadouro frigorífico São Vicente, ambos localizados no município de Santa Maria, RS, utilizando-se 16 carcaças de bovinos machos não-castrados das raças Aberdeen Angus (AA) ou Hereford (HE), com média de 13,5 meses de idade, terminados em confinamento. Os animais permaneceram em baias individuais semicobertas (5 m²), com piso cimentado, providas de comedouro e bebedouro com torneira bóia. Ao início do período de confinamento, os animais apresentavam nove meses de idade e 220,31 kg de peso vivo. Os animais foram submetidos aos seguintes tratamentos: AABE - bovinos Aberdeen Angus alimentados com dieta com menor nível de energia (3,07 Mcal de energia digestível); HEBE - bovinos da raça HE alimentados com dieta com menor nível de energia (3,07 Mcal de ED); AAAE - bovinos Aberdeen Angus alimentados com dieta com maior nível de energia (3,18 Mcal de ED); e HEAE - bovinos Hereford alimentados com dieta com maior nível de energia (3,18 Mcal de ED).

O volumoso utilizado foi silagem de milho (híbrido AG5011) cortado a 20 cm do solo, com participação de 36%

de grãos na MS. A composição das dietas e dos ingredientes é apresentada nas Tabelas 1 e 2. Observa-se na Tabela 1 que a dieta com maior nível de energia foi composta de 20 pontos percentuais a mais de concentrado em comparação àquela menos energética (32 x 12%, respectivamente). A quantidade de PB na dieta foi ajustada para proporcionar ganho de peso diário de 1,2 kg (NRC, 1984). O uso de ionóforo foi necessário para o controle da eimeriose, enfermidade comum no local de pesquisa.

À medida que os animais atingiram o peso pré-determinado (190 kg de carcaça, estimando-se que apresentavam 55% de rendimento de carcaça), foram encaminhados ao abate, realizado em frigorífico comercial a 25 km do confinamento, conforme a rotina do frigorífico. Após a lavagem, as carcaças foram resfriadas durante 24 horas a -2°C e, posteriormente, foram retiradas das câmaras frias, efetuando-se um corte transversal no músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e a 13^a costela. Exposto o músculo, foi medido o marmoreio da carne, conforme escala de 1 a 18 pontos (Müller, 1987). Nesse mesmo local, também foram realizadas as leituras da coloração e textura da carne, de acordo com escala de 1 a 5 pontos (Müller, 1987).

Segundo a técnica preconizada por Hankins & Howe (1946), adaptada por Müller et al. (1973), foi retirado um corte de cada meia-carcaça direita (na secção da 10^a, 11^a e 12^a costelas) para separação em músculo, osso e gordura.

Tabela 1 - Composição da dieta de acordo com os tratamentos
Table 1 - Ingredient composition of the experimental diets

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Tratamento <i>Treatment</i>			
	AABE	HEBE	AAAE	HEAE
Silagem de milho, % <i>Corn silage</i>	88,17	88,42	67,35	68,38
Grão de sorgo, % <i>Sorghum grain</i>	-	-	19,22	17,83
Farelo de soja, % <i>Soybean meal</i>	10,74	10,52	12,27	12,62
Calcário calcítico, % <i>Limestone</i>	0,82	0,82	0,98	0,98
Sal, % <i>Salt</i>	0,17	0,17	0,15	0,15
Fosfato bicálcico, % <i>Dicalcium phosphate</i>	0,10	0,07	0,03	0,04
Ionóforo (rumensin) (g/animal/dia) <i>Ionophore, g/animal/day</i>	1,70	1,79	1,72	1,83
Energia digestível (Mcal/kg MS) <i>Digestible energy Mcal/kg DM</i>	3,07	3,07	3,18	3,18

AABE: Aberdeen Angus baixa energia (AALE: Aberdeen Angus low energy); HEBE: Hereford baixa energia (HELE: Hereford low energy); AAAE: Aberdeen Angus alta energia (AAHE: Aberdeen Angus high energy); HEAE: Hereford alta energia (HEHE: Hereford high energy).

