

Qualidade da carne do músculo *longissimus dorsi* de novilhos superjovens Aberdeen Angus de biótipo pequeno e médio abatidos com o mesmo estágio de acabamento na carcaça

Miguelangelo Ziegler Arboitte^{1*}, Ivan Luis Brondani², Francisco Carlos Deschamps³, Fabiano Cleber Bertoldi³, Dari Celestino Alves Filho² e Luciane Rumpel Segabinazzi⁴

¹Instituto Federal Catarinense, Rua das Rosas, s/n, 88965-000, Vila Nova, Santa Rosa do Sul, Santa Catarina, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. ³Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Itajaí, Santa Catarina, Brasil. ⁴Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: miguelangelo@ifc-sombrio.edu.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência do biótipo pequeno e médio de novilhos Aberdeen Angus superjovens na composição da carne do *longissimus dorsi* (LD). Foram utilizadas secções do LD de oito novilhos com biótipo pequeno e dez com biótipo médio, confinados por 158 dias, apresentando ao abate idade e peso vivo médio de 456 dias e 429 kg. A alimentação foi constituída de silagem de sorgo e concentrado na relação 60:40 nos primeiros 63 dias e após 50:50 até o abate. O biótipo foi calculado por meio da fórmula: $B = -11,548 + (0,4878 \times h) - (0,0289 \times ID) + (0,0000146 \times (ID)^2) + (0,0000759 \times h \times ID)$; h = altura em polegadas e ID=idade em dias. A carne do LD apresentou gordura intramuscular média (10,11 pontos; p = 0,7034), coloração vermelha (4,33 pontos; p = 0,3724), textura com tendência a muito fina (4,61 pontos; p = 0,3075) e força ao cisalhamento de 2,72 kgf cm⁻² (p = 0,4009). A carne apresentou 72,27% (p = 0,4355) de umidade, 19,34% (p = 0,4150) de proteína bruta, 3,96% (p = 0,9071) de lipídios, 4,43% (p = 0,9842) de minerais e 0,25 mg 100g⁻¹ de carne (p = 0,2375) de colesterol. Os biótipos não influenciaram na concentração dos ácidos graxos palmítico (p = 0,0790), esteárico (p = 0,2455), oleico (p = 0,3046), linoleico (p = 0,9456), ocorrendo alteração na participação do ácido graxo mirístico ($\hat{y} = 1,85 + 0,12B$; p = 0,043). O estudo do biótipo na composição da carne é importante para a identificação de melhores características nutraceuticas.

Palavras-chave: ácidos graxos, cocção, colesterol, cor, lipídios, maciez.

ABSTRACT. Meat quality of the *longissimus dorsi* muscle of Aberdeen Angus steers of small and medium frame score, slaughtered at the same carcass finishing stage. The objective of this work was to assess the influence of small and medium frame scores in the meat composition of the *longissimus dorsi* (LD) muscle of Aberdeen Angus steers. We used LD sections from eight small-framed steers and ten medium-framed steers, confined for 158 days, with mean slaughter age of 457 days and 429 kg live weight. The feed was composed of sorghum silage and concentrate in a 60:40 ratio for the first 63 days, and 50:50 thereafter until slaughter. Frame was calculated using the formula: $F = -11.548 + (0.4878 \times h) - (0.0289 \times ID) + (0.0000146 \times (ID)^2) + (0.0000759 \times h \times ID)$; h = height in inches and ID = age in days. The meat from LD showed medium marbling (10.11 points; p = 0.7034), red color (4.33 points; p = 0.3724), texture with a tendency to very thin (4.61 points; p = 0.3075) and the shear force of 2.72 kg cm⁻² (p = 0.4004). The meat showed 72.27% (p = 0.4355) for moisture, 19.34% (p = 0.4150) crude protein, 3.96% (p = 0.9071) lipids, 4.43% (p = 0.9842) minerals, and 0.25 mg of cholesterol 100 g⁻¹ of meat (p = 0.2375). Frame size did not influence the concentrations of palmitic acid (p = 0.079), stearic acid (p = 0.2455), oleic acid (p = 0.3046), linoleic acid (p = 0.9456), but with change in the participation of myristic acid ($\hat{y} = 1.85 + 0.12F$; p = 0.043). The study of frame score in the composition of meat is important to identify the best nutraceutical features.

Keywords: fatty acids, cooking, cholesterol, color, lipids, shear force.

Introdução

No ano de 2009 o Brasil exportou 1.248.538.226 kg de carne bovina e seus derivados, sendo a maior parte (68%) na forma de carne desossada e congelada.

No período de janeiro a dezembro de 2009 ocorreu redução de 11% nas exportações em comparação ao mesmo período de 2008, resultando diminuição de 29% na entrada de divisas para o

Brasil, oriundas da exportação de carne bovina e seus derivados.

A carne é considerada alimento nobre, pela qualidade protéica, presença de ácidos graxos essenciais como ácido linoleico, linolênico, vitaminas do complexo B (PARDI, 1993) e minerais.

