

Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados sob diferentes sistemas de alimentação¹

Fatty acids profile in meat of Devon young steers, finished in different feeding system

Luis Fernando Glasenapp Menezes^{2*}; João Restle³; Gilberto Vilmar Kozloski⁴; Ivan Luiz Brondani⁴; Miguelangelo Ziegler Arboitte⁵; Magali Floriano Silveira⁶; José Laerte Nörnberg⁷

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar o perfil de ácidos graxos da carne de novilhos Devon terminados em confinamento, pastagem temperada (pastagem de azevém - *Lolium multiflorum* Lam) ou em pastagem tropical (associação de pastagem de milheto - *Pennisetum americanum* (L.) Leeke - e capim papuã - *Bracharia plantaginea*). Foram utilizados 17 novilhos que ao início da terminação apresentavam 320 kg e 15 meses de idade. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e número variável de repetições. Os animais confinados foram alimentados com relação volumoso:concentrado de 60:40. Novilhos da pastagem temperada apresentaram maior teor de lipídios no músculo *longissimus dorsi* do que os da pastagem tropical, sendo que o teor de lipídios da carne dos confinados não diferiu dos demais. A pastagem tropical proporcionou gordura intramuscular mais saturada do que a temperada, principalmente pela maior participação dos ácidos C15:0, C17:0 e C20:0. Os animais terminados no confinamento e na pastagem temperada apresentaram carnes com maior teor de ácidos graxos monoinsaturados em relação aos da pastagem tropical, porém não houve efeito da dieta sobre o total de ácidos graxos poliinsaturados. A pastagem temperada proporcionou carne com maior teor de ácido linoléico conjugado (CLA) e de ácidos graxos ômega-3 do que o confinamento, já a pastagem tropical não diferiu dos demais tratamentos. A terminação em pastagem proporcionou relação ômega-6/ômega-3 mais benéfica do que a terminação em confinamento. A terminação em pastagem temperada proporcionou carne com gordura intramuscular mais benéfica que a terminação em confinamento, principalmente pelos maiores teores de CLA, somatório dos ácidos graxos ômega-3 e menor relação ômega-6/ ômega-3. A terminação em pastagem tropical resultou em carne com valores nutricionais intermediários entre a pastagem temperada e o confinamento.

Palavras-chave: CLA, confinamento, ômega-6, ômega-3, pastagem temperada, pastagem tropical

¹ Projeto financiado pelo CNPq.

² Prof., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, PR. E-mail: luismenezes@utfpr.edu.br

³ Pesquisador, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Tocantins, UFT, Araguaína, TO. E-mail: jorestle@terra.com.br

⁴ Profs. Associados, Deptº de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: kozloski@smail.ufsm.br; ilbrondani@mail.ufsm.br

⁵ Prof., Instituto Federal de Santa Catarina, IFSC, Campus Santa Rosa do Sul, Santa Rosa do Sul, SC. E-mail: miguelangelo@ifsc-sombrio.edu.br

⁶ Profª Adjunta, UTFPR, Dois Vizinhos, PR. E-mail: magalisilveira@utfpr.edu.br

⁷ Prof. Associado, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: jlnornberg@smail.ufsm.br

* Autor para correspondência

Abstract

The objective of this study was to evaluate the fatty acid profile of meat of Devon steers finished in feedlot, or winter pasture (pasture of ryegrass - *Lolium multiflorum* Lam), or tropical pasture (association of millet pasture - *Pennisetum americanum* (L.) Leeke - and alexander grass - *Brachiaria plantaginea*). At the beginning of finishing the average weight of steers was 320 kg and the age was 15 months. A completely randomized design with three treatments and variable number of repetitions. The roughage:concentrate ratio from feedlot was 60:40. The lipid content of Longissimus dorsi muscle was influenced by the feeding system, the winter pasture showed higher lipid content in comparison to tropical pasture, while the lipid content of feedlot was intermediary. The tropical pasture showed intramuscular fat more saturated in relation to winter pasture, mainly due to the higher participation of C15:0, C17:0 and C20:0 acids. The feedlot and winter pasture animals showed meat with higher content of monounsaturated fatty acids in relation to tropical pasture, but there was no effect of the diet on the total polyunsaturated fatty acids. The winter pasture provided meat with higher conjugated linoleic acid (CLA) and of omega-3 acids in relation to feedlot, while the tropical pasture did not differ from the other two treatments. Pasture finishing provided omega6/omega3 ratio more benefic in relation to feedlot finishing. The winter pasture finishing provided meat with intramuscular fat more benefic in comparison to feedlot finishing, mainly due to higher CLA content, higher omega-3 acids and lower omega-6/omega3 ratio. Tropical pasture finishing resulted in meat with intermediate nutritional value between winter pasture and feedlot.

Key words: CLA, feedlot, omega-6, omega-3, tropical pasture, winter pasture

Introdução

A produção de carne bovina brasileira, gira em torno de 8 milhões de toneladas anuais e representa cerca de 16% da produção mundial total. No entanto, exporta apenas 1,2 milhões de toneladas, representando apenas 15% do total produzido no país (ANUALPEC, 2009). Entre os aspectos limitantes ao aumento deste número estão as barreiras impostas pelos mercados importadores, principalmente no aspecto sanitário, a difusão de informações e conceitos associando o consumo de carne vermelha a problemas para a saúde humana, particularmente cardiovasculares. Entretanto, tem sido amplamente demonstrado que diferentes ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa participam de vários processos metabólicos benéficos à saúde humana (VARELA et al., 2004) e que as gorduras encontradas nos ruminantes são fontes naturais de alguns deles, como os isômeros de ácido linoléico conjugado (CLA), em particular o *cis* - 9, *trans* - 11 (FRENCH et al., 2000).