Tabela 2 - Percentuais médios de nutrientes, digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e quantidade, em Mcal/kg MS, de energia digestível (ED) das dietasTable 2 - Average percentage nutrient contents, *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD) and content (Mcal/kg) of digestible energy (DE) of dietary ingredients

Item	MS (%) DM (%)	PB (%) ¹ CP (%)	FDN (%) ¹ NDF (%)	FDA (%) ¹ ADF (%)	Ca (%) ¹	P (%) ¹	DIVMO (%) IVOMD (%)	ED (Mcal/kg MS) DE (Mcal/kg DM)
Silagem de milho (<i>Corn silage</i>)	30,69	8,98	49,28	28,85	0,23	0,22	69,0	3,02
Grão de sorgo (<i>Sorghum grain</i>)	87,26	6,50	16,40	5,27	0,03	0,32	82,0	3,55
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	88,10	46,32	19,77	8,09	0,29	0,68	90,0	3,80
Calcário calcítico (<i>Limestone</i>)	100,00	-	-	-	36,00	-	-	-
Cloreto de sódio (<i>Salt</i>)	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	100,00	-	-	-	22,00	19,00	-	-

* Valores expressos em 100% da MS.

* Values expressed in % of DM.

Depois de pesados, esses componentes foram utilizados para determinação da composição física, em percentual da carcaça, utilizando-se os dados em equações preconizadas por Hankins & Howe (1946). Seqüencialmente, o músculo *Longissimus dorsi* da secção foi devidamente embalado, identificado e congelado a -18°C. Após um mês de congelamento, foram retirados de cada porção do músculo dois bifes com 2,5 cm de espessura, que foram pesados, identificados, colocados em bandejas de alumínio e descongelados em refrigerador durante 12 horas a 4°C. Depois de descongelados, foram novamente pesados para o cálculo da perda de peso em forma de líquidos durante o descongelamento.

Na fase seguinte, os bifes foram colocados em bandejas individuais, sendo pesados e assados em forno a gás (15 minutos) até que a temperatura interna atingisse 70°C. Depois de assados, foram novamente pesados, com e sem sua respectiva bandeja, para obtenção da perda de peso na forma de líquidos durante a cocção, perdas que ocorrem por drenagem e por evaporação.

A seguir, utilizou-se um painel composto por quatro pessoas treinadas em análise sensorial, que avaliaram a maciez, suculência e palatabilidade da carne assada (um bife de cada animal). Para essas três avaliações, também foi utilizada escala de pontos de 1 a 9 (Müller, 1987). A maciez da carne também foi medida de forma objetiva no segundo bife de cada secção, utilizando-se aparelho Warner Bratzler Shear, que determina a força necessária para o cisalhamento do feixe de fibras da carne assada (média de seis análises por bife).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 (duas raças x dois níveis de energia), com quatro repetições por tratamento, de acordo com o seguinte modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = observação da variável dependente correspondente à raça i , ao nível de energia j e à repetição k ; μ = média de todas as observações; α_i = efeito da i -ésima

raça, sendo 1 = Aberdeen Angus e 2 = Hereford; j = efeito do j -ésimo nível de energia, sendo 1 = menor nível e 2 = maior nível; $(\alpha\beta)_{ij}$ = interação raça de ordem i x nível de energia de ordem j ; E_{ijk} = erro experimental referente à observação da raça i , do nível de energia j e da repetição k .

A análise estatística foi feita por meio de análise de variância e pelo teste F, utilizando-se o pacote estatístico SAS (1997). Quando comparados os níveis dos efeitos principais, aplicou-se o teste F a 10% de significância e, quando a interação foi significativa, adotou-se o teste Tukey a 5% de significância para comparação das médias das combinações entre os níveis dos fatores. No estudo das correlações, foi adotado o nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

A interação raça x nível de energia foi significativa ($P < 0,05$) apenas para a palatabilidade e a cor da carne. Na Tabela 3 são apresentados os resultados referentes à cor e à palatabilidade da carne, de acordo com a raça e o nível de energia da dieta.

O nível energético da dieta influenciou a cor da carne apenas nos animais Aberdeen Angus, que receberam o menor nível de energia e apresentaram carne com melhor coloração (vermelho viva). Nos animais Hereford, não se verificou diferença entre os níveis de energia testados. Segundo Müller (1987), a cor da carne não afeta a palatabilidade ou seu valor organoléptico, mas é importante na comercialização, visto que carnes com coloração escura normalmente são rejeitadas pelo consumidor.

O nível de energia da dieta afetou a palatabilidade da carne dos animais Aberdeen Angus, de modo que o aumento do nível energético da dieta piorou a palatabilidade. Por outro lado, nos animais Hereford (HE), o nível energético da dieta não influenciou a palatabilidade da carne.