A carne apresenta altos teores de ácidos graxos saturados, em particular o mirístico, o palmítico e os ácidos graxos trans são responsáveis pela contribuição do aumento do risco de doenças cardiovasculares (BARTOÑ et al., 2005). Órgãos que regulam a saúde humana recomendam que apenas 10% de energia da dieta tenha origem de ácidos graxos saturados, não levando em conta a concentração do ácido esteárico (C18:0), que apresenta boa participação na gordura da carne bovina. Esse ácido graxo, apesar de ser saturado, é considerado hipolipidêmico, atuando na diminuição do colesterol, e apresentando rápida conversão em ácido oleico (18:1) no músculo (BONANOME; GRUNDY, 1988).

A busca na bovinocultura é por métodos que permitam alterar, pelo menos parcialmente, a composição dos ácidos graxos na carne, como a redução dos ácidos graxos mirístico e o palmítico (BARTOÑ et al., 2005). O biótipo do bovino pode ser fator de alteração dos ácidos graxos, pelo fato que animais de biótipos diferentes abatidos com espessura de gordura subcutânea semelhante apresentam composição da carcaça diferente, principalmente na participação de gordura. Com o intuito de identificar essa premissa o objetivo do trabalho foi de verificar se há influência do biótipo de novilhos Aberdeen Angus superjovens abatidos com o mesmo grau de acabamento, na composição da carne do *longissimus dorsi*.

Material e métodos

O confinamento dos bovinos foi realizado no Laboratório de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, no período de 15 de julho a 20 de dezembro. Foram utilizadas as secções compreendendo a 10^a, 11^a e 12^a costelas do músculo *longissimus dorsi* de 18 animais da raça Aberdeen Angus, oriundos de 13 propriedades. Após a chegada, os novilhos foram colocados em área de descanso composta por campo natural, onde receberam por 10 dias suplementação equivalente a 0,5% do peso vivo na forma de alimento concentrado (formulação idêntica à ofertada no confinamento).

Ao entrarem no confinamento os novilhos foram submetidos a um período de adaptação de 15 dias.

Os bovinos apresentavam idade média inicial de 298 ± 25,55 dias, e peso vivo inicial 178 ± 6,65 e 221 ± 5,95 kg para os novilhos de biótipo pequeno e médio respectivamente. A idade média ao abate foi de 457 ± 27,41 dias (158 dias de confinamento), e com peso vivo médio 396 ± 8,59 e 455 ± 7,68 kg, para o biótipo pequeno e médio respectivamente.

A alimentação foi constituída de silagem de híbrido de sorgo AG 2005E e concentrado, a relação volumoso:concentrado foi de 60:40 nos primeiros 63 dias e após 50:50 até o abate. A dieta ofertada aos novilhos superjovens Aberdeen Angus de diferentes biótipos, abatidos com o mesmo estágio de maturação na carcaça, apresentou nos primeiros 63 dias, 11,2% de proteína bruta, 36,1% de fibra em detergente neutro; 68,2% de nutrientes digestíveis total e 2,32% de extrato etéreo. Após esse período até o abate, a dieta ofertou 35,75% de proteína bruta, 35,75% de fibra em detergente neutro; 68,5% de nutrientes digestíveis total e 2,35% de extrato etéreo.

O biótipo foi calculado pela seguinte fórmula: $B = -11,548 + (0,4878 \times h \times 0,0289 \times ID) + (0,0000146 \times (ID)^2) + (0,0000759 \times h \times ID)$; em que: h = altura em polegadas; ID = idade em dias (DI MARCO et al., 2007). Seguiu-se a escala de pontuação sugerida por Di Marco et al. (2007), em que, 1-3: animais de biótipo pequeno, 4-5: biótipo médio, 6-7: biótipo grande e maior que 7: biótipo muito grande. As medidas foram tomadas acima da região posterior diretamente acima da tuberosidade sacral do osso do quadril até a frente das pinças em contato com o chão, por meio de um bastão com fita métrica.

Na meia carcaça direita após o resfriamento por 24h foi retirada uma secção (HH) entre a 10^a-11^a-12^a costelas, conforme metodologia descrita por Hankins e Howe (1946) citada por Costa et al. (2002). Na secção HH após exposição por 30 min. ao ar, foram determinadas a cor (1= escura; 2= vermelha escura; 3= vermelha levemente escura; 4 = vermelha e 5 = vermelha viva) a textura (1 = muito grosseira; 2 = grosseira; 3 = levemente grosseira; 4 = fina e 5 = muito fina) e a gordura intramuscular (1 a 3 = traços; 4 a 6 = leve; 7 a 9 = pequeno; 10 a 12 = médio; 13 a 15 = moderado e 16 a 18 = abundante) (MÜLLER, 1987).

