



## Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja

Ricardo Kazama<sup>1</sup>, Lúcia Maria Zeoula<sup>2</sup>, Ivanor Nunes do Prado<sup>2</sup>, Daniele Cristina da Silva<sup>1</sup>, Taciana Ducatti<sup>3</sup>, Makoto Matsushita<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na área de Produção Animal, Universidade Estadual de Maringá (UEM) - PR, Bolsista CAPES.

<sup>2</sup> Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (UEM) - PR, Av. Colombo, 5790, CEP: 87020-900. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) - PR, Bolsista de Iniciação Científica (PIBIC-CNPq).

<sup>4</sup> Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM) - PR

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar as características de carcaça e a composição físico-química e de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de novilhas em confinamento alimentadas com cascas de algodão (CAL) e de soja (CSO) como volumosos e com diferentes fontes energéticas, como milho moído, farelo de gérmen de milho (FGM) ou farelo de arroz integral (FAR). Foram utilizadas 24 novilhas mestiças com peso corporal de abate de  $350 \pm 35$  kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (dietas) e oito repetições (animais). As novilhas foram abatidas após jejum de sólidos de 24 horas. As carcaças foram identificadas, pesadas e armazenadas em câmara fria a 2°C até a manhã seguinte para as avaliações de carcaça. Os animais alimentados com as dietas experimentais não diferiram quanto às características de carcaça; os valores médios de rendimento de carcaça quente foram de 51,4%, os de área de olho-de-lombo, 50,8 cm<sup>2</sup>, e os de espessura de gordura de cobertura, 3,3 mm. As dietas também não influenciaram a composição físico-química do músculo *Longissimus*, que apresentou em média 73,4% de umidade, 23,0% de PB, 48,2 mg/100g de colesterol e 4,84 kgf/cm<sup>3</sup> de força de cisalhamento. Animais alimentados com a dieta FGM apresentaram maiores concentrações de CLA (0,48%), *trans*-vacênico (7,69%) e pior razão ômega 6/ômega 3 no músculo *Longissimus*, em virtude da maior quantidade de ácido linoléico desta dieta. Animais alimentados com a dieta FAR apresentaram maior concentração de ácido esteárico no músculo *Longissimus*, provavelmente em razão do maior conteúdo de ácido oléico desta dieta em relação às demais.

Palavras-chave: ácido linoléico conjugado, ácido *trans*-vacênico, características de carcaça, composição de ácidos graxos, força de cisalhamento

## Quantitative and qualitative carcass characteristics of heifers fed different energy sources on a cottonseed hulls and soybean hulls based diet

**ABSTRACT** - This work was carried out to evaluate carcass characteristics, physicochemical and fatty acids compositions of *Longissimus* muscle from feedlot heifers fed cottonseed hulls (CSH) and soybean hulls (SBH) as forage, and different energy sources: ground corn (COR), corn germ meal (CGM) or whole rice meal (WRM). Twenty-four crossbred heifers (initial body weight of  $350 \pm 35$  kg) were allocated in a completely randomized design into three treatments (diets) and eight replications (animals). Heifers were slaughtered after a 24-hour fasting period. Carcasses were identified, weighed and stored in a cold chamber at 2°C until following morning in order to perform carcass evaluations. The animals fed the experimental diets did not differ as carcass characteristics, the average values for hot carcass dressing were 51.4%, the loin eye area, 50.8 cm<sup>2</sup>, and fat thickness, 3.3 mm. The diets also did not influenced the physicochemical composition of *Longissimus* muscle, which showed 73.4% of moisture, 23.0% CP, 48.2 mg/100 g of cholesterol and 4.84 kgf/cm<sup>3</sup> of shear force. Animals fed with CGM diet showed higher concentrations of CLA (0.48%), *trans*-vaccenic acid (7.69%) and worse omega 6/omega 3 ratio in the *Longissimus* muscle, due to the higher supply of linoleic acid provided by this diet as compared to the others. Animals fed WRM diet presented higher concentration of stearic acid in the *Longissimus* muscle, probably as a result of the higher content of oleic acid in this diet.

Key Words: carcass characteristics, conjugated linoleic acid, fatty acid composition, shear force, *trans*-vaccenic acid

## Introdução

Um dos nutrientes de maior importância para terminação de bovinos de corte é a energia. O milho consiste em um dos alimentos tradicionais mais empregados para suprir as demandas energéticas dos animais. Além do milho, vários subprodutos agroindustriais podem ser empregados como fontes alternativas de energia em dietas para ruminantes, como, por exemplo, os farelos de gérmen de milho e de arroz integral.