Vários fatores afetam a composição de ácidos graxos da carne de bovinos, entre eles o grupo genético (NUERNBERG et al., 2005), heterose

(MENEZES et al., 2009), condição sexual (RODRIGUES et al., 2004), idade (METZ et al., 2009) e a dieta (REALINI et al., 2004). Estudos já demonstraram que o aumento da participação de forragem na alimentação traz vantagem na constituição da gordura dos animais, e que animais alimentados com forragens apresentam maiores concentrações de ácidos graxos saturados (AGS) e poliinsaturados (AGP) (FRENCH et al., 2000; VARELA et al., 2004). De acordo com Dannenberger et al. (2006), forragens teriam maiores proporções de C16:0 e C18:3 e menores proporções de C18:1 e C18:2 em relação a concentrados. Segundo Varela et al. (2004) a relação de AGP $\omega 6/\omega 3$ é um índice da função dos ácidos graxos na arteriosclerose humana. Ácidos graxos da série $\omega 3$ tendem a diminuir os níveis de ácido araquidônico nos tecidos, inibindo as atividades da ciclogenase e lipogenase, com efeito anti-trombônico, reduzindo os níveis lipídicos no plasma e aumentando a síntese de prostaglandina. No estudo de Varela et al. (2004), os animais que receberam exclusivamente pastagem na terminação tiveram relação AGP $\omega 6/\omega 3$ mais benéfica, apesar de que animais terminados em confinamento também

apresentaram valores aceitáveis, abaixo de 4:1, conforme recomenda o Departamento do Coração da Inglaterra (DEPARTMENT OF HEALTH, 1994).

No entanto, a maioria destes trabalhos foi conduzida utilizando gramíneas temperadas. Informações desta natureza obtidas em estudos com animais consumindo gramíneas tropicais, que constitui a base forrageira do Brasil, estão sendo estudadas recentemente e são inconclusivas. Pelas supostas implicações positivas dos ácidos graxos ω -3 na saúde humana, a maior concentração, normalmente encontrada, seria uma vantagem na produção de animais a pasto. No entanto, a transferência dessa conclusão para os animais a pasto em países tropicais, em função da grande diferença de perfil de ácidos graxos entre forrageiras tropicais e temperadas, é prematura (MEDEIROS et al., 2010).

O objetivo deste estudo foi de avaliar o perfil de ácidos graxos da carne de novilhos da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação.

Material e Métodos

O experimento foi dividido em duas fases. Na primeira fase foram utilizados nove animais da raça Devon, oriundos de monta tradicional (novembro a fevereiro), que ao início do experimento apresentavam em média $320 \pm 10,6$ kg e 15 meses de idade. Quatro destes animais foram terminados em confinamento e cinco em pastagem tropical (associação de milheto - *Pennisetum americanum* (L.) - com capim papuã

- *Brachiaria plantaginea*). Na segunda fase foram utilizados oito animais de mesma procedência, raça, peso e idade dos animais da primeira fase, porém oriundos de monta de outono (abril e maio). Essa diferenciação se deu para que os animais terminados no inverno apresentassem a mesma idade inicial dos terminados no período de verão. Do grupo de monta de outono, quatro animais foram terminados em confinamento e quatro animais foram terminados em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam). Foi realizada análise de variância entre as duas fases de confinamento (verão e inverno), como não foram observadas diferenças os dados foram agrupados em apenas um tratamento.

Os animais terminados em pastagem de milheto permaneceram em uma área de 3 ha, mantendo-se sempre oferta de lâminas foliares na matéria seca (MS) equivalente a 10% do peso vivo (PV). Os novilhos terminados em pastagem de azevém, permaneceram em uma área de 2 ha, mantendo-se oferta similar à pastagem de milheto. Aqueles terminados em confinamento permaneceram em baias individuais (9 m²) providas de comedouro de madeira e bebedouro de concreto. O sistema de pastejo empregado foi o contínuo, com lotação variável, utilizando-se a técnica de animais reguladores (sistema *put and take*), em que cada tratamento recebeu cinco animais-teste e um número variável de reguladores. A massa de forragem foi estipulada através da técnica de dupla amostragem. Por ocasião das avaliações foram realizadas simulações de pastejo para determinação da composição bromatológica e do perfil de ácidos graxos do material consumido (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição bromatológica (com base da matéria seca) das dietas experimentais.

| Componentes | Variável | | | |
|---------------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------|----------------------|
| | Matéria Seca, % | Proteína Bruta, % | ED ³ , Mcal/kg MS | FDN ⁴ , % |
| Silagem de milho | 26,33 | 9,18 | 2,80 | 47,53 |
| Concentrado | 88,39 | 11,33 | 3,53 | 15,31 |
| Pastagem temperada ¹ | 17,37 | 22,70 | 3,00 | 32,95 |
| Pastagem tropical ² | 29,90 | 9,63 | 2,87 | 52,83 |

¹ simulação de pastejo de pastagem de azevém

² simulação de pastejo de pastagem com consorciação de milho e capim papuã.

³ Energia Digestível

⁴ Fibra em Detergente Neutro.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os animais terminados exclusivamente em pastagem receberam como suplemento mineral, cloreto de sódio à vontade. Os animais terminados em confinamento, tanto no verão como no inverno, receberam dieta com relação volumoso:concentrado de 60:40 (base seca), sendo o volumoso constituído de silagem de milho e o concentrado à base de farelo de trigo (50%), grão de milho (45%), calcário calcítico (3%), cloreto de sódio (2%) e ionóforo (monensina sódica) (50 g/100 kg de ração). A dieta foi calculada segundo o NRC (1996), para que os animais atingissem ganho de peso médio diário (GMD) de 1,2 kg.

Os animais foram alimentados até atingirem peso vivo de abate de aproximadamente 380 kg. O período de terminação foi variável conforme o sistema de alimentação, onde os animais terminados em confinamento levaram 47 dias, os da pastagem temperada (azevém) 75 dias e os da pastagem tropical (milheto) 100 dias para atingirem o peso pré-estipulado, em decorrência dos diferentes GMDs (1,410; 1,200 e 0,666 kg, respectivamente). Antes do embarque para o frigorífico, os animais foram submetidos a um jejum de sólidos e líquidos de 12 horas, sendo posteriormente pesados, obtendo-se, dessa maneira, o peso de abate dos animais.

Por ocasião do abate, que ocorreu conforme o fluxo normal do frigorífico, as carcaças foram

identificadas, lavadas, pesadas e resfriadas a -2°C por 24 horas. Decorrido esse tempo as carcaças foram novamente pesadas e na altura da 12ª costela foi realizado um corte perpendicular no músculo *Longissimus dorsi*, onde foi retirado uma amostra.

