

Ácido linoléico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios

[*Linoleic conjugated acid and fatty acids profile in the muscle and fat layer of water buffalo steers fed different fat sources*]

R.L. Oliveira¹, M.M. Ladeira², M.A.A.F. Barbosa³, D.M.P. Assunção⁴, M. Matsushita⁵,
G.T. Santos^{5,6}, R.L. Oliveira⁴

¹Escola de Medicina Veterinária – UFBA

Av. Ademar de Barros, 500

401170-110 – Salvador, BA

²Departamento de Zootecnia - UFLA – Lavras, MG

³Departamento de Zootecnia - UEL – Londrina, PR

⁴Aluna de graduação - UPIS – Brasília, DF

⁵Departamento de Química - UEM – Maringá, PR

⁶Bolsista do CNPq

RESUMO

Avaliaram-se o teor de ácido linoléico conjugado (CLA) e o perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. Utilizaram-se 12 animais castrados, da raça Murrah, com peso vivo de 306±8kg, submetidos aos tratamentos sem lipídeo adicional, grão de soja e óleo de soja, confinados durante 84 dias. Após o abate a carcaça foi resfriada a 5°C, durante 24 horas. Foi feita secção entre a nona e a 11^a costelas da meia carcaça direita, de onde se separou músculo e capa de gordura, analisadas as concentrações de CLA e de ácidos graxos, por cromatografia gasosa. O fornecimento de óleo de soja resultou em maior concentração de CLA no músculo e na capa de gordura, e a adição de óleo de soja menores concentrações de ácidos graxos saturados, principalmente os ácidos mirístico e palmítico. Os animais que receberam a dieta com grão de soja integral também apresentaram menor teor de CLA e redução nas concentrações de mirístico e palmítico. Esses efeitos foram observados somente na capa de gordura e em menor intensidade.

Palavras-chave: búfalo, confinamento, grão de soja, óleo de soja

ABSTRACT

The effect of different fat sources on fatty acid concentrations in the muscle and in the fat layer of water buffalo steers was studied. Twelve water buffalo steers weighting 306±8kg, fed without additional fat, soybean grain or soybean oil and confined during 84 days were used. The animals were slaughtered after 16-hours-fasting and the carcass was cooled at 5°C, for 24 hours. A section was extracted between 9th and 11th ribs from the right half carcass and this section was separated in bone, muscle and fat layer. In the last two fractions, the fatty acids, including conjugated linoleic acid (CLA), were quantified by gaseous chromatography. The soybean oil provided higher CLA concentrations in the steers muscle and fat layer. Moreover, the soybean oil inclusion promoted lower saturated fatty acids contents, mainly miristic and palmitic acids. There was also increase in CLA concentrations and decrease in miristic and palmitic acids contents in the fat layer of the animals fed soybean grain diet. However, these effects were more moderate than those observed for the diet with soybean oil.

Keywords: buffalo, feedlot, soybean grain, soybean oil

Recebido em 01 de agosto de 2007

Aceito em 21 de janeiro de 2008

E-mail: ronaldooliveira@ufba.br

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos houve aumento do interesse dos consumidores por alimentos que, além de apresentarem características nutricionais desejáveis, possam fornecer também substâncias benéficas à saúde humana. Dessa forma, as indústrias de alimentos e instituições de pesquisa começaram a envidar esforços na busca por alimentos dessa natureza.

Os produtos oriundos de animais ruminantes também têm sido enquadrados nesse grupo, pois tanto o leite, quanto a carne e o tecido adiposo possuem o ácido linoléico conjugado (CLA), um ácido graxo comprovadamente anticarcinogênico (Bauman e Griinari, 2001).