O farelo de gérmen de milho é obtido após processamento por via seca do milho para extração do óleo; o subproduto contém 9,3% de proteína bruta (PB), 7,2% de extrato etéreo (EE) e 32,4% de fibra em detergente neutro (FDN) (% da MS) (Rocha Jr. et al., 2003). O farelo de arroz integral é o resultado do processo de polimento dos grãos de arroz, quando são removidas as camadas do pericarpo e tegumento, além de partículas remanescentes da casca, resultando no farelo, que apresenta 13,7% de PB e 24,1% de FDN (% da MS) (Rocha Jr. et al., 2003) e possui teores variáveis de EE (6,4 - 21,0%). É um subproduto rico em lipídios de reservas (neutros), principalmente os triglicerídeos. A concentração total de ácidos graxos saturados no farelo de arroz é de 14,7% e a de ácidos graxos insaturados 74,3% (Prates, 1995).

Pesquisas em nutrição de ruminantes envolvendo a avaliação do uso de subprodutos agroindustriais não devem restringir-se apenas a resultados de desempenho animal associados ao custo de produção. Devem estar aliadas também ao impacto que esses subprodutos teriam sobre a qualidade da carne bovina, visto que as exigências impostas dos mercados consumidores por qualidade de carne têm aumentado constantemente.

A percepção da qualidade da carne pelos consumidores inicia-se pela avaliação da cor e da quantidade de gordura de cobertura, seguidas por aspectos envolvidos no seu processamento, como perda de líquidos por descongelamento e cocção e, finalmente, a maciez, considerada o mais importante aspecto qualitativo da carne bovina (Luchiari Filho, 2000).

Atualmente, há uma preocupação com a saúde alimentar humana, não somente quanto à qualidade sanitária dos alimentos, mas principalmente em relação aos possíveis efeitos (maléficos ou benéficos) de determinados alimentos ou nutrientes sobre a saúde dos consumidores. A associação entre ingestão de gordura e problemas de saúde, relacionados principalmente à gordura animal (gordura saturada), representada, particularmente pelos ácidos mirístico ( $C_{14:0}$ ) e palmítico ( $C_{16:0}$ ) sobre a concentração plasmática das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) é continuamente adotada pelos consumidores.

Todavia, estudos têm demonstrado falhas nessas concepções simplistas, principalmente quando as gorduras são desagregadas a ácidos graxos isoladamente. Ao contrário do que se pensava, pesquisas recentes têm comprovado que o leite e a carne também possuem substâncias com ação benéfica na prevenção de doenças vasculares, cardíacas e neoplásicas, como o ácido linoléico conjugado (CLA) e os ácidos graxos da série ômega-3 (McGuire & McGuire, 1999; Parodi, 1999; Tanaka, 2005).

O isômero principal de CLA na gordura do leite de vacas é o *cis*-9, *trans*-11, que representa 80 a 90% do CLA total (Parodi, 1977; Sehat et al., 1999) e consiste no isômero predominante na carne de ruminantes, porém em menor quantidade que a encontrada no leite (Bauman et al., 1999). Tanaka (2005) sugere diferentes mecanismos pelos quais os CLA poderiam atuar como anticarcinogênicos, antioxidantes, preventivos do colesterol, melhoristas da resposta imune, da diabetes, do metabolismo ósseo, promotores do crescimento e redutores do acúmulo de gordura corporal.

A maioria das substâncias naturais com atividade anticarcinogênica é originada de plantas, com exceção do CLA, que pode representar um grande avanço para que os consumidores e a sociedade médica mudem seus conceitos e aceitem a carne vermelha como um produto saudável.

Nesse sentido, avaliaram-se fontes energéticas alternativas ao milho, como o farelo de gérmen de milho ou o farelo de arroz integral, e as características de carcaça, a composição físico-química, a força de cisalhamento e a composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de novilhas mestiças em confinamento alimentadas com dietas contendo cascas de algodão e de soja.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental de Iguatemi e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal, pertencentes ao Departamento de Zootecnia, e no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM). As análises de força de cisalhamento e de perdas de líquidos por descongelamento e por cocção foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

Foram utilizadas 24 novilhas mestiças ( $\frac{1}{2}$  Nelore  $\times$   $\frac{1}{2}$  Angus) com aproximadamente 20 meses de idade e peso corporal final de  $350 \pm 35$  kg, mantidas em confinamento. As novilhas foram divididas em três grupos de oito animais e foram alimentadas com três dietas experimentais contendo

diferentes fontes energéticas: milho moído (MIL) ou farelo de gérmen de milho (FGM) ou farelo de arroz integral (FAR) (Tabela 1), com relação volumoso:concentrado de 67:33%. A água foi fornecida *ad libitum*.