Essa interação pode estar relacionada a fatores que afetam esta características, como a perda ao descongela-

Tabela 3 - Médias e erros-padrão para cor e palatabilidade da carne de acordo com as raças e os níveis de energia na dieta

Table 3 - Means and standard errors for meat palatability and meat color according to breed and dietary energy level

Nível de energia Energy level	Raça Breed		Média Mean
	Aberdeen Angus	Hereford	
Cor, pontos* Color, score*			
Menor (Lower)	5,00±0,28 ^a	4,25±0,28 ^{ab}	4,50±0,20
Maior (Higher)	4,00±0,28 ^b	4,50±0,28 ^{ab}	4,38±0,20
Média (Mean)	4,63±0,20	4,25±0,20	
Palatabilidade, pontos** Palatability, score**			
Menor (Lower)	6,19±0,22 ^a	5,38±0,22 ^b	6,09±0,16
Maior (Higher)	5,50±0,22 ^b	5,69±0,22 ^{ab}	5,75±0,16
Média (Mean)	5,78±0,16	5,59±0,16	

^{a,b} Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste Tukey (P<0,05).
* 1 – vermelho escuro; 5 – vermelho vivo.

** 1 – carne extremamente impalatável; 9 – carne extremamente saborosa.

^{a,b} Means followed by different letter differ (P<0.05) by Tukey test.

* 1 – dark red; 5 – very dark red.

** 1 – meat extremely without palatability; 9 – meat extremely palatable.

mento, o grau de marmoreio e a maciez da carne. Observou-se correlação negativa, no maior nível de energia, entre a palatabilidade e a perda ao descongelamento ($r = -0,85$; $P < 0,01$), indicando que, quanto maior a quantidade de líquidos, maior a perda ao descongelamento e menor a palatabilidade da carne. Costa et al. (2002) observaram boa correlação entre quantidade de gordura intramuscular e palatabilidade, o que não ficou evidenciado neste experimento. Boas correlações, também para o maior nível de energia, foram obtidas entre a palatabilidade e a maciez avaliadas pelo painel ($r = 0,72$; $P < 0,05$) e pelo aparelho Shear Force ($r = -0,76$; $P < 0,05$).

Os pesos de abate e de carcaça quente não foram analisados estatisticamente, visto que esses pesos foram direcionados, ou seja, os animais foram abatidos quando apresentaram, por estimativa, peso mínimo de 190 kg de carcaça (peso aceito para bovinos machos de 12 meses por muitos frigoríficos da região).

O tipo racial do animal não afetou as porcentagens de músculo, gordura e osso, resultando em diferença menor que 1% entre as porcentagens de músculo. O fato de os animais terem sido abatidos entre os 13 e 14 meses de idade não prejudicou a porcentagem de músculo, fração mais importante da carcaça, pois os resultados foram bastante próximos aos obtidos por Restle et al. (1999), Moletta & Restle (1996) e Müller & Primo (1986), em bovinos Hereford (62,5% de músculo), Aberdeen Angus (63,78%) e Hereford (63,89%), respectivamente, abatidos aos 24 meses de idade.

O músculo é a fração mais importante da carcaça se considerada sua maior procura pelo consumidor. Segundo Berg & Butterfield (1976), uma boa carcaça deve ter grande quantidade de músculo, pequena de osso e uma quantidade de gordura que varia de acordo com a preferência do consumidor. De acordo com esses autores, a proporção de músculo varia inversamente com a gordura. Costa et al. (2002), no entanto, salientaram que, no mercado interno, o peso de abate para animais da raça Aberdeen Angus não deveria ser superior a 400 kg, em virtude do excesso de gordura, que resulta em recortes na carcaça.

A preferência dos frigoríficos por carcaças com alta participação de músculo pode ser atribuída ao peso individual desses cortes na desossa e à facilidade para distribuição aos supermercados. Observou-se boa correlação entre a porcentagem de músculo e a de dianteiro ($r = 0,80$; $P < 0,05$) nos animais Aberdeen Angus. Todavia, a quantidade de gordura também é importante, pois, durante o resfriamento, reduz a perda por exsudação e mantém o bom aspecto visual. O consumidor, em geral, não está interessado na gordura, mas o “sabor” é importante e depende de boa participação de gordura na carcaça e do marmoreio dessa carne (Müller, 1987). Por outro lado, se dependesse do produtor, ele provavelmente ofertaria carcaças com o mínimo de gordura, pois este é o tecido de deposição mais onerosa.

A porcentagem de osso, no entanto, é a fração mais constante na carcaça, justificando a falta de diferença estatística entre as raças Aberdeen Angus e Hereford. A similaridade entre as raças na composição física da carcaça se deve à proximidade das raças quanto à origem e à aptidão. Ambas são raças de médio porte, de origem britânica e com boa precocidade na deposição de gordura.