A concentração do CLA na carne bovina e de outros ruminantes é superior quando comparada a outros animais. Isto ocorre porque este ácido graxo é um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoléico (Harfoot e Hazlewood, 1997). Assim, se ocorrer seu escape do rúmen, ou seja, a biohidrogenação não for completa, este poderá ser absorvido pelo epitélio intestinal e fará parte da gordura animal (Ladeira e Oliveira, 2007). Segundo Bauman et al. (1999), a dieta pode influenciar a síntese de CLA nos ruminantes de três maneiras: a) dietas que apresentam lipídeos disponíveis para síntese de CLA e ácido vacênico no rúmen, como aquelas que contêm óleos; b) dietas que alteram o ambiente ruminal e modificam a população bacteriana responsável pela biohidrogenação; c) dietas associadas a substratos lipídicos que alteram a população bacteriana.

É importante salientar que, de acordo com os dados da (Global ..., 2003), a cada ano 10 milhões de pessoas têm diagnóstico positivo de câncer no mundo e que até o ano de 2020, serão 15 milhões de novos casos anuais. Diante desse quadro, muitos estudos estão sendo realizados no intuito de identificar coadjuvantes que evitem o aumento das diferentes formas de câncer.

Devido à configuração (*cis* ou *trans*) e ao local de ocorrência das duplas ligações, já foram identificados vários possíveis isômeros de CLA. Entre os isômeros, o C18:2 *Cis-9 trans-11* é o que predomina na gordura dos ruminantes (Bauman e Griinari, 2001) e apresenta maior potencial anticarcinogênico (Parodi, 1999). Já o isômero C18:2 *Trans-10 cis-12* possui efeito sobre

o metabolismo dos lipídeos e pode alterar a composição corporal em animais em crescimento (Park et al. 1999).

Os ruminantes possuem elevados teores de C18:2 *Cis-9 trans-11* pelo fato de ser este um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoléico. Outra fonte de CLA na carne de ruminantes é a ação da enzima Δ^9 – dessaturase sobre o ácido vacênico (C18:1 *Trans-11*), no próprio tecido adiposo (Bauman et al., 2001).

A gordura da carne bovina geralmente apresenta uma faixa entre 1,7 a 10,8 mg CLA/g de gordura e o isômero C18:2 *Cis-9 trans-11* corresponde a 57 a 85% do valor global de CLA (Mir et al., 2004). No entanto, o teor de CLA na carne e no leite dos ruminantes pode ser manipulado por meio da dieta administrada aos animais (Mir et al., 2000).

Mendonza et al. (2005) afirmaram que pode haver diferenças no teor de CLA na carne de búfalos comparada com a carne de bovinos. Segundo os autores, isto pode ocorrer devido ao maior desenvolvimento e ao tamanho relativo do rúmen-retículo, às diferenças na microbiota ruminal e seu metabolismo, bem como nos comportamentos de consumo e ruminação.

Além do potencial efeito anticarcinogênico da carne de ruminantes, pela presença de CLA, o perfil de ácidos graxos é extremamente importante, pois pode alterar os níveis de colesterol sanguíneo, que está diretamente relacionado com a incidência de doenças cardiovasculares na população humana. Um componente importante que causa risco aos vasos sanguíneos é a lipoproteína de baixa densidade (LDL), que representa cerca de 85% do colesterol total. Já a fração de alta densidade (HDL) apresenta função de desobstrução das artérias e de outros tecidos (Rose, 1990). As gorduras que contêm ácidos graxos saturados (AGS), em geral, elevam os níveis de LDL no sangue humano, quando comparadas com proteínas, carboidratos ou ácidos graxos insaturados em substituições isoenergéticas. O efeito hipercolesterolêmico dos AGS está associado aos ácidos láurico, mirístico e palmítico (Farfan, 1996).

Sinclair et al. (1982) avaliaram o perfil de ácidos graxos na carne de bovinos e de búfalos. Em relação ao total de AGS, os bovinos apresentaram

Ácido linoléico conjugado e perfil...

um total de 40,2% e os búfalos, de 31,3%. Dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), os bovinos e búfalos apresentaram 42,2 e 26,9%, respectivamente, enquanto para os poliinsaturados (AGPI) a proporção foi de 8,8% para bovinos e 28,6% para búfalos, e a relação AGPI/AGS foi de 0,22 para bovinos e 0,91 para búfalos. Portanto, a carne de búfalos apresentaria menor teor de AGS em relação à carne bovina, o que seria benéfico à saúde humana.