Ao final do período experimental (84 dias), quando as novilhas apresentaram peso corporal de  $350 \pm 35$  kg, foram submetidas a um jejum de sólidos de 24 horas e posteriormente abatidas em frigorífico da região. Logo após o abate, as carcaças foram identificadas e pesadas e, em seguida, armazenadas em câmara fria a 2°C até a manhã seguinte para as avaliações de carcaça.

Durante a manhã, foram obtidas as medidas de carcaça (espessura de coxão e comprimentos de perna e de coxa), quando se realizou o corte entre as 12ª e 13ª costelas da meia-carcaça direita para retirada de uma porção do músculo *Longissimus* e mensuração da área de olho-de-lombo (AOL), por meio de grade reticulada (cm<sup>2</sup>), e da espessura

da gordura de cobertura (EGC) utilizando-se paquímetro digital.

A determinação da porcentagem de músculo, osso e gordura da carcaça foi realizada pela separação física desses componentes na porção do músculo *Longissimus* da meia-carcaça direita (entre a 10ª, 11ª e 12ª costelas), conforme técnica descrita por Hankins & Howe (1946), adaptada por Muller et al. (1980).

Foram extraídas duas amostras de 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus* (congelado a -20°C), perpendicularmente ao sentido das fibras musculares. As amostras foram pesadas, acondicionadas em geladeira por 24 horas a 5°C e novamente pesadas para determinação, por diferença de peso, da perda de água por descongelamento. Em seguida, efetuou-se o cozimento das amostras do músculo *Longissimus* até que atingissem temperatura interna de 70°C para determinação, por diferença de peso, da perda de água por cocção. Nestas mesmas amostras, determinou-se a força de cisalhamento por meio de aparelho Warner-Bratzler shear force, segundo Wheeler et al. (2001).

A composição química da carne (teores de umidade, matéria mineral e proteína bruta) foi obtida segundo análises sugeridas pelo AOAC (1980). A matéria graxa total foi determinada segundo metodologia de Bligh & Dyer (1959). Para a análise de ácidos graxos, a matéria graxa total foi separada e os lipídeos transesterificados para formação dos ésteres metílicos de ácidos graxos (AOAC, 1980). Os ésteres de ácidos graxos, depois de isolados, foram analisados por meio de cromatógrafo gasoso Shimadzu 14A, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro e 0,20 µm de Carbowax 20M). As temperaturas do injetor e detector foram 220 e 245°C, respectivamente. A temperatura da coluna foi de 150°C por três minutos, sendo então elevada para 240°C a uma taxa de 10°C/minuto. Os fluxos de gases foram: 1,2 mL/minuto para o gás de arraste (H<sub>2</sub>); 30 mL/minuto para o auxiliar (N<sub>2</sub>); 300 mL/minuto para o ar e 30 mL/minuto para o H<sub>2</sub> da chama. A razão de divisão da amostra foi de 1/100. As áreas de pico foram determinadas por meio de Integrador-Processador CG-300 e as identificações dos principais picos realizadas por comparações com padrões Sigma (EUA).

Os dados foram analisados por meio do programa SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 1997) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições (três dietas e oito animais/dieta).

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais (% MS)

Ingrediente	Dieta		
	MIL	FGM	FAR
Casca de algodão	21,49	21,53	21,49
Casca de soja	45,07	45,18	45,08
Farelo de algodão (46 %PB)	7,05	7,06	7,05
Farelo de arroz integral	-	-	17,08
Gérmen de milho	-	23,86	-
Milho moído	23,55	-	6,93
Sal mineral	0,78	0,78	0,78
Calcário	0,78	0,78	0,78
Uréia	1,25	0,78	0,78
Monensina	0,03	0,03	0,03
Composição nutricional (%MS)			
MS	90,01	90,21	90,38
MO	95,14	94,70	94,55
PB	14,05	13,18	14,24
PDR (%PB)	62,78	63,81	62,57
EE	2,28	3,91	4,30
Cinzas	4,86	5,30	5,45
FDN	60,78	58,18	60,03
FDA	40,03	39,72	40,43
Lignina	5,69	5,49	5,98
Carboidratos totais	78,82	77,61	76,00
NDT <sup>1</sup>	62,36	72,64	68,29
Ácido palmítico (C <sub>16:0</sub> ) <sup>2</sup>	13,37	11,61	13,10
Ácido esteárico (C <sub>18:0</sub> ) <sup>2</sup>	4,39	3,11	2,96
Ácido oléico (C <sub>18:1 w9</sub> ) <sup>2</sup>	26,49	28,52	35,47
Ácido linoléico (C <sub>18:2 w6</sub> ) <sup>2</sup>	44,09	42,75	33,70
Ácido linolênico (C <sub>18:3 w3</sub> ) <sup>2</sup>	2,54	1,54	1,82

MIL: milho moído; FGM: farelo de gérmen de milho; FAR: farelo de arroz integral.