A preparação das amostras (extração e metilação), assim como as determinações quantitativas da fração lipídica e qualitativas dos ácidos graxos foram realizadas no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL) da UFSM.

Amostras do centro do músculo *Longissimus dorsi*, de cada animal, após descongelamento em temperatura ambiente, foram homogeneizadas, utilizando um triturador tipo Turrax (Turrax, Mod. TE 102, Tecnal, Brasil). Amostras de plantas forrageiras e de silagens foram parcialmente secas a 55°C, em estufa com ventilação, durante cerca de 72h. Estas amostras, assim como dos concentrados que compunham as dietas, foram moídas em moinho do tipo *Willey* dotado de peneira com crivos de 1mm.

A extração dos lipídeos totais das amostras foi feita segundo a metodologia de Bligh e Dyer (1959). Os ácidos graxos foram esterificados de acordo com a técnica descrita por Hartman e Lago (1973) e analisados em cromatógrafo a gás da marca Agilent (modelo HP6890), equipado com detector de ionização de chama (FID) e coluna capilar

Supelco SP2560 (100m x 0,25mm x 0,2µm). As temperaturas do injetor e detector foram mantidas em 250°C e 280°C, respectivamente. O gradiente de temperatura utilizada para a separação dos ésteres de ácidos graxos foi 140°C por 5 min., aumentando 1,6°C/min. até 210°C, permanecendo por 10 min.; aumentando 10°C/min. até 240°C, permanecendo por mais 15 minutos, totalizando uma corrida de 76 minutos. O fluxo de gás de arraste (N₂) foi de 30 mL/min. O volume de injeção foi de 1 µL com razão de *split* de 1:50.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada através da comparação do tempo de retenção dos ácidos graxos das amostras com o de padrões conhecidos.

Os índices da atividade da enzima desaturase sobre os ácidos graxos C16 e C18 foram calculados conforme Malau-Aduli et al. (1998).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e número variável de repetições (quatro repetições para a pastagem temperada, cinco para a pastagem tropical e oito para o confinamento). Os dados foram submetidos à análise de variância e foi realizado teste de normalidade nas características estudadas, quando estas não apresentavam comportamento normal foi ajustado através do log², utilizando o programa estatístico SAS (2002). Foi realizado também teste de correlação. As análises foram realizadas de acordo com o modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Pelo modelo, Y_{ij} representa as variáveis dependentes; μ é a média de todas as observações; T_i corresponde ao efeito dos tratamentos e ε_{ij} corresponde ao erro experimental residual.

Resultados e Discussão

A dieta do confinamento apresentou grande proporção de ácidos graxos insaturados (57,32%), principalmente pela presença de ácido oléico (23,28%) e linoléico (28,94%), característico de dietas com presença de grãos (Tabela 2). A dieta da pastagem temperada apresentou grande proporção de ácidos graxos insaturados, devido, principalmente a presença de ácido linolênico (46,27%). Já a pastagem tropical apresentou alta participação de ácido linolênico (22,74%), porém proporcionou, também, grande participação de ácido palmítico (24,39%). O total de ácidos graxos insaturados na carne dos novilhos mantidos em pastagem temperada foi maior em relação aos animais mantidos em pastagem tropical, não diferindo para a carne dos novilhos terminados em confinamento (47,21;41,05 e 44,54%, respectivamente).

Houve variação no teor lipídico do músculo *Longissimus dorsi* com o sistema de alimentação. Os animais terminados em pastagem temperada apresentaram maiores valores no total de lipídios do músculo *Longissimus dorsi*, em comparação aos terminados em pastagem tropical (3,60 contra 2,48%), a carne dos animais terminados em confinamento não diferiu dos demais (2,92%). Apesar do peso de abate ser pré-fixado para todos os tratamentos (380 kg) a espessura de gordura subcutânea diferiu entre a pastagem temperada e a tropical, porém no confinamento foi semelhante as demais (4,38, 3,20 e 4,31 mm, respectivamente - MENEZES et al., 2010). Segundo Demirel et al. (2006), a espessura de gordura, a idade e peso de abate, a raça, a aplicação de hormônios e a alimentação podem influenciar o perfil de ácidos graxos de bovinos. No presente estudo a espessura de gordura subcutânea não se correlacionou com as variáveis estudadas.

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos (% dos ácidos graxos) das dietas experimentais.

| Ácido graxo | Nomenclatura Usual | Dietas | | |
|-----------------------|----------------------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | | Confinamento | Pastagem temperada ¹ | Pastagem tropical ² |
| C12:0 | Ácido láurico | 0,60 | 2,06 | 2,46 |
| C14:0 | Ácido mirístico | 0,49 | 0,33 | 0,30 |
| C16:0 | Ácido palmítico | 22,06 | 12,94 | 24,39 |
| C16:1 | Ácido palmitoléico | 0,58 | 0,12 | 0,34 |
| C17:0 | Ácido margárico | 0,37 | 0,20 | 0,32 |
| C18:0 | Ácido esteárico | 3,52 | 2,37 | 4,75 |
| C18:1 <i>n-9 cis</i> | Ácido oléico | 23,28 | 2,40 | 7,54 |
| C18:2 <i>n-6 cis</i> | Ácido linoléico | 28,94 | 11,07 | 16,18 |
| C18:3 <i>n-3</i> | Ácido linolênico | 3,91 | 46,27 | 22,74 |
| C19:0 | Ácido n-nonadecílico | 0,17 | 0,19 | 0,18 |
| C20:0 | Ácido araquídico | 1,04 | 0,48 | 1,04 |
| C20:1 | Ácido 11-eicosenóico | 0,47 | 0,15 | 0,00 |
| C21:0 | Ácido heneicosanoico | 0,16 | 0,75 | 0,00 |
| C20:2 | Ácido 11,14-eicosadienóico | 0,13 | 0,08 | 0,19 |
| C22:0 | Ácido behênico | 1,00 | 0,82 | 2,36 |
| C23:0 | Ácidotricosanoico | 0,47 | 0,14 | 0,33 |
| C24:0 | Ácido lignocérico | 1,34 | 0,46 | 2,61 |
| Saturados (AGS) | | 31,22 | 20,75 | 38,75 |
| Insaturados | | 57,32 | 60,47 | 47,20 |
| Poliinsaturados (AGP) | | 32,98 | 57,80 | 39,32 |
| AGP/AGS | | 1,06 | 2,79 | 1,01 |
| $\omega-6$ | Ômega-6 | 28,94 | 11,32 | 16,18 |
| $\omega-3$ | Ômega-3 | 3,91 | 46,27 | 22,74 |
| $\omega-6/\omega-3$ | Ômega-6/ Ômega-3 | 7,40 | 0,24 | 0,71 |

¹ simulação de pastejo de pastagem de azevém

² simulação de pastejo de pastagem com associação de milho e capim papua.