Não houve efeito da raça sobre as relações músculo:osso e músculo + gordura (porção comestível):osso. Na raça Aberdeen Angus, houve boa associação da relação músculo:osso com a conformação ($r = 0,90$; $P < 0,01$). Geralmente, a alta participação de gordura na carcaça influencia na relação porção comestível:osso. Costa et al. (2002) observaram relação de 6,14 em carcaças com 26,51% de gordura. Neste trabalho, nenhuma correlação significativa foi observada nesse aspecto, mas houve para a relação porção comestível:osso e para a área do músculo *Longissimus dorsi* ($r = 0,82$; $P < 0,05$) na raça AA.

Apesar de a raça Aberdeen Angus ser caracterizada pelo alto grau de marmoreio da carne, quando se estudou a gordura intramuscular da carne, não houve efeito ($P > 0,10$) da raça, sendo observados valores entre leve mais e pouco menos. Alguns autores (Berg & Butterfield, 1976; Shorthose & Harris, 1991) acreditam em uma ordem lógica de deposição de diferentes tipos de gordura e citam o

Tabela 4 - Médias e erros-padrão para características qualitativas da carcaça de acordo com as raças

Table 4 - Means and standard errors for carcass qualitative characteristics according to breed

Característica Characteristic	Raça Breed		P>F
	Aberdeen Angus	Hereford	
Peso de abate, kg (Slaughter weight)	371,25±6,13	375,88±6,13	-
Peso de carcaça quente, kg (Hot carcass weight)	204,13±4,26	202,00±4,26	-
Músculo na carcaça, % (Carcass muscle)	63,53±1,16	63,24±1,16	0,8601
Músculo, kg (Muscle)	126,41±3,85	126,53±3,85	0,7360
Gordura na carcaça, % (Carcass fat)	20,81±1,42	20,26±1,42	0,7917
Gordura, kg (Fat)	42,11±3,08	40,50±3,08	0,7195
Osso na carcaça, % (Carcass bone)	15,77±0,56	16,41±0,56	0,4321
Osso, kg (Bone)	31,73±1,12	32,86±1,12	0,4897
Relação músculo/osso (Muscle/bone ratio)	4,06±0,14	3,80±0,14	0,3690
Relação músculo+gordura/osso (Muscle+fat/bone ratio)	5,41±0,23	5,12±0,23	0,3918
Marmoreio, pontos* (Marbling)	7,25±0,92	6,88±0,92	0,7781
Textura, pontos** (Texture)	3,75±0,31	4,00±0,31	0,4744
Perda no descongelamento, % (Thawing loss)	6,66±0,91	3,10±0,91	0,0175
Perda na cocção, % (Cooking loss)	22,09±2,14	16,50±2,14	0,1549
Perda por dreno, % (Liquid loss)	11,07±1,32	7,50±1,32	0,0804
Perda por evaporação, % (Evaporation loss)	11,02±1,02	10,00±1,02	0,4907
Maciez, pontos*** (Tenderness)	7,16±0,33	8,16±0,33	0,0553
Suculência, pontos*** (Juiciness)	5,97±0,23	5,88±0,23	0,7832
Shear force, kgf/cm ³ (Shear force)	3,80±0,50	2,54±0,50	0,1004

* Escala de pontos de 1 a 18 (4-6 = leve e 7-9 = pequeno).

** Escala de pontos de 1 a 5 (1 = muito grosseiro e 5 = muito fina).

*** Escala de 1 a 9 pontos (quanto maior o valor, mais macia e succulenta a carne).

* Scale from 1 to 18 (4-6 = slight and 7-9 = small).

** Scale from 1 to 5 (1 = very coarse and 5 = very thin).

*** Scale from 1 to 9 points (greater the value, more tender and juicy is the meat).

marmoreio como a última gordura a ser depositada, embora esta teoria seja discutida por outros autores (Di Marco, 1998; Vaz & Restle, 2003), que acreditam que vários fatores, incluindo alterações da curva de crescimento e diferenças de níveis alimentares em diferentes fases da vida, influenciam essa característica. Não houve diferença ($P>0,10$) para a participação de gordura na carcaça; apenas aqueles animais alimentados com o menor nível de energia na dieta apresentaram maior ($P<0,05$) espessura de gordura subcutânea. Na média, os animais Hereford apresentaram maior valor (4,94 x 3,62 mm) em comparação aos AA (Brondani et al., 2004). De certa forma, isso poderia levar à conclusão errônea de que os animais Aberdeen Angus atingem a maturidade em fase mais tardia, o que não foi comprovado pela maturidade fisiológica (Brondani et al., 2004).