<sup>1</sup> Valores calculados segundo CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System): NDT(%) = PBD(%) + 2,25 EED(%) + CTD(%), em que PBD = proteína bruta digestível, EED = extrato etéreo digestível, CTD = carboidratos totais digestíveis.

<sup>2</sup> % dos ácidos graxos totais.

## Resultados e Discussão

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as novilhas alimentadas com as dietas experimentais quanto à características peso corporal final, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça quente, espessura de gordura de cobertura (EGC), área de olho-de-lombo (AOL), espessura de coxão, comprimento de coxa e porcentagens de músculo, osso e gordura da carcaça (Tabela 2). Todavia, o comprimento de perna foi maior ( $P<0,05$ ) nas novilhas alimentadas com a dieta FGM (67,25 cm) em relação à da dieta MIL (63,00 cm). No entanto, não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) entre os animais das dietas MIL e FAR e entre FGM e FAR.

Os animais apresentaram valor médio de AOL de 28,43 cm<sup>2</sup>/100 kg de carcaça, próximo da recomendação mínima de 29 cm<sup>2</sup>/100 kg de carcaça, segundo Luchiari Filho (2000). Esse valor é uma referência, pois, à medida que a AOL aumenta, a porção comestível da carcaça também aumenta; portanto, esse corte é um indicador de desenvolvimento muscular.

Mendes et al. (2005), em pesquisa com novilhos mestiços de 24 meses de idade alimentados com dietas com silagem de milho como volumoso, milho em grão ou 48% de farelo de gérmen de milho em substituição ao milho em grão como fontes energéticas, obtiveram valores semelhantes de AOL, de 27,48 e 25,27 cm<sup>2</sup>/100 kg de carcaça, respectivamente. Ezequiel et al. (2004) forneceram uma dieta contendo 100% de milho moído ou 50% de milho moído + 50% farelo de gérmen de milho como fontes energéticas para bovinos Nelore de 32 meses de idade e encontraram valores inferiores de AOL (24,16 e 22,95 cm<sup>2</sup>/100 kg de carcaça, respectivamente).

A exigência mínima de EGC varia geograficamente, porém, do ponto de vista qualitativo, é necessário mínimo de 3,00 mm (Luchiari Filho, 2000). A média observada de 3,33 mm de EGC da carcaça está acima do limite mínimo, sobretudo para novilhas alimentadas com a dieta FAR, que apresentaram maior deposição de gordura de cobertura (3,98 mm). Os resultados obtidos neste trabalho foram inferiores aos observados por Ezequiel et al. (2004) e Mendes et al. (2005), que encontraram valores de 4,4 e 4,2 mm para as rações com milho e 5,6 e 4,9 mm para as rações com FGM.

Os altos valores de EGC relacionados a valores inferiores de AOL encontrados por Ezequiel et al. (2004) e Mendes et al. (2005) parecem estar de acordo com a correlação negativa entre EGC e porção comestível, segundo Luchiari Filho (2000). Assim, a gordura subcutânea em pequena quantidade ocasiona problemas no manuseio da carcaça e encurtamento dos sarcômeros durante a estocagem, em razão do frio. Por outro lado, altos teores de gordura, além de indesejáveis, diminuem o rendimento da porção comestível e necessitam ser aparados para comercialização, implicando desperdícios.

Os valores médios de porcentagem de músculo, osso e gordura da carcaça foram de 56,24; 18,76 e 25,00%, respectivamente. Costa et al. (2002), trabalhando com novilhos Red Angus e abatendo os animais com 340 kg encontraram valor superior para o músculo (63,53%) e inferior para osso (15,06%) e gordura (21,69%). A menor porcentagem de músculo e maior de gordura observada para as novilhas com o mesmo peso de abate pode estar relacionada ao sexo, pois fêmeas possuem menos músculo e mais gordura que machos (Luchiari Filho, 2000), quando comparado em mesmo estágio de desenvolvimento.