Os ácidos graxos mais representativos na carne de búfalo são o palmítico, o esteárico e o oléico, similarmente ao encontrado na carne bovina (Cuttrignelli et al., 1996). Além do aspecto relacionado à saúde humana é, o perfil de ácidos graxos, que também é importante do ponto de vista comercial, já que vários estudos têm demonstrado que a proporção de AGS, AGMI e AGPI influenciam o sabor da carne (Elmore et al., 1999).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de diferentes fontes de lipídeos sobre o teor de CLA e o perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de

gordura de novilhos bubalinos terminados em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Lagoa Bonita - Campus Rural das Faculdades UPIS em Planaltina-DF, no período de setembro a dezembro de 2003. Foram utilizados 12 novilhos bubalinos castrados, da raça Murrah, com idade média de 15 meses e peso vivo médio inicial de 306±8kg. Antes do experimento os animais foram pesados, receberam medicação contra ecto e endoparasitas e foram distribuídos aleatoriamente nos três tratamentos.

As rações continham silagem de milho, como volumoso, e grão de milho moído, farelo de soja, grão de soja integral, óleo de soja e uréia, como ingredientes dos concentrados. As amostras dos alimentos foram colhidas durante todo o período experimental e realizadas as análises da composição bromatológica, cujos resultados se encontram na Tab. 1.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes das dietas oferecidas a novilhos bubalinos segundo os alimentos

Ingrediente	Silagem de milho	Milho grão	Farelo de soja	Grão de soja integral
Matéria seca (%)	32,74	-	-	-
Proteína bruta (%)	12,60	8,32	42,80	35,77
Fibra em detergente neutro (%)	52,63	13,55	21,12	25,56
Fibra em detergente ácido (%)	34,34	4,03	11,90	19,72
Extrato etéreo (%)	2,96	4,74	1,50	19,55
Carboidratos não fibrosos (%)	24,01	71,82	31,17	14,55
Lignina (%)	7,04	0,97	2,69	6,93

Foram utilizados três tratamentos: sem lipídeo adicional, grão de soja integral e óleo de soja. A proporção dos ingredientes nas rações e seus valores nutricionais são apresentados nas Tab. 2 e

3, respectivamente. Consta também da Tab. 3 a composição de ácidos graxos dos concentrados utilizados.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes nas dietas oferecidas a novilhos bubalinos, de acordo com os tratamentos

Ingrediente (%MS)	Sem lipídeo adicional	Grão de soja integral	Óleo de soja
Silagem de milho	60,00	60,00	60,00
Milho grão	35,16	26,41	32,09
Farelo de soja	3,71	0,00	4,28
Grão de soja integral	0,00	13,59	0,00
Óleo de soja	0,00	0,00	2,50
Uréia	1,12	0,00	1,13

Tabela 3. Composição bromatológica (%MS) das rações e porcentagem de ácidos graxos dos concentrados utilizados nas dietas oferecidas a novilhos bubalinos, de acordo com os tratamentos

Ingrediente (%MS)	Sem lipídeo adicional	Grão de soja integral	Óleo de soja
Proteína bruta	11,93	11,58	11,93
Fibra em detergente neutro	38,54	41,01	38,20
Fibra em detergente ácido	23,55	27,20	23,44
Extrato etéreo	3,92	5,54	6,21
Carboidratos não fibrosos	42,31	37,31	40,47
Cinzas	3,31	4,57	3,19
Ácidos graxos nas rações concentradas			
Mirístico (C14:0)	4,44	1,05	1,34
Palmítico (C16:0)	21,46	14,91	16,18
Esteárico (18:0)	7,75	3,98	5,36
Oléico (C18:1 ω9)	24,42	27,31	22,58
Linoléico (C18:2 ω6)	39,02	49,40	50,32
Linolénico (C18:3 ω3)	2,91	3,34	4,21

A duração do experimento foi de 84 dias, distribuídos em três períodos de coleta com 28 dias cada. Os animais foram pesados no início do experimento e ao fim de cada período experimental, depois de jejum de 16 horas. Os novilhos ficaram confinados individualmente em baias de madeira com área de 24m², piso batido, com 12m² cobertas de telha em fibrocimento. A alimentação foi fornecida em cochos de PVC com 3m lineares/animal e a água, à vontade.