Da secção HH foram extraídas quatro fatias de 2,5 cm de espessura, identificadas, embaladas individualmente a vácuo e congeladas a uma temperatura inferior a -18°C. Após o congelamento uma das fatias foi pesada, descongelada em temperatura de 4°C por 24h e pesada novamente, para determinação da perda de líquidos ao descongelamento. Em seguida, foi cozida em forno elétrico até atingir temperatura interna de 70°C por

15 min., para determinação da perda de líquidos na cocção. Nesta fatia, após o cozimento, foram retiradas três mostras no sentido longitudinal com um ângulo de 45° às fibras musculares e diâmetro de 2 cm cada, para determinação da maciez da carne pelo mensuramento da força de cisalhamento em kgf^2 , utilizando o equipamento Warner-Bratzler Meat Shear; marca Salter Brecknell modelo 2356X equipado com lamina de corte com espessura de 1,016 mm e velocidade de carga de aproximadamente de 20 cm minuto^{-1} e capacidade de carga de 25 kgf cm^{-2} .

Os teores de matéria seca, proteína bruta e minerais da carne e dos constituintes da dieta foram determinados segundo AOAC (1984). O teor de fibra em detergente neutro da dieta foi determinado segundo Van Soest e Wine (1967). A extração de lipídios foi realizada segundo metodologia de Folch et al. (1957), após aproximadamente 0,5 g de amostra foram saponificadas diretamente com KOH 0,5 M em metanol, segundo Saldanha et al. (2004). A partir da extração com exano dos lipídios insaponificáveis, foi realizada a determinação do colesterol por metodologia enzimática, a partir de um kit comercial (Colesterol PP - Analisa). O método baseia-se na degradação do colesterol pela enzima colesteroloxidase, produzindo peróxido de hidrogênio. Através de reação secundária, a cor é determinada (550 nm), sendo diretamente proporcional a quantidade de colesterol contida na amostra (SALDANHA et al., 2004). A determinação dos ácidos graxos foi realizada segundo O'Fallon et al. (2007).

O delineamento experimental foi casualizado, os novilhos foram classificados em biótipo pequeno e médio, onde cada animal foi considerado uma unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F, utilizado pelo comando proc GLM do programa estatístico SAS (2000). Realizou-se a correlação de Pearson entre as variáveis estudadas.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_i = \mu + f_i + e_i$$

em que: Y_{ij} = variáveis dependentes; μ = médias de todas as observações; f_i = efeito do i-ésimo biótipo sendo 1 - pequeno e 2 - médio; e_i = erro aleatório de cada observação.

Nas variáveis dependentes significativas pela ANOVA, realizou-se a análise de regressão por intermédio do programa estatístico SAS (2000). Os coeficientes de determinação das equações de regressão foram transformados utilizando a metodologia {soma dos quadrados totais corrigidos da regressão/(soma dos quadrados totais corrigidos da regressão + soma dos quadrados do erro da análise de variância)} (CRUZ et al., 2009).

Resultados e discussão

Os novilhos Aberdeen Angus apresentaram no abate idade semelhantes ($p > 0,05$), classificando-os na categoria dente de leite, com acabamento de carcaça de gordura mediana à uniforme (acabamento 3), segundo o Sistema Brasileiro de Carcaças de Bovinos (BRASIL, 2004). A pontuação para o biótipo inicial apresentado pelos novilhos foi de 3 e 4 pontos para o pequeno e o médio, respectivamente, valores mantidos até o final do experimento.

A semelhança ($p = 0,8478$) na média de $8,04 \pm 1,44\%$ (Tabela 1), entre os tratamentos para a perda de líquidos durante o descongelamento dos bifês dos novilhos Aberdeen Angus ficou acima dos 2,0 relatado por Cuvelier et al. (2006) em novilhos Aberdeen Angus. O maior valor observado da perda de líquidos durante o descongelamento pode estar relacionado à forma de bifês em que a carne foi congelada, diferindo da metodologia usual de congelar toda a secção do *longissimus dorsi*. A metodologia utilizada no presente experimento melhora a velocidade de congelamento, ocasionando maior perda de líquidos intracelulares, motivado pelo aumento da pressão interna da célula durante o congelamento, como relatado por Kazama et al. (2008).

Tabela 1. Valores médios, desvio-padrão e significância da perda de líquidos ao descongelamento e a cocção, força ao cisalhamento, cor, textura e gordura intramuscular da carne de novilhos Aberdeen Angus de biótipos pequenos e médios.

Variável	Biótipo		Média	Significância
	Pequeno	Médio		
Perda de líquidos ao descongelamento (%)	7,96 ± 0,52	8,10 ± 0,47	8,04 ± 1,44	0,8478
Perda de líquidos a cocção (%)	31,64 ± 0,70	31,13 ± 0,63	31,36 ± 1,95	0,5996
Força ao cisalhamento (kgf cm^{-2})	2,60 ± 0,19	2,82 ± 0,17	2,72 ± 0,54	0,4009
Cor, pontos ¹	4,50 ± 0,24	4,20 ± 0,22	4,33 ± 0,68	0,3724
Textura, pontos ²	4,75 ± 0,18	4,50 ± 0,16	4,61 ± 0,50	0,3075
Gordura intramuscular, pontos ³	10,35 ± 0,91	9,90 ± 0,82	10,11 ± 2,52	0,7034

¹Escala de 1 a 5 pontos, sendo 1 = vermelho escuro e 5 = vermelho brilhante; ²Escala de 1 a 5 pontos, sendo 1 = muito grosseira e 5 = muito fina; ³Escala de 1 a 18 pontos, sendo 1 - traços menos e 18 abundante mais.