Tabela 2 - Características de carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes de energia

Característica	Dieta			Média	CV (%)
	MIL	FGM	FAR		
PCF, kg	345,75	355,88	346,50	349,38 ± 13,06	10,57
IMS, kg/dia	10,38	9,98	9,80	10,05 ± 0,53	14,94
PCQ, kg	176,13	181,06	181,31	179,50 ± 6,29	9,91
RCQ, %	51,00	50,90	52,40	51,43 ± 0,58	3,22
AOL, cm <sup>2</sup>	50,50	49,00	53,00	50,83 ± 1,83	10,16
AOL, cm <sup>2</sup> /100 kg	28,71	27,21	29,38	28,43 ± 1,00	9,90
EGC, mm	3,03	3,00	3,98	3,33 ± 0,49	41,65
ECO, cm	22,88	23,38	23,88	23,38 ± 0,47	5,73
CPER, cm	63,00b	67,25a	65,75ab	4,59	
CCOX, cm	127,69	130,19	128,38	128,75 ± 1,35	2,98
Músculo, %	55,82	56,79	56,12	56,24 ± 1,40	7,02
Osso, %	18,75	19,02	18,50	18,76 ± 0,66	9,95
Gordura, %	25,42	24,20	25,37	25,00 ± 1,61	18,20

MIL - milho moído; FGM - farelo de gérmen de milho; FAR = farelo de arroz integral; PCF: peso corporal final; IMS: ingestão de matéria seca; PCQ: peso da carcaça quente; RCQ: rendimento de carcaça quente; AOL: área de olho-de-lombo; EGC: espessura de gordura de cobertura; ECO: espessura de coxão; CPER: comprimento de perna; CCOX: comprimento de coxa.

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem ( $P<0,05$ ) pelo teste Tukey.



Tabela 3 - Composição físico-química do músculo *Longissimus* de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas

Característica	Dieta			Média	CV (%)
	MIL	FGM	FAR		
UMI, %	73,12	73,73	73,23	73,36 ± 0,37	1,42
PB, %	23,30	22,47	23,17	22,98 ± 0,31	3,80
MGT, %	2,54	2,78	2,57	2,63 ± 0,39	42,12
Cinzas, %	1,05	1,03	1,03	1,04 ± 0,02	4,44
COL, mg/100 g	50,44	47,59	46,61	48,21 ± 2,84	16,65
PD, %	9,96	10,11	9,28	9,78 ± 1,33	38,46
PC, %	27,82	25,63	27,51	26,99 ± 1,79	18,77
CIS, kgf/cm <sup>3</sup>	4,41	5,00	5,10	4,84 ± 0,48	28,29

MIL = milho moído; FGM = farelo de gérmen de milho; FAR = farelo de arroz integral; UMI = umidade; PB = proteína bruta; MGT = matéria graxa total; COL = colesterol; PD = perda por descongelamento; PC = perda por cocção; CIS = força de cisalhamento. Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

As diferentes fontes energéticas fornecidas às novilhas não influenciaram ( $P > 0,05$ ) os teores de umidade (UMI), proteína bruta (PB), matéria graxa total (MGT), cinzas e colesterol (COL) do músculo *Longissimus*, que apresentou valores médios de 73,36; 22,98; 2,6; 1,04 e 48,21 mg/100g, respectivamente (Tabela 3). Esses valores estão dentro da amplitude de composição química do músculo esquelético de mamíferos citada por Forrest et al. (1975), de 65-80% de UMI, 16-22% de PB, 1,5-13% de lipídios e 1,0% de cinzas.

Costa et al. (2002) observaram valores semelhantes de MGT e COL, de 2,29% e 42,88 mg/100 g, respectivamente, no músculo de novilhos Red Angus abatidos com 340 kg. O colesterol é um composto necessário para o organismo e que está envolvido na síntese de hormônios e sais biliares; metade do colesterol do organismo tem sua origem na produção endógena e o restante é proveniente da dieta (Nelson & Cox, 2002).

As perdas de água por descongelamento (PD) e cocção (PC) do músculo *Longissimus* não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos e apresentaram médias de 9,78 e 26,99%, respectivamente. Durante o descongelamento, ocorre perda de água liberada pelas células que foram seccionadas ou se romperam pelo aumento da pressão interna durante o congelamento. A perda por cocção é maior e corresponde à perda de água mais uma porção menor de gordura fundida, componentes nitrogenados e minerais (Lawrie, 1981).

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) para a força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* das novilhas alimentadas com as dietas experimentais, que apresentou valor médio de 4,84 kgf/cm<sup>3</sup>. Portanto, a carne pode ser considerada macia, segundo Felício (1997), pois a faixa aceitável de maciez é abaixo de 5 kgf/cm<sup>3</sup>.

Entre os ácidos graxos saturados da carne bovina, a maior preocupação recai sobre o ácido palmítico (C<sub>16:0</sub>), considerado hipercolesterêmico, como o C<sub>14:0</sub> e C<sub>12:0</sub>

(Wood et al., 2003). As diferentes dietas experimentais não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a concentração de C<sub>16:0</sub>, que foi em média de 24,96% (Tabela 4), resultado semelhante ao encontrado por Ito et al. (2005) e Wada et al. (2005), de 26,93% e 26,15%, respectivamente.