Fonte: Elaboração dos autores.

Dos ácidos graxos saturados de maior importância para a saúde humana, os ácidos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) não foram influenciados pela dieta (Tabela 3). Dentre estes, os ácidos mirístico e palmítico são considerados hipercolesterolêmicos (ARRIGONI et al., 2007) enquanto o ácido esteárico, apesar de ser saturado, não é considerado aterogênico, ou hipercolesterolêmico, uma vez que, no organismo é rapidamente convertido em ácido oléico, um monoinsaturado (SCHAEFER, 2002). Realini et al. (2004), Varela et al. (2004) e Nuernberg et al. (2005) observaram maior participação do ácido palmítico e menor do ácido esteárico na gordura intramuscular de animais terminados em confinamento do que

os terminados em pastagem temperada. Quanto ao ácido mirístico, os resultados da literatura são contraditórios, Realini et al. (2004) observaram maior teor deste ácido graxo em animais consumindo altas proporções de concentrado, enquanto Warren et al. (2008) observaram o contrário.

É possível que a contradição dos resultados do presente estudo com a literatura deve-se, em parte, pelo curto período de terminação dos animais, principalmente os confinados (47 dias), uma vez que Duckett et al. (1993) observaram que o tempo de alimentação interferiu na composição dos ácidos graxos. Estes autores somente observaram aumentos na participação dos ácidos mirístico, palmítico e esteárico após 112; 28 e 140 dias de

alimentação, respectivamente.

Além de atuar de forma neutra na saúde humana, ao ácido esteárico é atribuída responsabilidade por muitas das características desejáveis de sabor e textura, que são conferidas aos ácidos graxos saturados de cadeia longa. No presente estudo, não houve relação entre o ácido esteárico e as características organolépticas da carne. Entretanto, a palatabilidade se correlacionou negativamente ($r = -0,78$; $P = 0,04$) com o ácido lignocérico (C24:0) na carne dos animais do confinamento, e positivamente com o ácido mirístico ($r = 0,95$; $P = 0,01$), com o

ácido pentadecanóico (C15:0; $r = 0,85$; $P = 0,06$) e com o ácido palmítico ($r = 0,85$; $P = 0,07$) na carne dos animais da pastagem tropical. Camfield et al. (1997) observaram, também, relação negativa dos ácidos graxos saturados com a suculência da carne. No presente estudo a suculência se correlacionou com o ácido margárico (C17:0) nos animais do confinamento ($r = 0,71$; $P = 0,08$) e da pastagem temperada ($r = 0,99$; $P = 0,02$) e com os ácidos pentadecanóico ($r = 0,99$; $P = 0,02$) e behênico ($r = 0,99$; $P = 0,07$) da gordura intramuscular da pastagem temperada.

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos saturados e insaturados do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos da raça Devon, de acordo com o sistema de alimentação.

| Ácido graxo | Sistema de alimentação | | |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | Confinamento | Pastagem temperada ¹ | Pastagem tropical ² |
| C14:0 | 1,69 ±0,14 | 1,60 ±0,22 | 1,63 ±0,15 |
| C15:0 | 0,25 ±0,05 ^b | 0,23 ±0,07 ^b | 0,42 ±0,05 ^a |
| C16:0 | 25,14 ±0,97 | 24,06 ±1,48 | 24,02 ±1,04 |
| C17:0 | 0,83 ±0,04 ^b | 0,90 ±0,07 ^{ab} | 1,07 ±0,05 ^a |
| C18:0 | 20,02 ±0,96 | 18,76 ±1,47 | 22,29 ±1,04 |
| C19:0 | 0,68 ±0,11 | 0,78 ±0,17 | 0,85 ±0,12 |
| C20:0 | 0,16 ±0,02 ^{ab} | 0,10 ±0,03 ^b | 0,20 ±0,02 ^a |
| C22:0 | 0,12 ±0,04 | 0,18 ±0,06 | 0,18 ±0,04 |
| Saturados | 48,94 ±1,22 ^{AB} | 46,60 ±1,87 ^B | 50,69 ±1,32 ^A |
| C16:1 | 2,36 ±0,20 ^a | 2,34 ±0,31 ^{ab} | 1,65 ±0,22 ^b |
| C18:1 <i>n-9 trans</i> | 0,10 ±0,05 | 0,07 ±0,08 | 0,19 ±0,06 |
| C18:1 <i>trans - 11</i> | 1,11 ±0,31 ^b | 2,07 ±0,48 ^{ab} | 2,23 ±0,34 ^a |
| C18:1 <i>n-9 cis</i> | 34,42 ±0,96 ^{ab} | 36,02 ±1,47 ^a | 30,03 ±1,04 ^b |
| C20:1 | 0,14 ±0,03 | 0,11 ±0,04 | 0,08 ±0,03 |
| Monoinsaturados | 38,28 ±1,13 ^a | 40,80 ±1,73 ^a | 34,24 ±1,22 ^b |
| C18:2 <i>n-6 cis</i> | 3,27 ±0,51 | 2,64 ±0,77 | 2,79 ±0,55 |
| C18:3 <i>n-3</i> | 0,43 ±0,14 ^B | 0,92 ±0,21 ^A | 0,80 ±0,15 ^A |
| CLA | 0,21 ±0,07 ^b | 0,52 ±0,10 ^a | 0,41 ±0,07 ^{ab} |
| C20:2 | 0,21 ±0,08 | 0,04 ±0,12 | 0,03 ±0,09 |
| C20:3 <i>n-6</i> | 0,29 ±0,05 | 0,12 ±0,08 | 0,27 ±0,06 |
| C20:4 <i>n-6</i> | 1,09 ±0,20 | 0,96 ±0,31 | 1,42 ±0,22 |
| C20:5 <i>n-3</i> EPA | 0,31 ±0,11 | 0,47 ±0,17 | 0,55 ±0,12 |
| C22:5 <i>n-3</i> | 0,45 ±0,15 | 0,70 ±0,24 | 0,57 ±0,17 |
| Poliinsaturados | 7,38 ±0,97 | 8,47 ±1,48 | 9,08 ±1,05 |
| Insaturados | 44,54 ±1,33 ^{ab} | 47,21±2,03 ^a | 41,05±1,43 ^b |