A perda de líquidos durante o cozimento da carne dos novilhos Aberdeen Angus de biótipo pequeno e médio foi semelhante ($p = 0,5996$), com valor médio de $31,36 \pm 1,95\%$. Valor inferior a $23,21\%$ na perda de líquidos ao cozimento da carne de novilhos de biótipo grande e médio relatados por Camfield et al. (1997). Por outro lado, Baublits et al. (2006) relatam valor de $27,82\%$ na perda de líquidos ao cozimento da carne de bovinos de três diferentes biótipos. As características que mensuram a perda de líquidos da carne são avaliadas pelo consumidor em um segundo momento (COSTA et al., 2002), principalmente durante a cocção que influencia na qualidade durante a degustação. Segundo Lawrie (2005), durante a cocção ocorre perda de água, perdas de gordura, componentes nitrogenados e minerais.

Os valores observados para a força ao cisalhamento foram semelhantes ($p < 0,4009$), com valor médio de $2,72 \pm 0,54 \text{ kgf cm}^2$, classificando-a como macia pelo texturômetro, que segundo Knapp et al. (1989) carnes com valor menor que $4,50 \text{ kgf cm}^2$ geralmente são bem aceitas pelo varejo e são classificadas como macia. Valor superior de $4,16 \text{ kgf cm}^2$ na força de cisalhamento da carne de novilhos de biótipo grande e médio foi relatado por Camfield et al. (1997). Enquanto Costa et al. (2002) e Latimori et al. (2008) verificaram valores superiores de $4,1$ e $3,20 \text{ kgf cm}^2$, respectivamente, na força de cisalhamento da carne de bovinos Aberdeen Angus.

Bovino de raças britânicas como a Aberdeen Angus tem por característica apresentar carne macia, que é determinada pela maior solubilidade do colágeno presente na carne (CUVELIER et al., 2006) e idade. Por sua vez, Hainemann et al. (2003) afirmam que, em animais jovens, a maciez da carne é pouco influenciada pelo tecido conjuntivo, prevalecendo efeito de outros fatores como a proteólise e o menor grau de contração do tecido muscular durante o resfriamento da carne, desde que se tenha boa quantidade de gordura de cobertura.

A coloração da carne ($p = 0,3724$) apresentou semelhança entre os biótipo pequeno e médio, caracterizando-a como vermelha ($4,33 \pm 0,68$ pontos). Abatendo novilhos Red Angus de mesma idade, mas com pesos diferentes, Costa et al. (2002) constataram coloração mais agradável ($4,66$ pontos) ao consumidor. A cor da carne é a principal característica a aquisição pelo consumidor, sendo o principal atrativo no alimento fresco. A coloração vermelha da carne é dada pela condição de oxirredução do pigmento mioglobina das fibras vermelhas. Alguns fatores podem alterar essa coloração como o estresse que o bovino é submetido

ates do abate, influenciando na queda do pH da carne, e o resfriamento muito rápido da carcaça (RAMOS; GOMIDE, 2007).

A textura da carne não apresentou diferença significativa ($p = 0,3075$) entre os novilhos de biótipo pequeno e médio da raça Aberdeen Angus, a média observada de $4,61 \pm 0,50$ pontos, considerada fina com tendência a muito fina, conforme escala proposta por Müller (1987), caracterizando textura de animais muito jovens. Vaz et al. (2007) salientaram que abate de animais em idade jovem e períodos de alimentação curtos não influenciam na textura da carne. Textura mais grosseira em animais Red Angus com idade semelhante são relatadas por Costa et al. (2002), com valores de $4,08$ pontos. A diferença na textura da carne de animais de mesma raça e com semelhante idade é comentada por Lawrie (2005), afirmando que a carne destes bovinos apresentam diferença no conteúdo de colágeno, dando características diferenciadas na textura da carne.

O tecido adiposo exerce funções de reservatório de energia, preenchimento de espaços entre os tecidos e isolamento térmico. Na carne bovina também determina o seu sabor, aroma, maciez e a sua suculência (COSTA et al., 2002). O valor médio observado de $10,11 \pm 2,52$ pontos, não significativo entre os biótipos pequeno e médio de novilhos Aberdeen Angus, para a gordura intramuscular classifica a carne com gordura intramuscular média (MÜLLER, 1987). Apesar da quantidade de gordura intramuscular da carne, segundo Jones e Tatum (1994), interferir em apenas 9% da maciez da carne pelo texturômetro e $5,1\%$ na análise por painel, essa é um atributo visualmente possível de ser analisado pelo consumidor.