As rações foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8 e 16h, na forma de ração total e ajustada de forma a manter as sobras em torno de 10 a 20% do oferecido. No período da manhã, durante os últimos seis dias de cada período, as sobras foram retiradas e pesadas para determinação do consumo.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas, de acordo com a AOAC (Official..., 1990). As concentrações de fibra em detergente neutro corrigidas para cinzas e proteína (FDNcp) e fibra em detergente ácido (FDA) foram analisadas segundo Goering e Van Soest (1970) e o FDNcp dos concentrados segundo Van Soest et al. (1991).

Os carboidratos não fibrosos foram determinados pela expressão $CNF = [100 - (\%PB + \%FDNcp + \%EE + \%Cinzas)]$, segundo o NRC (Nutrient..., 2001).

As análises do perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* e na capa de gordura foram realizadas em amostras extraídas entre a nona e 11^a costelas da meia carcaça direita. Em cada secção foi efetuada a separação entre músculo, capa de gordura e osso.

O CLA e os ácidos graxos das amostras de músculo e gordura foram determinados por meio da transesterificação dos ácidos graxos pela metodologia descrita por ISO (Animal..., 1978), com o emprego de solução de n-heptano e KOH/metanol. Os ésteres de ácidos graxos foram quantificados em equipamento de cromatografia gasosa (SHIMADZU 14 A®), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida com 100m de comprimento, 0,25mm de diâmetro interno e 0,20µm de Carbowax 20M; com fluxo de 1,2ml/min de H₂ (gás de arraste), 30ml/min de N₂ (gás auxiliar), 30 e 300ml/min, para o H₂ e ar sintético para a chama do detector. A temperatura inicial da coluna foi estabelecida em 150°C, foi mantida por 3min, e progressivamente aumentada até 240°C, com taxa de elevação de 10°C/min. O perfil de ácidos graxos foi expresso em porcentagem do total de ácido graxo padrão, com valores certificados para 11 ácidos graxos. Estes foram usados para estabelecer os fatores de correção para cada um dos ácidos graxos certificados que foram empregados na transformação do pico em área para peso (g/100g ou mg/g de ácidos graxos totais).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, os dados foram avaliados por meio de análise de variância, as médias pelo teste Tukey ($P < 0,05$) e os pesos iniciais a cada período foram utilizados como covariável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos da suplementação de lipídeos sobre o teor de CLA no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídeos são apresentados na Fig. 1.

Houve aumento significativo na concentração de CLA no músculo *Longissimus dorsi* quando os animais foram submetidos à dieta com inclusão de óleo de soja. A presença dos ácidos graxos insaturados no óleo de soja induz os microorganismos ruminais a realizarem o processo de biohidrogenação, já que a existência das duplas ligações causa efeitos negativos sobre a população microbiana. Durante o processo de quebra das duplas ligações e consequente adição de hidrogênio, há a formação de compostos intermediários, entre eles o CLA (Jenkins and

McGuire, 2006). Como os ácidos graxos do óleo de soja se tornam completa e rapidamente disponíveis no rúmen, é possível afirmar que a capacidade de os microorganismos saturarem completamente o volume de ácidos linoléicos pode ter sido excedida. Por sua vez, pode ter ocorrido o que levou a maior passagem para o intestino e maior absorção dos ácidos graxos intermediários das reações de biohidrogenação, e isto, por sua vez, promoveu o aumento na concentração de CLA.