O músculo *Longissimus* das novilhas alimentadas com MIL apresentou maior ( $P < 0,05$ ) concentração de ácido margárico (C<sub>17:0</sub>) (1,17%) em relação ao daquelas alimentadas com FGM (0,93%), enquanto o teor de C<sub>17:0</sub> no músculo de novilhas alimentadas com a dieta FAR (1,06%) não diferiu das demais. O músculo *Longissimus* das novilhas alimentadas com MIL apresentou também maior concentração de ácido 8-heptadecenóico (C<sub>17:1 w9</sub>) (0,63%) em relação ao das novilhas da dieta FAR (0,51%). No entanto, a concentração de C<sub>17:1</sub> do músculo *Longissimus* das novilhas da dieta FGM (0,52%) não diferiu das demais. Resultado semelhante foi observado por Ito et al. (2005), que forneceram dieta com MIL para bovinos inteiros e encontraram maiores concentrações de ácido margárico (0,81%) e ácido 8-heptadecenóico (0,63%) quando comparados aos animais alimentados com dietas contendo semente de linhaça e óleo de soja.

O produto final da biohidrogenação ruminal, ácido esteárico (C<sub>18:0</sub>), foi maior ( $P < 0,05$ ) no músculo *Longissimus* de animais alimentados com a dieta FAR (17,87%) em relação ao de animais alimentados com as dietas FGM (14,55%) e MIL (15,22%), o que pode ser atribuído ao maior fornecimento de ácido oléico (C<sub>18:1 w9</sub>) aos animais alimentados com FAR em relação a FGM e a MIL (Tabela 1), criando condições para que as bactérias do gênero *Fusocillus* sp., que possuem 73 a 79% de capacidade para hidrogenar o ácido oléico em ácido esteárico (Harfoot & Hazlewood, 1997), produzissem mais ácido esteárico no rúmen. Apesar de a gordura saturada da carne de bovinos poder contribuir significativamente para elevação dos teores de colesterol circulante em humanos (Bessa, 1999), gorduras

Tabela 4 - Composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas

Ácidos graxos	Dieta			Média	CV (%)
	MIL	FGM	FAR		
<sup>1</sup> C14:0	1,86	1,80	2,06	1,91 ± 0,15	22,68
<sup>2</sup> C16:0	25,69	23,90	25,29	24,96 ± 0,59	6,64
<sup>3</sup> C16:1 w7	1,74	1,69	1,52	1,65 ± 0,13	22,03
<sup>4</sup> C16:1 w5	0,69	0,64	0,68	0,67 ± 0,03	13,55
<sup>5</sup> C17:0	1,17a	0,93b	1,06ab		15,02
<sup>6</sup> C17:1 w9	0,63a	0,52ab	0,51b		16,27
<sup>7</sup> C18:0	15,22b	14,55b	17,87a		7,66
<sup>8</sup> C18:1 t11	4,63b	7,69a	6,50ab		32,06
<sup>9</sup> C18:1 w9	35,06	34,05	32,82	33,98 ± 1,37	11,44
<sup>10</sup> C18:2 w6	6,04	6,53	4,84	5,80 ± 0,68	33,23
<sup>11</sup> C20:0	0,13	0,13	0,15	0,14 ± 0,01	27,13
<sup>12</sup> C18:3 w3	0,44	0,39	0,33	0,38 ± 0,04	29,60
<sup>13</sup> C18:2 c9,t11	0,38ab	0,48a	0,35b		23,86
<sup>14</sup> C22:0	0,32	0,31	0,27	0,30 ± 0,04	40,35
<sup>15</sup> C20:4 w6	1,12	0,96	0,88	0,99 ± 0,15	42,37
<sup>16</sup> C20:4 w3	0,33	0,24	0,25	0,27 ± 0,04	42,81
<sup>17</sup> C22:5 w3	0,64	0,50	0,52	0,55 ± 0,07	37,79
<sup>18</sup> C22:6 w3	0,08	0,05	0,06	0,06 ± 0,01	43,08
Não-identificados	3,83	4,64	4,03	4,17 ± 0,58	39,37
AGPI	9,03	9,14	7,23	8,46 ± 0,95	31,77
AGMI	42,75	44,59	42,03	43,12 ± 1,05	6,92
AGS	44,40a	41,63b	46,71a		4,19
AGPI/AGS	0,20	0,22	0,16	0,19 ± 0,02	34,64
W6	7,80	7,98	6,25	7,34 ± 0,89	34,14
W3	1,48	1,18	1,16	1,27 ± 0,15	33,67
W6/w3	5,36b	6,86a	5,35b		13,05

MIL - milho moído; FGM - farelo de germen de milho; FAR = farelo de arroz integral.