Atualmente, o consumidor tem comprado a carne em gôndolas de supermercados, direcionando suas compras a selos de qualidade, considerando esses como atributos a qualidade de produto. O consumidor busca características nutraceuticas melhores nos alimentos, pela menor ingestão de gorduras saturadas, causa de doenças cardiovasculares. Por outro lado, segundo Hirayama et al. (2006), o consumo de ácidos graxos polinsaturados em excesso resulta na produção de radicais livres produzidos pela peroxidação lipídica que ocorre no rompimento da dupla ligação.

A maior ingestão de ácidos graxos na carne é associada à gordura intramuscular, formada na sua maior proporção por gordura saturada, que não pode ser retirada no momento do consumo (DE SMET et al., 2000). Segundo Sheard et al. (1998), a composição lipídica da carne pode ter maior alteração no processo de cocção em comparação ao

preparo da carne assada e frita, denotando a importância no preparo para o controlar da ingestão de lipídios.

O teor de umidade (Tabela 2) verificado na carne dos novilhos Aberdeen Angus de biótipo pequeno e médio foi semelhante ($p = 0,4355$) com média de $72,27 \pm 1,11\%$. Valor médio de $72,68\%$ foi verificado por Baublits et al. (2006) em bovinos de biótipo pequeno, médio e grande, enquanto Cuvelier et al. (2006) verificaram teor umidade de $74,29\%$ na carne de novilhos Aberdeen Angus.

A carne do *longissimus dorsi* apresentou semelhança ($p = 0,4150$) nos valores de proteína bruta, média de $19,34 \pm 0,92\%$. Na carne de novilhos Aberdeen Angus, Cuvelier et al. (2006) verificaram valor médio de $20,98\%$. Enquanto que o teor de minerais contidos, a carne dos novilhos superjovens Aberdeen Angus de biótipos pequeno e médio apresentou semelhança ($p = 0,9842$) com valor médio de $4,43 \pm 0,56\%$, valor de $4,22\%$ foi observado por Cerdeño et al. (2006) em novilhos superjovens. Esses valores vão de encontro com a afirmação de Lawrie (2005) que a carne é uma importante fonte de minerais, principalmente ferro, zinco, fósforo e magnésio.

A existência de pouca variação entre bovinos de diferentes biótipos na concentração de proteína do tecido muscular em animais jovens e com a mesma idade foi verificado por Chardulo et al. (1998) e Arrigoni et al. (2004) que também constaram que os bovinos com biótipo grande e pequeno apresentaram conteúdo de lipídios totais semelhantes.

A percentagem de lipídios verificada na carne *longissimus dorsi* dos novilhos estudados foi

semelhante entre os biótipos estudados com média de $3,96 \pm 0,69\%$, abaixo dos 5% , considerado pelo *Food Advisory Committee* como alimentos de baixo teor de gordura. Por outro lado, acima dos $2,9\%$, valor citados por Campion et al. (1975), como sendo o limite mínimo de lipídios presentes na carne para que não ocorra interferência negativa na maciez e suculência. Autores, como Costa et al. (2002) e Cuvelier et al. (2006), verificaram valores de $2,35$ e $2,40\%$ no teor de lipídios da carne de novilhos Angus. Enquanto, Baublits et al. (2006) e Santini et al. (2006) verificaram valores entre $4,09$ e $3,25\%$ na carne de novilhos de diferentes biótipos.

A média para colesterol foi de $50,25 \pm 4,43$ mg 100 g^{-1} , valor acima dos $43,07$ mg 100 g^{-1} observados por Costa et al. (2002) na carne de novilhos Red Angus.

Na gordura presente na carne de bovinos ocorre a predominância de ácidos graxos com 16 e 18 carbonos, com menor participação de inferiores a 16 e superiores a 18 carbonos (DI MARCO et al., 2007). A carne dos novilhos Aberdeen Angus superjovens de biótipo pequeno e médio apresentaram semelhança na composição de ácidos graxos (Tabela 3), com exceção do ácido mirístico (C14:0) que aumentou $0,12\%$ com o aumento no biótipo, sendo considerado com um dos principais causadores de problemas cardiovasculares (BONANOME; GRUNDY, 1988). O teor do ácido mirístico com relação ao biótipo seguiu a equação de regressão significativa ($p = 0,0430$) $\hat{y} = 1,85 + 0,12B$, com coeficiente de determinação (R^2) de $0,0685$.

Tabela 2. Valores médios, desvio-padrão e significância do teor de umidade, lipídios, proteína bruta, matéria mineral e colesterol da carne de novilhos Aberdeen Angus de biótipos pequenos e médios.