A gordura intramuscular é uma característica importante, pois é a fração do tecido adiposo que se deposita na fibra muscular e que, de modo geral, contribui para o sabor e a maciez da carne (Müller, 1987), características perceptíveis e apreciadas pelo consumidor. Na raça AA, observou-se correlação negativa com a maciez da carne determinada pelo Shear Force ($r = -0,79$; $P<0,05$), o que está de acordo com os resultados descritos por Costa et al. (2002), que observaram r de $-0,20$, e May et al. (1992), r de $-0,61$, demonstrando que

carne com maior grau de marmoreio necessitam de menos força para o rompimento de suas fibras.

Não houve diferença estatística ($P>0,10$) entre as raças Aberdeen Angus e Hereford para a característica textura da carne no músculo *Longissimus dorsi*, cuja classificação média foilevemente grosseira, mas ficou próxima da textura fina (3,9 pontos). Esse valor pode ser explicado pela idade jovem dos animais. De acordo com Müller (1987), essa característica é avaliada com base na granulação da superfície do músculo quando cortada, sendo constituída por um conjunto de fibras musculares agrupadas em fascículos, envolvidos por uma tênue camada de tecido conectivo denominada perimísio.

A carne dos animais da raça HE perdeu menos líquido ($P<0,05$) durante o descongelamento (3,1% do peso do bife congelado), com valor inferior ao descrito na maioria dos estudos sobre a qualidade da carne envolvendo tanto animais mais velhos quanto os de mesma idade e mesmo peso, como os obtidos por Costa et al. (2002), que registraram perda de 10,89% na carne de bovinos Red Angus.

Essa perda de peso na forma de líquidos durante o descongelamento nos bifes da raça Aberdeen Angus apresentou boa correlação com a coloração da carne ($r = 0,95$; $P<0,01$). Na raça HE, observou-se boa correlação com a

porcentagem de perda durante a cocção, especificamente por dreno ($r = 0,84$; $P < 0,01$).

Não houve diferenças entre raças ($P > 0,10$) (Tabela 4) para perda de peso na forma de líquidos durante a cocção, mas, ao separarem as diferentes formas de perda de líquidos durante o processo, observou-se que a carne dos animais Hereford perdeu menos líquido ($P < 0,10$) por drenagem. Não foi evidenciada diferença ($P > 0,10$) entre as raças quanto à perda de líquidos por evaporação. Para a raça HE, verificou-se correlação significativa entre a porcentagem de perda durante a cocção e a maciez da carne determinada pelo Shear Force ($r = 0,74$; $P < 0,05$).

Pelo painel de avaliadores, a carne dos animais Hereford foi 14% mais macia que a dos Aberdeen Angus, classificada como muito macia. Da mesma forma, quando avaliada pelo Shear Force ($P < 0,10$), a carne dos animais Hereford foi 50% mais macia que a dos Aberdeen Angus. De forma objetiva, pelo Shear Force, a carne dos animais Hereford se mostrou muito macia (apenas $2,54 \text{ kgf/cm}^3$) em comparação aos resultados descritos por Flores (1997), de $4,80 \text{ kgf/cm}^3$, e Shackelford et al. (1991), de $6,3 \text{ kgf/cm}^3$. No entanto, o valor observado neste estudo para a carne da raça Hereford corrobora o relatado por May et al. (1992).

A maciez avaliada pelo painel para a raça Hereford se correlacionou negativamente com a porcentagem de perda de peso durante o descongelamento ($r = -0,77$; $P < 0,05$) e positivamente com a área do músculo *Longissimus dorsi* ($r = -0,81$; $P < 0,05$), verificada também pelo aparelho Shear Force ($r = 0,78$; $P < 0,05$).

Apesar da maior perda de líquidos durante o descongelamento e a cocção, a suculência da carne dos novilhos Aberdeen Angus não foi influenciada ($P > 0,10$) pelo genótipo do animal. Considerando os resultados obtidos neste experimento, pode-se afirmar que a carne das raças estudadas se mostrou mais suculenta que a avaliada por Restle et al. (1999), sendo semelhante à analisada por May et al. (1992) e Flores (1997).

No estudo da composição física das carcaças (Tabela 5), observou-se que os animais que receberam maior quantidade de energia na dieta apresentaram maior ($P < 0,10$) participação de músculo na carcaça. Essa superioridade do maior nível de energia foi observada também por Brondani et al. (2006), que compararam a silagem de milho e a cana-de-açúcar como volumosos e observaram valores de 70,67 e 68,08% de músculo, respectivamente. Essa maior participação de músculo em função do nível de energia apresentou boa associação com a porcentagem de dianteiro ($r = 0,71$; $P < 0,05$), mas se correlacionou negativamente com a porcentagem de traseiro ($r = -0,71$;

$P < 0,05$). A porcentagem de músculo no menor nível de energia também apresentou boa associação com a porcentagem de dianteiro ($r = 0,71$; $P < 0,05$).