^{a,b} letras minúsculas diferentes, na linha, diferem pelo teste 't' ($P < 0,05$).

^{A,B} letras maiúsculas diferentes, na linha, diferem pelo teste 't' ($P < 0,10$).

¹ pastagem de azevém

² pastagem com associação de milho e capim papuã.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os animais da pastagem tropical apresentaram carne com maior participação de ácido pentadecanóico do que aqueles alimentados nos demais sistemas e maior participação de ácido margárico do que os do confinamento. Além disso, os animais da pastagem tropical apresentaram carne com maior teor de ácido araquídico (C20:0) do que os da pastagem temperada na terminação. Essa diferenciação deve-se, principalmente, pela participação deste ácido graxo na dieta (Tabela 2).

A pastagem tropical proporcionou perfil lipídico mais saturado em relação a pastagem temperada, porém quando se expressa este valor em g/ 100 g, a quantidade total de ácidos graxos saturados foi semelhante ($P>0,05$) entre os sistemas de alimentação (1,29; 1,50 e 1,12 g/100g para a carne de animais em confinamento, pastagem temperada e pastagem tropical, respectivamente). A literatura reporta que ruminantes alimentados com gramíneas apresentam perfil lipídico da gordura intramuscular mais saturado, devido, principalmente a maior proporção de ácido esteárico. A diferença no teor de ácido palmítico entre as pastagens temperada e tropical (12,94 e 24,39%, respectivamente - Tabela 2) pode explicar o menor grau de saturação da carne dos animais da pastagem temperada em comparação as dos animais da pastagem tropical. No entanto, Aharoni, Orlov e Brosh (2004) comentam que a menor presença de ácido esteárico na carne de animais alimentados com grãos pode ser explicada pela inibição da biohidrogenação ruminal. Por outro lado, French et al. (2000) observaram decréscimo linear na proporção de ácidos graxos saturados com o aumento no consumo de gramíneas, justificando, principalmente, pelo menor conteúdo de palmítico nas gramíneas em relação ao concentrado.

O teor de ácido palmitoléico (C16:1) sofreu influência dos tratamentos, onde a carne dos animais do confinamento apresentaram maior proporção deste ácido em relação aos da pastagem tropical (Tabela 3). Bonagurio Gallo, Siqueira e Rosa (2007) observaram que o ácido palmitoléico aumentou com o acréscimo do conteúdo lipídico

da carne. Esta afirmação vem em encontro com o observado no presente estudo, onde a carne dos animais da pastagem tropical apresentou os menores conteúdos de lipídios totais (Tabela 3) e de ácido palmitoléico.

A gordura intramuscular dos animais da pastagem tropical apresentou maior quantidade de ácido vacênico (C18:1 *trans-11*) em comparação aos do confinamento. O ácido vacênico é o isômero produzido em maior quantidade pela bioisomerização e biohidrogenação dos ácidos linolênico (C18:3 *n-3*) e linoléico (C18:2 *n-6*) (TANAKA, 2005) no rúmen pelas bactérias anaeróbicas *Butyrivibrio fibrisolvens* (FURLAN; MACARI; FARIA FILHO, 2006). A presença de concentrado na dieta pode ter reduzindo o pH ruminal e/ou a taxa de passagem, e a ação dessas bactérias (MADRON et al., 2002), diminuindo assim a presença do ácido vacênico na carne dos animais do confinamento. Além disso, Prado et al. (2003) observaram alta correlação entre o teor de ácidos graxos poliinsaturados na forragem e presença desse ácido graxo na carne de animais pastejando milho ou grama estrela roxa (*Cynodon plectostachyus* Pilger).

O ácido vacênico pode ser transformado em ácido linoléico conjugado (CLA) pela ação da enzima Δ^9 -desaturase nos tecidos (HAYASHI, 2007) ou sofrer biohidrogenação dando origem ao ácido esteárico. Observa-se na Tabela 4 que a enzima Δ^9 -desaturase apresentou menor atividade nos animais da pastagem tropical, o que pode ter influenciado na transformação do ácido vacênico em CLA. Como essa enzima atua no tecido adiposo, o menor teor de lipídios na carne dos animais da pastagem tropical pode ter influenciado na atividade da enzima Δ^9 -desaturase. Madron et al. (2002) citam que a relação CLA:vacênico deve ficar entre 0,25 e 0,28, e que valores inferiores são resultados da inibição da enzima Δ^9 -desaturase no tecido. A relação entre esses ácidos graxos foi de 0,19; 0,25 e 0,18 para os animais terminados em confinamento, pastagem temperada e pastagem tropical, respectivamente.

A proporção de CLA na carne foi correlacionada com a presença de ácido vacênico ($r = 0,55$; $P = 0,02$), além disso, quando realizada análise de regressão, o CLA respondeu ao incremento de ácido vacênico ($CLA = 0,1346 + 0,0872 \cdot \text{vacênico}$; $R^2=0,63$). Para Salminen et al. (1998) o consumo de carne com maior presença de ácido vacênico é vantajoso, uma vez que este ácido graxo pode ser transformado em CLA também em humanos.