Variável	Biótipo		Média	Significância
	Pequeno	Médio		
Umidade (%)	$72,50 \pm 0,40$	$72,08 \pm 0,35$	$72,27 \pm 1,11$	0,4355
Lipídios (%)	$3,94 \pm 0,25$	$3,98 \pm 0,22$	$3,96 \pm 0,69$	0,9071
Proteína bruta (%)	$19,13 \pm 0,34$	$19,51 \pm 0,30$	$19,34 \pm 0,95$	0,4150
Matéria mineral (%)	$4,43 \pm 0,20$	$4,44 \pm 0,18$	$4,43 \pm 0,56$	0,9842
Colesterol (mg 100 g^{-1} de carne)	$48,84 \pm 1,54$	$51,38 \pm 1,38$	$50,25 \pm 4,43$	0,2375

Tabela 3. Composição dos ácidos graxos mirístico, palmítico, esteárico, oleico, linoleico, saturados, insaturados, somatório do palmítico, esteárico e oleico, relação insaturado:saturado da carne de novilhos Aberdeen Angus de biótipos pequenos e médios.

Variável	Biótipo		Média	Significância
	Pequeno	Médio		
Ácido graxo mirístico (C14:0) (%)	$2,13 \pm 0,10$	$2,43 \pm 0,09$	$2,30 \pm 0,31$	0,0430
Ácido graxo Palmítico (C16:0) (%)	$29,49 \pm 0,54$	$30,89 \pm 0,47$	$30,26 \pm 1,66$	0,0790
Ácido graxo esteárico (C18:0) (%)	$20,01 \pm 0,51$	$19,18 \pm 0,46$	$19,55 \pm 1,48$	0,2455
Ácido graxo oleico (C18:1) (%)	$42,52 \pm 0,63$	$41,61 \pm 0,56$	$42,02 \pm 1,79$	0,3046
Ácido graxo linoleico (C18:2) (%)	$5,84 \pm 0,71$	$5,91 \pm 0,63$	$5,88 \pm 1,94$	0,9456
Ácidos graxos saturados (%)	$51,82 \pm 0,64$	$52,47 \pm 0,58$	$52,18 \pm 1,80$	0,4656
Ácido graxo insaturado (%)	$48,18 \pm 0,64$	$47,53 \pm 0,58$	$47,82 \pm 1,80$	0,4655
Soma C16:0+ C18:0+ C18:1 (%)	$92,02 \pm 0,64$	$91,66 \pm 0,59$	$91,82 \pm 1,82$	0,6872
Relação ácido graxo insaturado:saturado	$0,93 \pm 0,02$	$0,91 \pm 0,002$	$0,92 \pm 0,07$	0,6872

O ácido graxo palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0) apresentaram semelhança na carne de novilhos de biótipos pequeno e médio, representando médias de $30,26 \pm 1,66$ ($p = 0,0790$) e $19,72 \pm 1,48\%$ ($p = 0,2455$), respectivamente, compondo mais de 50% dos ácidos graxos. Segundo, Di Marco et al. (2007), o C16:0 e o C18:0 são os principais ácidos graxos presentes na gordura da carne bovina, com participação do C16:0 de 25 a 30% e do C18:0 de 10 a 20%. Valores médios de 24,76 e 16,98% para o C16:0 e C18:0, respectivamente, foram relatados por Camfield et al. (1997) na carne de bovinos de biótipos médio e grande.

Gorduras ricas em C18:0 não apresentam características de aumentar o colesterol (KAZAMA et al., 2008), sendo considerado hipolipidêmico atuando na diminuição do colesterol, resultado da sua rápida conversão em ácido oleico (C18:1) (BONANOME; GRUNDY, 1988). O C18:0 tem a capacidade de conferir firmeza à gordura da carcaça de suínos, ovinos e bovinos, firmeza influenciada pelo ponto de fusão, em que à medida que a saturação dos ácidos graxos aumenta, aumenta o ponto de fusão (WOOD et al., 2003).

A carne dos novilhos com biótipos pequeno e médio apresentaram semelhança ($p = 0,6872$) na soma da participação dos ácidos graxos C16:0, C18:0 e C18:1, com valores de 92,02 e 91,66%, respectivamente. Cerca de 80% dos ácidos graxos presentes na carne bovina, são compostos pelo C16:0, C18:0 e C18:1, os 20% restantes são distribuídos entre outros 30 diferentes ácidos graxos presentes na carne.

O ácido oléico (C18:1) é o principal ácido graxo presente na carne bovina, a sua participação foi de 42,02%, não apresentando diferença ($p = 0,3046$) entre os biótipos estudados, o valor verificado também foi observado por Baublits et al. (2006).

Os ácidos graxos saturados representaram 52,18% e os insaturados (AGI) 47,82% sendo semelhantes entre os biótipos pequeno e médio. Valores de 45,8% de AGS e de 48% de AGI foram descritos por Latimori et al. (2008). Valores de 47,43 e 45,79% para AGS e de 52,55 e 54,20% de AGI na carne de novilhos Angus de biótipos pequeno e grande, foram relatados por Santini et al. (2006). A relação entre os AGI:AGS foi semelhante ($p = 0,6872$) entre os biótipos pequeno e médio, apresentando valor de 0,92%.