<sup>1</sup>Ácido mirístico; <sup>2</sup>ácido palmítico; <sup>3</sup>ácido palmitoléico; <sup>4</sup>ácido 11-hexadecenoico; <sup>5</sup>ácido margárico; <sup>6</sup>ácido 8-heptadecenoico; <sup>7</sup>ácido esteárico; <sup>8</sup>ácido *trans*-vacênico; <sup>9</sup>ácido oléico; <sup>10</sup>ácido linoléico; <sup>11</sup>ácido araquídico; <sup>12</sup>ácido linolênico; <sup>13</sup>ácido linoléico conjugado (CLA); <sup>14</sup>ácido behênico; <sup>15</sup>ácido araquidônico; <sup>16</sup>ácido 8,11,14,17-eicosatetraenoico; <sup>17</sup>DPA; <sup>18</sup>DHA; AGPI: ácido graxo poliinsaturado; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; AGS: ácido graxo saturado; w6: omega-6; w3: omega-3.

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

ricas em ácido esteárico não apresentam essa característica, pois são classificadas como ácido graxo neutro.

Os animais alimentados com a dieta com FGM apresentaram maior (P<0,05) concentração de ácido *trans*-vacênico (7,69%) no músculo *Longissimus* em relação aos alimentados com a dieta MIL (4,63%). Por outro lado, a concentração do ácido *trans*-vacênico do *Longissimus* dos animais alimentados com a dieta FAR (6,50%) não diferiu (P>0,05) dos demais. Essas diferenças nas concentrações desse ácido no músculo *Longissimus* não podem ser explicadas pelas diferenças nas ingestões do ácido linoléico (C<sub>18:2</sub> w6) provenientes das dietas MIL, FGM e FAR. O ácido *trans*-vacênico, embora não tenha importância reconhecida, consiste em importante precursor de CLA. Essa transformação é mediada pela atividade da enzima Δ<sup>9</sup>-dessaturase, que é menor no tecido adiposo em relação à glândula mamária (Bauman et al., 1999).

Há necessidade de outros estudos para se conhecer o real papel do ácido *trans*-vacênico, pois, segundo Geay et al. (2001), este ácido é considerado um risco para doenças coronarianas. No entanto, segundo Salminen et al. (1998), nos humanos, existe apenas a hipótese de que

a ingestão de ácidos *trans* aumenta em 2,5 vezes a concentração sérica de CLA.

As novilhas alimentadas com a dieta com FGM apresentaram maior (P<0,05) concentração de CLA (C18:2, *Cis 9 trans 11*) no músculo *Longissimus* em relação às aquelas alimentadas com a dieta com FAR (Tabela 4). No entanto, as novilhas alimentadas com a dieta com milho apresentaram valores intermediários, que não diferiram dos demais.

Izumi et al. (2002) e An et al. (2003) investigaram a ocorrência de transformação do CLA e do *trans*-vacênico no rúmen utilizando carneiros com fístulas ruminais alimentados com uma dieta contendo gordura poliinsaturada. Nesses estudos, a concentração de *trans*-vacênico (0,3 - 0,4 mg/g) foi maior que de CLA (menor que 0,05 mg/g), sugerindo que a taxa de conversão dos ácidos linoléico e α-linolênico em *trans*-vacênico é mais rápida de que a de *trans*-vacênico em ácido esteárico. Assim, o CLA produzido pela biohidrogenação ruminal do ácido linoléico é um intermediário transiente, enquanto o *trans*-vacênico é acumulado no rúmen, sendo mais disponível para absorção.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) na concentração de AGPI e AGMI no músculo *Longissimus* das novilhas mestiças alimentadas com as diferentes dietas experimentais; as médias foram de 8,46 e 43,12%, respectivamente. Houve ligeira redução na quantidade de AGS no músculo de novilhas alimentadas com a dieta FGM em relação àquelas com milho e FAR. Todavia, a razão AGPI/AGS não diferiu entre as novilhas alimentadas com as diferentes rações experimentais e apresentou valor médio de 0,19, inferior à razão ideal, acima de 0,40, segundo Wood et al. (2003).

As novilhas alimentadas com a dieta FGM apresentaram a maior ( $P<0,05$ ) razão w6/w3 (6,86:1) no músculo *Longissimus* em relação àquelas alimentadas com as dietas milho (5,36:1) e FAR (5,35:1). As novilhas alimentadas com as dietas milho e FAR obtiveram razão w6/w3 próximo à razão ideal, ou seja, abaixo de 5:1 (Holman, 1998) considerada como benéfica à saúde humana.