O ácido oléico (C18:1 *n-9 cis*) foi, dos ácidos graxos insaturados (AGI), o que apresentou maior participação. Além disso, o tipo de pastagem

influenciou a sua presença na carne dos animais. A gordura intramuscular dos animais da pastagem temperada apresentou maior participação deste ácido graxo em comparação a dos animais da pastagem tropical. O ácido oléico atua positivamente na redução da concentração do LDL-colesterol e na elevação do HDL-colesterol no sangue (MIR et al., 2003). Assim, a produção de carne rica em ácido oléico pode ser benéfica à saúde humana. Pesquisas *in vitro* demonstraram que o ácido oléico pode ser isomerizado a vários isômeros trans C18:1, inclusive o ácido vacênico, precursor do CLA (DANNENBERGER et al., 2004).

Tabela 4. Ácidos graxos ômega-6 ($\omega-6$) e ômega-3 ($\omega-3$), relação $\omega-6/\omega-3$, relação ácidos graxos poliinsaturados:saturados (AGP/AGS), índices aterogênico e trombogênico, estimativa da atividade da enzima Δ^9 desaturase na gordura intramuscular de novilhos da raça Devon, de acordo com o sistema de alimentação.

| Ácido graxo | Sistema de alimentação | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | Confinamento | Pastagem temperada ¹ | Pastagem tropical ² |
| $\omega-6$, % | 4,64 \pm 0,72 | 3,72 \pm 1,09 | 4,47 \pm 0,78 |
| $\omega-3$, % | 1,19 \pm 0,28 ^B | 2,13 \pm 0,43 ^A | 1,94 \pm 0,30 ^{AB} |
| $\omega-6/\omega-3$ | 4,36 \pm 0,50 ^b | 1,77 \pm 0,77 ^a | 2,38 \pm 0,55 ^a |
| AGP/AGS | 0,15 \pm 0,02 | 0,19 \pm 0,03 | 0,18 \pm 0,02 |
| Δ^9 desaturase 16 ³ | 8,52 \pm 0,68 ^A | 8,92 \pm 1,05 ^A | 6,53 \pm 0,74 ^B |
| Δ^9 desaturase 18 ⁴ | 64,00 \pm 1,38 ^a | 67,00 \pm 2,11 ^a | 59,36 \pm 1,49 ^b |

^{a,b} letras minúsculas diferentes, na linha, diferem pelo teste 't' ($P < 0,05$).

^{A,B} letras maiúsculas diferentes, na linha, diferem pelo teste 't' ($P < 0,10$).

¹ pastagem de azevém

² pastagem com associação de milho e capim papua.

³ Δ^9 desaturase 16 = $100 \cdot ((C16:1)/(C16:0 + C16:1))$;

⁴ Δ^9 desaturase 18 = $100 \cdot ((C18:1n9c)/(C18:0 + C18:1n9c))$;

Fonte: Elaboração dos autores.

Realini et al. (2004) e Daniel et al. (2004) observaram que dietas baseadas em concentrado proporcionaram maior depósito de ácido oléico na carne do que dietas à base de pastagens, explicando essa resposta ao maior teor desse ácido graxo nos grãos. Daniel et al. (2004) também ponderam que essa resposta se deve, em parte, ao aumento da atividade da enzima Δ^9 -desaturase, que no presente estudo foi maior nos animais do confinamento e da pastagem temperada (Tabela 4). A alta participação do ácido oléico na carne dos animais alimentados

com pastagem temperada pode ser explicada pela incompleta biohidrogenação do ácido linolênico, que se apresentava em grande quantidade nesta dieta (Tabela 2).

O somatório dos ácidos graxos monoinsaturados (AGM) foi inferior na carne dos animais da pastagem tropical em relação aos demais tratamentos. Os resultados da literatura são controversos quanto a participação de AGM na carne de animais alimentados com diferentes dietas. Bas e Sauvant

(2001) observaram que animais alimentados com dietas ricas em concentrado apresentaram maior conteúdo de AGM. Por outro lado, Gatellier et al. (2005) não observaram diferença no teor de AGM na gordura intramuscular de bovinos terminados exclusivamente em pastagens ou em dietas com participação de concentrado. Acréscimos no teor de AGM são associados a aumentos na participação de gordura da carcaça (DUCKETT et al., 1993). No presente estudo, as carcaças dos animais da pastagem tropical apresentaram menor espessura de gordura subcutânea (3,20; 4,31 e 4,38 mm para pastagem tropical, confinamento e pastagem temperada, respectivamente), refletindo essa resposta na quantidade de lipídios totais na carne (Tabela 3). A correlação entre o teor de lipídios e de AGM foi de 0,65 ($P=0,007$).

Smet et al. (2000) observaram que acréscimo no teor de energia da dieta também pode aumentar a quantidade de AGM na carne. As dietas do confinamento e a pastagem temperada apresentavam a mesma participação de energia digestível (Tabela 1), podendo justificar a semelhança na participação de AGM nestes tratamentos. Outra explicação para as diferenças entre os tratamentos para o teor de AGM é a atividade da enzima Δ^9 -desaturase, que segundo Beaulieu, Drackley e Merchen (2002) é responsável pela conversão dos ácidos mirístico, palmítico e esteárico em seus AGM *n-9* correspondentes. Na Tabela 4 observa-se que a atividade dessa enzima seguiu a variação do AGM.

Ainda na Tabela 3, observa-se que, dos ácidos graxos poliinsaturados (AGP), apenas o ácido linolênico (C18:3 *n-3*) e o ácido linoléico conjugado (CLA) foram influenciados pelos tratamentos. A gordura intramuscular dos animais terminados em ambas as pastagens apresentou maior teor de ácido linolênico em relação aos confinados. A diferenciação se deve pela composição da dieta, onde as forrageiras apresentaram alta participação deste ácido em sua estrutura (Tabela 2).

O conteúdo de ácido linoléico conjugado (CLA) foi superior nos animais da pastagem temperada em

comparação com os do confinamento. Em modelos animais, o CLA exibiu propriedades de inibir ações anticarcinogênica e antitrombônica (TANAKA, 2005). O CLA é produzido no rúmen durante a biohidrogenação ruminal do ácido linoléico (C18:2 *n-6*) e nos tecidos através da desaturação do ácido vacênico (C18:1 *trans-11*) através da ação da enzima Δ^9 -desaturase (HAYASHI, 2007), essa rota pode ser afetada pela presença de concentrados na dieta. A presença de concentrados na dieta tende a diminuir o pH ruminal, diminuindo a lipólise e consequentemente diminuição na extensão da biohidrogenação de ácidos graxos no rúmen. French et al. (2000) citam que dietas ricas em ácido linolênico, como as pastagens (Tabela 2), aumentam a produção de CLA perante a dietas com forrageiras conservadas ou com grãos.