À medida que aumentou a gordura intramuscular da carne diminuiu a participação do ácido graxo linoleico (C18:2) ($r = -0,68528$; $p = 0,0097$), influenciando na diminuição da participação dos AGI ($r = -0,48920$; $p = 0,00898$). Já

o aumento na gordura intramuscular da carne, demonstrou aumento nos AGS ($r = 0,48927$; $p = 0,0897$). A gordura intramuscular observada no momento da aquisição da carne é vista pelo consumidor como fator maciez na carne bovina, mas também de forma negativa quando a avaliação passa a ser nutricional, pois alguns dos ácidos graxos saturados (C14:0, C16:0) são considerados responsáveis por problemas cardiovasculares (BONANOME; GRUNDY, 1988).

Na soma dos ácidos graxos C16:0, C18:0, C18:1 foram detectados aumentos com o aumento do grau da gordura intramuscular da carne ($r = 0,65954$; $p = 0,0142$). Wood et al. (2008) constataram que a composição dos ácidos graxos do tecido adiposo e muscular de suínos, ovinos e bovinos é dependente da quantidade de gordura na carcaça e que os efeitos da dieta e raça têm que ser avaliados, como também o biótipo do bovino, que no presente estudo apresentaram semelhanças entre os biótipos estudados.

A força ao cisalhamento correlacionou-se de forma negativa com a gordura intramuscular da carne ($r = -0,80061$; $p = 0,0010$), demonstrando que quanto maior a presença da gordura intramuscular maior é a maciez da carne. Essa gordura pode ser avaliada visualmente pelo consumidor no momento da aquisição da carne na busca de carne bovina mais macia.

A força de cisalhamento demonstrou correlação negativa com os AGS ($r = -0,62360$; $p = 0,0227$), como a soma dos C16:0, C18:0 e C18:1 ($r = -0,73503$; $p = 0,0042$), e entre o C18:0 ($r = -0,25$; $p = 0,4027$), registrando comportamento inverso em relação àquele verificado por Camfield et al. (1997) ($r = 0,30$; $p < 0,05$). Já a relação dos AGI:AGS foi positiva ($r = 0,61800$; $p = 0,0244$) com a força ao cisalhamento, assim como o C18:2 ($r = 0,74476$; $p = 0,0035$) e o total de AGI ($r = 0,62313$; $p = 0,0229$).

Conclusão

A carne de bovinos superjovens Aberdeen Angus de biótipos pequeno e médio apresentou gordura intramuscular média, coloração vermelha e textura fina com tendência a muito fina, sendo considerada macia pelo texturômetro, semelhante composição química da carne e semelhante composição na maioria dos ácidos graxos, com exceção do ácido graxo mirístico que apresentou maior participação nos novilhos de biótipo médio.

A introdução do biótipo em estudos da composição da carne pode ser importante na determinação do biótipo de novilhos com melhores características nutracêuticas da carne.