### Conclusões

Fontes energéticas alternativas, como o farelo de gérmen de milho ou o farelo de arroz integral, podem ser utilizadas na alimentação de novilhas mestiças em confinamento, pois não têm efeitos negativos nas características de carcaça e na composição físico-química do músculo *Longissimus*. As diferentes concentrações de alguns ácidos graxos na dieta podem modificar a composição de ácidos graxos no músculo de novilhas.

### Agradecimento

À Doutora Ana Maria Bridi (Universidade Estadual de Londrina-UDEL), pela contribuição nas análises de *shear force* e das perdas por descongelamento e cocção do músculo *Longissimus* das novilhas. Ao MSc. José Luiz Moletta (IAPAR), pelo auxílio nas avaliações de carcaça das novilhas.

### Literatura Citada

- AN, J.K.; KANG, C.W.; IZUMI, Y. et al. Effects of dietary fat sources on occurrences of conjugated linoleic acid and trans fatty acids in rumen contents. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.16, n.2, p.222-226, 2003.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 13.ed. Washington: AOAC, 1980. 1015p.
- BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A et al. [1999]. **Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants**. Proceedings of the American Society of Animal Science, Disponível em: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0937.pdf> Acesso em: 22/5/2007.
- BESSA, R.J.B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: SYMPOSIUM EUROPEO – ALIMENTACIÓN EN EL SIGLO, 21., 1999, Badajoz. **Anais...** Badajoz: Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz, 1999. p.283-313.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemical Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no 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.
- EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R. et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos da raça Nelore alimentados com diferentes fontes energéticas, em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 4p. (CD-ROM).
- FELÍCIO, E.P. Fatores *ante e post-mortem* que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p.79-97.
- FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B. et al. **Principles of Meat Science**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1975. 417p.
- GEAY, Y.; BAUCHARI, D.; HOCQUETTE, J.F. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v.41, n.1, p.1-26. 2001.
- HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1997. p.382-426.
- HOLMAN, R.T. The slow discovery of the importance of omega 3 essential fatty acids in human health. **Journal of Nutrition**, v.128, n.2, p.427S-433S, 1998.
- ITO, R.H.; SOUZA, N.E.; PRADO, J.M. et al. Perfil de ácidos graxos do músculo “*Longissimus dorsi*” de bovinos mestiços inteiros terminados em confinamento alimentados com óleo de soja e semente de linhaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 5p. (CD-ROM).
- IZUMI, Y.; AN, J.K.; KOBAYASHI, Y. et al. Effects of fresh grass feeding on the formation of conjugated linoleic acid (CLA) and vaccenic acid (trans-11C18:1) in the rumen. **Japanese Society for Rumen Metabolism and Physiology**, v.15, p.43-46, 2002.
- LAWRIE, R. **Developments in meat science**. London: Elsevier Applied Science, 1981. 342p.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: o próprio autor, 2000. 134p.
- McGUIRE, M.C.; McGUIRE, M.K. [1999]. **Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fatty acid with beneficial effects on human health**. Proceedings of the American Society of Animal Science. Disponível em: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0938.pdf>. Acesso em: 22/5/2007).
- MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.692-702, 2005.
- MÜLLER, L. **Nornas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1980. 31p.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger – Princípios de bioquímica**. 3.ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975p.
- PARODI, P.W. Conjugated octadecadienoic acids of milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.60, p.1550-1553, 1977.

- PARODI, P.W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.6, p.1339-1349, 1999.
- PRATES, E.R. Arroz e cereais de inverno. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p.73-98.
- ROCHA JR., V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Determinação do valor energético de alimentos para ruminantes pelo sistema de equações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.473-479, 2003.
- SALMINEN, I.; MUTANEN, M.; JAUHAINEN, M. et al. Dietary trans fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.9, n.2, p.93-98, 1998.
- SEHAT, N.; RICKERT, R.; MOSSOBA, M.M. et al. Improved separation of conjugated fatty acid methyl esters by silver ion-high-performance liquid chromatography. **Lipids**, v.34, n.4, p.407-413, 1999.
- TANAKA, K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological function. **Animal Science Journal**, v.76, n.4, p.291-303, 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p. (Manual do usuário).
- WADA, F.Y.; SOUZA, N.E.; MOREIRA, A.F.P. et al. Grãos de linhaça e canola sobre o perfil de ácidos graxos do músculo “Longissimus dorsi” de novilhas Nelore em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 5p. (CD-ROM).
- WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. **Shear force procedures for meat tenderness measurement**. Clay Center: Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center, 2001. p.1-7.
- WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, GR. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, n.1, p.21-32, 2003.