Observa-se que não houve diferença entre o conteúdo de CLA da gordura intramuscular da pastagem tropical e do confinamento. Trabalhando com animais terminados em pastagens tropicais Padre et al. (2006) observaram valor médio de CLA de 0,14%, inferiores ao encontrados no presente estudo. Medeiros et al. (2010) justificam o menor conteúdo de CLA em animais alimentados com forrageira tropical perante os animais confinados pelos menores teores de ácido linolênico e maiores de palmítico (Tabela 2) que essas forrageiras apresentam. Esse perfil seria menos favorável a produção de CLA, fato que não foi observado no presente estudo.

Não houve efeito da dieta sobre o total de ácidos graxos poliinsaturados (AGP). Grande parte da literatura observa que animais alimentados em pastejo apresentam maior AGP do que aqueles que receberam concentrado durante a terminação (FRENCH et al., 2000; REALINI et al., 2004; NUERNBERG et al., 2005; GATELLIER et al., 2005), pela maior presença desse tipo de ácidos graxos, principalmente do gênero ω -3, em pastagens do que em concentrados. No entanto, a quantidade de concentrado empregada no presente estudo (40%) pareceu não influenciar essa característica,

concordando com o observado por Varela et al. (2004). Outra possível explicação para a falta de diferença seria o baixo tempo de alimentação para os animais do confinamento (47 dias), pois, segundo Duckett et al. (1993), o perfil de AGP se modificará apenas após 112 dias de arraçoamento.

Não houve efeito da dieta para o somatório dos ácidos graxos ω -6 na gordura intramuscular, diferente do total de ácidos graxos ω -3 que foi superior na gordura intramuscular dos animais da pastagem temperada em relação aos do confinamento, devido principalmente a maior participação de ácido linolênico (C18:3 *n*-3) na pastagem temperada (Tabela 2). A literatura reporta superioridade de ácidos graxos ω -3 na composição lipídica da carne de animais alimentados em pastagens (FRENCH et al., 2000; NUERNBERG et al., 2005; GATELLIER et al., 2005), assim como demonstra semelhança nos ω -6 da gordura intramuscular de bovinos alimentados em diferentes sistemas.

Os ácidos graxos ω -6 e ω -3 são muito diferentes quanto à sua ação no organismo humano. Enquanto os produtos metabólicos dos ácidos graxos ω -6 promovem inflamações e tumores, os ácidos graxos ω -3 atuam no sentido totalmente oposto. É importante manter o balanço dietético entre as duas formas, uma vez que funcionam em conjunto, promovendo a saúde e equilíbrio orgânico. O Department of Health (1994), recomenda que para a manutenção de uma saúde ideal, a razão ω -6: ω -3 não deve ultrapassar o limite de 4 partes de ácidos ômega 6 e uma parte de ácidos ômega 3. No presente estudo essa relação foi superior ($P < 0,05$) nos animais do confinamento, enquanto os animais terminados em pastagem não diferiram entre si, confirmando o relatado por French et al. (2000), Nuernberg et al. (2005) e Gatellier et al. (2005), que bovinos terminados em pastagem apresentam um perfil lipídico mais saudável ao consumo humano.

Outro índice que mede a qualidade nutricional da carne é a relação de AGP e AGS (AGP/AGS), onde se observa que não houve efeito do tipo de dieta. O Department of Health (1994), recomenda que a

relação AGP/AGS encontre-se próximo de 0,45.

Conclusões

A terminação em pastagem temperada proporcionou carne com gordura intramuscular mais benéfica que a terminação em confinamento, principalmente pelos maiores teores de CLA, somatório dos ácidos graxos ω -3 e melhor relação ω -6/ ω -3.

A terminação em pastagem tropical resultou em carne com valores nutricionais intermediários entre a pastagem temperada e o confinamento.

Agradecimento

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro.

Referências

- AHARONI, Y.; ORLOV, A.; BROSH, A. Effects of high-forage content and oilseed supplementation of fattening diets on conjugated linoleic acid (CLA) and *trans* fatty acids profiles of beef lipid fractions. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 117, n. 1, p. 43-60, 2004.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA PRODUÇÃO ANIMAL - ANUALPEC. Bovino de corte. FNP. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2009. 364 p.
- ARRIGONI, M. D. B.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; MOTA, M. D. S. Potencial dos grupamentos genéticos para produção de carne. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE: REQUISITOS DE QUALIDADE NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 6., 2007, Piracicaba. *Palestras...* Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2007. p. 115-144.
- BAS, P.; SAUVANT, D. Variations de la composition des dépôts lipidiques chez les bovins. *INRA Productions Animales*, Paris, v. 14, n. 5, p. 311-322, 2001.
- BEAULIEU, A. D.; DRACKLEY, J. K.; MERCHEN, N. R. Concentrations of conjugated linoleic acid (*cis*-9, *trans*-11-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high-concentrate diet supplemented with soybean oil. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 80, n. 3, p. 847-861, 2002.

- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry and Physiology*, Ontario, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BONAGURIO GALLO, S.; SIQUEIRA, E. R.; ROSA, G. T. Efeito da nutrição da ovelha e do cordeiro sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Triceps brachii* de cordeiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 36, n. 6, p. 2069-2073, 2007. Suplemento.
- CAMFIELD, P. K.; BROWN JÚNIOR; 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 acids profiles of steers. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 75, n. 7, p. 1837-1844, 1997.
- DANIEL, Z.; WYNN, R.; SALTER, A.; BUTTERY, P. J. Differing effects of forage and concentrate diets on the oleic acid content of sheep tissues: The role of stearoyl-CoA desaturase. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 82, n. 3, p. 747-758, 2004.
- DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; SCOLLAN, N.; SCHABEL, W.; STEINHART, H.; ENDER, K.; NUERNBERG, K. Effect of diet on the deposition of n-3 fatty acids, conjugated linoleic and C18:1 trans fatty acid isomers in muscle lipids of German Holstein bulls. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Easton, v. 52, n. 21, p. 6607-6615, 2004.
- DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, K.; NUERNBERG, G.; ENDER, K. Carcass- and meat quality of pasture vs concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. *Archiv Tierzucht*, Dummerstorf, v. 49, n. 4, p. 315-328, 2006.
- DEMIREL, G.; OZPINAR, H.; NAZLI, B.; KESER, O. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. *Meat Science*, Amsterdam, v. 72, n. 2, p. 229-235, 2006.
- DEPARTAMENT OF HEALTH. Nutritional aspects of cardiovascular disease -report on health and social subjects. London: HMSO, n. 46, 1994.
- DUCKETT, S. K.; WAGNER, D. G. YATES, L. D.; DOLEZAL, H. G.; MAY, S. G. Effects of time on feed on beef nutrient composition. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2079-2088, 1993.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.
- FURLAN, R. I.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato intestinal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, V. A.; OLIVEIRA, S. G. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 1-21.
- GATELLIER, P.; MERCIER, Y.; JUIN, H.; RENERRE, M. Effect of finishing mode (pasture or mixed-diet) on lipid composition, color stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. *Meat Science*, Amsterdam, v. 69, n. 1, p. 175-186, 2005.
- HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory Practice*, London, v. 22, n. 8, p. 475-476, 1973.
- HAYASHI, A. A.; MEDEIROS, S. R.; CARVALHO, M. H.; LANNA, D. P. D. Conjugated linoleic acid (CLA) effects on pups growth, milk composition and lipogenic enzymes in lactating rats. *Journal of Dairy Research*, Cambridge, v. 74, n. 2, p. 160-166, 2007.
- MADRON, M. S.; PETERSON, D. G.; DWYER, D. A.; CORL, B. A.; BAUMGARD, L. H.; BEERMANN, D. H.; BAUMAN, D. E. Effect of extruded full fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular and subcutaneous fat in beef steers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 80, n. 4, p. 1135-1143, 2002.
- MALAU-ADULI, A. E.; SIEBERT, B. D.; BOTTEMA, C. D.; PITCHFORD, W. S. Breed comparison of the fatty acid composition of muscle phospholipids in Jersey and Limousin cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 76, n. 3, p. 766-773, 1998.
- MEDEIROS, S. R.; OLIVEIRA, D. E.; AROEIRA, L. J. M.; MCGUIRE, M. A.; BAUMAN, D. E.; LANNA, D. P. D. Effects of dietary supplementation of rumen-protected conjugated linoleic acid to grazing cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, Madison, v. 93, n. 3, p. 1126-1137, 2010.
- MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; KOZLOSKI, G. V.; DESCHAMPS, F.; SACHET, R. H. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos Charolês e Nelore puros e de gerações avançadas do cruzamento rotativo, terminados em confinamento. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2478-2484, 2009.
- MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; SILVEIRA, M. F.; FREITAS, L. S.; PIZZUTI, L. A. D. Características da carcaça e da carne de novilhos superjovens da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 667-676, 2010.
- METZ, P. A. M.; MENEZES, L. F. G.; SANTOS, A. P. dos; BRONDANI, I. L.; RESTLE, J.; LANNA, D. P. D.

- Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 523-531, 2009.
- MIR, P. S.; IVAN, M.; HE, M. L.; PINK, B.; OKINE, E.; GOONEWARDENE, L.; McALLISTER, T. A.; WESELAKE, R.; MIR, Z. Dietary manipulation to increase conjugated linoleic acids and other desirable fatty acids in beef: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 83, n. 4, p. 673-685, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirement of beef cattle. 7. ed. Washington: DC, 1996. 232 p.
- NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; VOIGT, J.; SCOLLAN, N. D.; WOOD, J. D.; NUTE, G. R.; RICHARDSON, R. I. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of Longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 94, n. 1, p. 137-147, 2005.
- PADRE, R. G.; ARICETTI, J. A.; MOREIRA, F. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Fatty acid profile, and chemical composition of Longissimus muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. *Meat Science*, Amsterdam, v. 74, n. 2, p. 242-248, 2006.
- PRADO, I. N.; MOREIRA, F. B.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. Longissimus dorsi fatty acids composition of Bos indicus and Bos indicus x Bos taurus crossbred steers finished on pasture. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 601-608, 2003.
- REALINI, C. E.; DUCKETT, S. K.; BRITO, G. W.; DALLA RIZZA, M.; de MATOS, D. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, Amsterdam, v. 66, n. 3, p. 567-577, 2004.
- RODRIGUES, V. C.; BRESSAN, M. C.; CARDOSO, M. G.; FREITAS, R. T. F. Ácidos graxos na carne de búfalos e bovinos castrados e inteiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 434-443, 2004.
- SALMINEN, I.; MUTANEN, M.; JAUHAINEN, M.; ARO, A. Dietary *trans* fatty acid increased conjugated linoleic acid levels in human serum. *Nutrition Biochemistry*, New York, v. 9, n. 2, p. 93-98, 1998.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS. SAS INSTITUTE. SAS/STAT user's guide:statistics. 6. ed. Version 8. Cary, NC, v. 2, 2002. 943 p.
- SCHAEFER, E. J. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, New York, v. 75, n. 2, p. 191-212, 2002.
- SMET, S. D.; 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-musled Belgian Blue bulls. *Meat Science*, Amsterdam, v. 56, n. 1, p. 73-79, 2000.
- TANAKA, K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological function. *Animal Science Journal*, Tokyo, v. 76, n. 4, p. 291-303, 2005.
- VARELA, A.; OLIETE, B.; MORENO, T.; PORTELA, C.; MONSERRAT, L.; CARBALLO, J. A.; SÁNCHEZ, L. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. *Meat Science*, Amsterdam, v. 67, n. 3, p. 515-522, 2004.
- WARREN, H. E.; SCOLLAN, N. D.; ENSER, M.; HUGHES, S. I.; RICHARDSON, R. I.; WOOD, J. D. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Science*, Amsterdam, v. 78, n. 256-269, 2008.