Referências

- AOAC-Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis**. 14th ed. Washington, D.C., 1984.
- ARRIGONI, M. B.; ALVES JÚNIOR, A.; DIAS, P. M. A.; MARTINS, C. L.; CERVIERI, R. C.; SILVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, H. N.; CHARDULO, L. A. L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 1033-1039, 2004.
- BARTOŇ, L.; KUDRNA, V.; BURES, D.; KREJCOVÁ, M.; ZAHŘÁDKOVÁ, R. Factors affecting fatty acid composition and dietetic value of beef. **Animal Science Papers and Reports**, v. 23, n. 4, p. 262-267, 2005.
- BAUBLITS, R. T.; BROWN JR., A. H.; POHLMAN, F. W.; RULE, D. C.; JOHNSON, Z. B.; ONKS, D. O.; MURRIETA, C. M.; RICHARDS, H. D.; LOVEDAY, H. D.; SANDELIN, B. A.; PUGH, R. B. Fatty acid and sensory characteristics of beef from three biological types of cattle grazing cool-season forage supplemented with soy hulls. **Meat Science**, v. 72, n. 1, p. 100-107, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução normativa n. 9, de 4 de maio de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, 5 de maio de 2004, nº 85, p. 3-4.
- BONANOME, A.; GRUNDY, S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **The New England Journal of Medicine**, v. 318, n. 19, p. 1244-1248, 1988.
- CAMFIELD, P. K.; BROWN JR., A. H.; LEWIS, P. K.; RAKES, L. Y.; JOHNSON, Z. B. Effects of frame size and time-on-feed on carcass characteristics, sensory attributes, and fatty acid profiles of steers. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 7, p. 1837-1844, 1997.
- CAMPION, D. R.; CROUSE, J. D.; DIEKEMANN, M. E. Predictive value of USDA beef quality grade factors for cooked meat palatability. **Journal of Food Science**, v. 40, n. 6, p. 1225-1228, 1975.
- CERDEÑO, A.; VIERIA, C.; SERRANO, E.; LAVIN, P.; MANTECÓN, A. R. Effects of feeding strategy during a short finishing period on performance, carcass and meat quality in previously-grazed young bulls. **Meat Science**, v. 72, n. 4, p. 719-726, 2006.
- CHARDULO L. A. L.; SILVEIRA, A. C. S.; FURLAN, L. R.; ARRIGINI, M. B.; COSA, C.; OLIVEIRA, H. N. de Efeito da somatropina bovina recombinante no desempenho e nas características químicas da carne de bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 205-212, 2008.
- COSTA, E. C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; PEROTTONI, J.; FATURI, C.; MENEZES, L. F. G. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 417-428, 2002. (Suplemento).
- CRUZ, G. R. B.; COSTA, R. G.; RIBEIRO, M. N. Curva de crescimento de caprinos mestiços no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 204-210, 2009.
- CUVELIER, C.; CLINQUART, A.; HOCQUETTE, J. F.; CABARAUX, J. F.; DUFRASNE, I.; ISTASSE, L.; HORNICK, J. L. Comparison of composition and traits of meat from young finishing bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds. **Meat Science**, v. 74, n. 3, p. 522-531, 2006.
- DE SMET, S.; WEBB, E. C.; CLAEYS, E.; UYTTERHAEGEN, L.; DEMEYER, D. I. Effect of dietary energy and protein levels on fatty acid composition of intramuscular fat in double – muscled Belgian Blue bulls. **Meat Science**, v. 56, n. 73, p. 73-79, 2000.
- DI MARCO, O. N.; BARCELOS, J. O. J.; COSTA, E. C. **Crescimento de bovinos de corte**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.
- FOLCH, J.; LEES, M.; STAMLEY, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957. Disponível em: <<http://www.jbc.org/content/226/1/497.full.pdf+html?sid=a13014d3-cd94-4d1e-a440-9418465422b5>>. Acesso em: 26 abr. 2007.
- HAINEMANN, R. J. B.; PINTO, M. F.; ROMANELLI, P. F. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 8, p. 963-971, 2003.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcass and cuts**. Washington, D.C.: United State Department of Agriculture, 1946. (Technical Bulletin, n. 926).
- HIRAYAMA, K. B.; ESPERIDIÃO, P. G. L.; FAGUNDES NETO, U. Ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa. **The Electronic Journal of Pediatric Gastroenterology, Nutrition and Liver Diseases**, v. 10, n. 3, 2006. Disponível em: <<http://www.e-gastroped.com.br/sep06/acidograxos.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2009.
- JONES, B. K.; TATUM, J. D. Predictions of beef tenderness among carcass produced under commercial conditions. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 6, p. 1492-1501, 1994.
- KAZAMA, R.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; SILVA, D. C.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de casca de algodão e da soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 350-357, 2008.
- KNAPP, R. H.; TERRY, C. A.; SAVELL, J. W.; CROSS, H. R.; MIES, W. L.; EDWARDS, J. W. Characterization of cattle types to meet specific beef targets. **Journal of Animal Science**, v. 9, n. 67, p. 2294-2308, 1989.
- LATIMORI, N. J.; KLOSTER, A. M.; GARCÍA, P. T.; CARDUZA, F. J.; GRIGIONI, G.; PENSEL, N. A. Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampeana region. **Meat Science**, v. 79, n. 3, p. 463-469, 2008.
- LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- MÜLLER, L. Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 1987. n. 1.

- O'FALLON, J. V.; BUSBOOM, J. R.; NELSON, M. L. A direct method for fatty acid methyl Ester synthesis: Application to wet tissues, oils, and feedstuffs. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 6, p. 1511-1521, 2007.
- PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**: tecnologia sua obtenção e transformação. Goiânia: Universidade de Goiás, 1993. v. 1.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade da carnes**: fundamentos e metodologias. Viçosa: UFG, 2007.
- SALDANHA, T.; MAZALLI, M. R.; BRAGANOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 109-113, 2004.
- SANTINI, F. J.; VILLAREAL, E. L.; FAVERIN, C.; DEPETRIS, G.; PAVAN, E.; GRIGUERA NAÓN, J. N.; COSSU, M. E.; SCHOR, A. Característica productivas, composición de carcasa y calidad de carne de novillos de diferente tamaño estructural alimentados en feedlot con dietas de concentraciones energéticas distintas. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 26, n. 3, p. 231-244, 2006.
- SAS-Statistical Analysis System. **SAS/STATO**. User's guide: statistics, version 8.1. 4. ed. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2000. v. 2.
- SHEARD, P. R.; NUTE, G. R.; CHAPEL, A. G. The effect of cooking on the chemical composition of meat products with special reference to fat loss. **Meat Science**, v. 49, n. 2, p. 175-191, 1998.
- VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. **Journal of the Association of Official American Chemists**, v. 50, p. 50-55, 1967.
- VAZ, F. N.; RESTLE, J.; PADUA, J. T. Qualidade da carcaça e da carne de novilhos abatidos com pesos similares, terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 31-40, 2007.
- WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.
- WOOD, J. D.; RICHARDSON, G. R.; NUTE, G. R.; FISCHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effect of fatty acids on meat quality: A review. **Meat Science**, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2003.

Received on July 27, 2010.

Accepted on November 10, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.