Berg & Butterfield (1976) relataram que, embora seja esperado maior crescimento muscular, a melhoria do nível energético da dieta se expressa de forma mais evidente na deposição de gordura da carcaça. Neste estudo, houve aumento ($P < 0,10$) na participação de músculo na carcaça, no entanto, o nível energético não foi suficiente para provocar aumento na participação de tecido adiposo. Vaz et al. (2005) não observaram efeito do aumento no teor energético da dieta na composição física da carcaça. Signoretti et al. (1999) e Lanna et al. (1999), no entanto, constataram aumento na participação de gordura e no teor de EE na carcaça, respectivamente, com o aumento do nível de concentrado.

As relações músculo:osso e músculo+gordura:osso foram similares ($P > 0,10$) entre os níveis de energia e corroboram o observado por Vaz et al. (2005), que atribuíram a qualidade do volumoso utilizado à ausência de diferença entre os tratamentos. Apesar de não apresentar diferença ($P > 0,10$), a relação músculo:osso para o maior nível de energia esteve associada ao rendimento de carcaça fria ($r = 0,74$; $P < 0,05$). De forma similar ao que ocorreu na raça Aberdeen Angus, verificou-se boa associação entre a relação porção comestível:osso e o peso de gordura na carcaça ($r = 0,78$; $P < 0,05$).

Para gordura intramuscular, também não foi verificada diferença estatística ($P > 0,10$) entre os níveis de energia na dieta, classificados como leve mais e pequeno menos (para o menor e maior nível de energia, respectivamente). Apesar de não-significativo, numericamente os animais que receberam o maior nível de energia apresentaram 26% a mais de gordura intramuscular, o que poderia ocasionar diferença significativa se o tempo de confinamento fosse prolongado. Resultado idêntico ($P > 0,10$) foi observado para a característica textura da carne (média de 3,88 pontos), classificada como levemente grosseira.

A carne dos animais que receberam o maior nível de energia na dieta perdeu menos líquido ($P < 0,01$), 75% menos que a carne dos animais que receberam o menor nível de energia. Essa baixa porcentagem de perda de peso durante o descongelamento no tratamento com maior nível de energia foi muito diferente da encontrada por Costa et al. (2002), de 10,89%, e Vaz & Restle (2000), de 3,29%, na carne de bovinos jovens de raças britânicas abatidos com a mesma idade dos animais deste experimento. Correlação significativa foi observada para o maior nível de energia entre a perda de peso no descongelamento, a espessura de gordura subcutânea/100 kg de carcaça ($r = 0,74$; $P < 0,05$) e

Tabela 5 - Médias e erros-padrão para as características qualitativas da carcaça de acordo com os níveis de energia

Table 5 - Means and standard errors for carcass quality characteristics according to energy level

Característica <i>Characteristic</i>	Nível de energia <i>Energy level</i>		Probabilidade <i>Probability</i>
	Menor <i>Lower</i>	Maior <i>Higher</i>	
Peso de abate, kg (<i>Slaughter weight</i>)	370,38±6,13	376,75±6,13	-
Peso de carcaça quente, kg (<i>Hot carcass weight</i>)	202,88±4,26	203,25±4,26	-
Músculo na carcaça, % (<i>Carcass muscle</i>)	61,89±1,16	64,88±1,16	0,0924
Músculo, kg (<i>Muscle</i>)	124,56±3,85	130,38±3,85	0,3051
Gordura na carcaça, % (<i>Carcass fat</i>)	22,24±1,42	18,84±1,42	0,1152
Gordura, kg (<i>Fat</i>)	44,76±3,08	37,85±3,08	0,1390
Osso na carcaça, % (<i>Bone carcass</i>)	15,88±0,56	16,30±0,56	0,6077
Osso, kg (<i>Bone</i>)	31,86±1,12	32,73±1,12	0,5932
Relação músculo/osso (<i>Muscle/bone ratio</i>)	3,92±0,14	4,01±0,14	0,6771
Relação músculo+gordura/osso (<i>Muscle+fat/bone ratio</i>)	5,36±0,23	5,17±0,23	0,5782
Gordura intramuscular, pontos* (<i>Intramuscularly fat</i>)	6,25±0,92	7,88±0,92	0,2355
Textura, pontos** (<i>Texture</i>)	3,88±0,31	3,88±0,31	1,00
Perda no descongelamento, % (<i>Thawing loss</i>)	7,22±0,91	2,54±0,91	0,0036
Perda na cocção, % (<i>Cooking loss</i>)	21,06±2,14	18,52±2,14	0,4187
Perda por dreno, % (<i>Liquid loss</i>)	10,68±1,32	7,88±1,32	0,1594
Perda por evaporação, % (<i>Evaporation loss</i>)	10,37±1,02	10,64±1,02	0,8554
Maciez, pontos*** (<i>Tenderness</i>)	7,44±0,33	7,88±0,33	0,3714
Suculência, pontos*** (<i>Juiciness</i>)	6,09±0,24	5,75±0,24	0,3225
Shear force, kgf/cm ³ (<i>Shear force</i>)	3,83±0,50	2,52±0,50	0,0879

* Escala de 1 a 18 (4-6 = leve e 7-9 = pequeno).

** Escala de pontos de 1 a 5 (1 = muito grosseiro e 5 = muito fina).

*** Escala de 1 a 9 pontos (quanto maior o valor, mais macia e succulenta é a carne).

* Scale from 1 to 18 (4-6 = slight and 7-9 = small).

** Scale from 1 to 5 (1 = very coarse and 5 = very thin).

*** Scale from 1 to 9 points (greater the value, more tender and juicy is the meat).

a porcentagem de perda durante a cocção, especialmente a perda por dreno ($r=0,88$; $P<0,01$). Os diferentes níveis de energia não influenciaram ($P>0,10$) as características percentuais de perda de líquidos na carne durante a cocção. Da mesma forma, separando as perdas por dreno ou evaporação, também não foi evidenciada diferença significativa entre os níveis de energia na dieta ($P>0,10$ e $P>0,10$, respectivamente).

Os resultados deste experimento indicaram menor perda quando comparados aos observados por Vaz & Restle (2000), Moletta & Restle (1996) e Townsend (1991), que forneceram 46,0; 25,0 e 30,0% de concentrado, respectivamente. Observou-se correlação negativa entre a porcentagem de perda na cocção e a espessura de gordura subcutânea ($r=-0,85$; $P<0,01$). Segundo Müller (1987), as perdas durante o descongelamento e o cozimento são influenciadas pelo marmoreio, de modo que o aumento do marmoreio reduz as perdas. Não foi observada relação entre estas duas variáveis na análise de correlação.

Não foi detectada diferença ($P>0,10$) entre os níveis de energia para a maciez da carne medida pelo painel. Por outro lado, quando avaliada de forma objetiva pelo Shear Force, a carne dos animais que receberam o maior nível de concentrado ($P<0,10$) mostrou-se mais macia. Vaz et al. (2005)

não encontraram diferença na força de cisalhamento da carne com o aumento de concentrado na dieta. No entanto, quando a maciez foi medida pelo painel, estes autores só observaram diferença quando aumentaram o teor de concentrado de 35 para 45%, não detectando diferença quando aumentaram de 25 para 35%. Di Marco (1998) associou a maciez da carne à maior deposição de gordura intramuscular e, portanto, à maior facilidade de rompimento dos sarcômeros e das fibras da carne. O marmoreio da carne foi similar entre os níveis de energia, embora numericamente o maior nível de energia resultasse em maior marmoreio.

No estudo da correlação, no maior nível de energia, a maciez avaliada pelo painel apresentou correlação negativa com a perda durante o descongelamento ($r=-0,73$; $P<0,05$), mostrando que, quanto maior a porcentagem de perda, mais dura é a carne. Este fato foi comprovado quando a maciez foi avaliada pelo Shear Force, que, além da porcentagem de perda durante o descongelamento ($r=0,90$; $P<0,01$), apresentou correlação significativa com a perda durante a cocção, especialmente por dreno ($r=0,89$; $P<0,01$). Portanto, quanto maior a perda por dreno, mais força é necessária para o cisalhamento das fibras. Da mesma forma, houve boa correlação entre a maciez avaliada pelo painel e a porcentagem

de perda de peso durante a cocção ($r = 0,80$; $P < 0,05$) para a carne dos animais que receberam o menor nível de energia.

Quanto à suculência da carne, não houve diferença estatística ($P > 0,10$) entre os níveis de energia na dieta, o que está de acordo com os resultados obtidos por Costa et al. (2002) e Flores (1997), que forneceram concentrado em quantidade superior à do maior nível de energia. Valores inferiores foram registrados por Nostre & Brondani (1993) e Fishell et al. (1985).

Conclusões

A carne dos animais da raça Hereford perdeu menos líquidos durante o descongelamento e a cocção e apresentou-se mais macia que a dos novilhos Aberdeen Angus.

A carne dos novilhos Aberdeen Angus mostrou-se mais saborosa e com melhor coloração que a dos Hereford quando esses animais receberam quantidade de energia inferior a 3,07 Mcal.

Animais que receberam maior quantidade de energia na dieta apresentaram maior participação de músculo na carcaça e a carne perdeu menos líquido durante o descongelamento, apresentando-se mais macia.

Literatura Citada

- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.
- BOGGS, D.L.; MERKEL, R.A. **Live animal**: carcass evaluation and selection manual. Iowa: Michigan State University, 1981. 199p.
- BRONDANI, I.L.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M.Z. et al. Efeito de dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho sobre as características das carcaças de novilhos confinados. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.197-202, 2006.
- BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.; RESTLE, J. et al. Aspectos qualitativos de carcaças de bovinos de diferentes raças, alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.978-988, 2004.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428, 2002 (supl.).
- DI MARCO, O.N. **Crecimiento de vacunos para carne**. 1.ed. Mar del Plata: Balcarce, 1998. 246p.
- FISHELL, V.K.; ABERLE, E.D.; JUDGE, M.D. et al. Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. **Journal of Animal Science**, v.61, n.1, p.151-157, 1985.
- FLORES, J.L.C. **Desempenho em confinamento e características de carcaça e de carne de bovinos de diferentes grupos genéticos abatidos aos quatorze meses**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 109p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1997.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington, D.C.: 1946. 21p. (Technical Bulletin, 926).
- LANNA, D.P.D.; MORAIS, J.P.; BOIN, C. et al. Desempenho e composição corporal de novilhas alimentadas com dois níveis de concentrado e bagaço de cana submetido a diferentes processos de hidrólise. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.412-420, 1999.
- MAY, S.G.; DOLEZAL, H.G.; GILL, D.R. et al. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.444-453, 1992.
- MOLETTA, J.L.; RESTLE, J. Influência do grupo genético sobre características qualitativas da carne de novilhos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.866-875, 1996.
- MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31p.
- MÜLLER, L.; MAXON, W.E.; PALMER, A.Z. et al. Evaluación de técnicas para determinar la composición de la canal. In: ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 1973. Guadalajara. **Anais...** Guadalajara: (s.n.), 1973.
- MÜLLER, L.; PRIMO, A.T. Influência do regime alimentar no crescimento e terminação de bovinos e na qualidade da carcaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, n.4, p.445-452, 1986.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1984. 90p.
- NOSTRE, F.T.F.; BRONDANI, I.L. Avaliação dos aspectos qualitativos de carcaça de novilhos Canchin, alimentados com diferentes volumosos. **Ciência Rural**, v.23, n.3, p.351-355, 1993.
- RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; NEUMANN, M. Eficiência na terminação de bovinos de corte. In: RESTLE, J. (Ed.) **Eficiência na produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. p.277-303.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N. Aspectos quantitativos da carcaça de machos Hereford, inteiros e castrados, abatidos aos quatorze meses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.10, p.1091-1095, 1997.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N.; QUADROS, A.R.B. et al. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1245-1251, 1999.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide**. SAS for windows. Washington, D.C.: 1997. 46p.
- SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M.F. et al. An evaluation of tenderness of the *Longissimus muscle* of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.171-177, 1991.
- SHORTHOSE, W.R.; HARRIS, P.V. Effects of growth and composition on meat quality. In: **Growth regulation in farm animals** (Advances in meat research). London: Elsevier Applied Science, 1991. p.515-555.
- SIGNORETTI, R.D.; ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, J.F.C. et al. Composição física da carcaça de bezerros da raça Holandês alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.883-888, 1999.
- TOWNSEND, M.R. **Desempenho em confinamento de diferentes categorias animais e características de carcaça e da carne de novilhos e vacas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1991. 123p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1991.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1894-1901, 2000.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Ganho de peso antes e após os sete meses no desenvolvimento e nas características de carcaça e carne de novilhos Charolês abatidos aos dois anos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.699-708, 2003.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Suplementação energética sobre a qualidade da carcaça e da carne de vacas de diferentes idades, terminadas em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.173-182, 2002.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; SILVA, N.L.Q. et al. Nível de concentrado, variedade da silagem de sorgo e grupo genético sobre a qualidade da carcaça e da carne de novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.239-248, 2005.

Recebido: 28/01/05
Aprovado: 24/04/06