Quando se elevou o teor de lipídeos da ração, por meio da utilização de grão de soja integral, não se observou aumento na concentração de CLA. Tal fato pode ser explicado pela lenta liberação dos triglicerídeos contidos no grão, o que permitiu biohidrogenação mais extensa pelos microorganismos. Além disso, pode ter ocorrido escape de AGI do rúmen, já que estes estariam protegidos no interior das células do grão de soja. A lenta liberação de óleo de grãos de oleaginosas resulta em efeitos mínimos sobre a digestibilidade da fibra (Doreau e Ferlay, 1995).

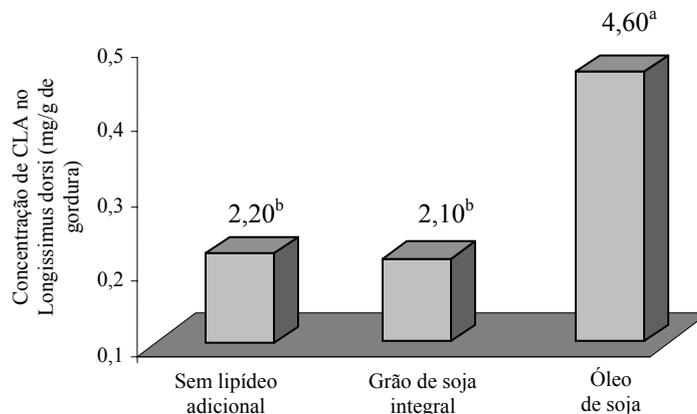


Figura 1. Concentração de CLA no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos bubalinos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Os valores observados para as concentrações de CLA no músculo para todos os tratamentos foram superiores aos encontrados por Mendonza et al. (2005), que trabalharam com búfalos das raças Mediterrânea e Murrah, criados em pastagens de *Brachiaria sp.*, e observaram teores de 1,27mg de CLA/g de gordura. Tal diferença se deu, possivelmente, pelo fato de que, na presente pesquisa, o fornecimento de 40% de

concentrado deprimiu a proporção de microorganismos fibrolíticos no rúmen, além da taxa de passagem de partículas no rúmen ter sido maior que em animais no pasto, o que pode não permitir total biohidrogenação das moléculas de ácidos linoléico da dieta, elevando a concentração de CLA.

Na Tab. 4 observa-se o resultado da suplementação de lipídeos sobre o perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*. Houve redução nos teores de ácido palmítico e esteárico com a adição de óleo de soja. Quanto aos ácidos oléico e linoléico, percebe-se que a inclusão de lipídeos não resultou em diferenças estatísticas. É possível verificar que o ácido graxo presente em maior quantidade na gordura do músculo dos novilhos bubalinos é o ácido

oléico. Os percentuais dos AGS observados nesta pesquisa estão próximos dos teores encontrados por Rodrigues et al. (2004), que avaliaram a concentração de ácidos graxos no músculo de búfalos Mediterrâneos, alimentados com dietas com baixo lipídeos, e encontraram teores da ordem de 0,97; 23,7; e 18,0, para os ácidos mirístico, palmítico e esteárico, respectivamente.

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* (g/100g de gordura) de novilhos bubalinos segundo os tratamentos

Ácido Graxo		Sem lipídeo adicional	Grão de soja integral	Óleo de soja	CV (%)
Mirístico	C14:0	1,27	1,49	1,41	6,26
Miristoléico	C14:1 ω9	0,19	0,25	0,41	13,24
Miristoléico	C14:1 ω7	0,18	0,14	0,16	14,91
Pentadecanóico	C15:0	0,17b	0,20b	0,28a	9,78
Palmítico	C16:0	25,04a	25,55a	24,40b	2,36
Palmitoléico	C16:1 ω7	1,24	1,50	1,53	11,22
Heptadecanóico	C17:0	0,70	0,73	0,68	2,29
Esteárico	C18:0	25,22a	24,72a	23,23b	3,34
Vacênico	C18:1(-11)	0,67b	0,92a	0,97a	12,50
Oléico	C18:1 ω9	36,87	37,10	37,82	3,96
Octadecaenóico	C18:1 ω7	1,28	1,22	1,44	8,91
Linoléico	C18:2 ω6	4,94	4,07	5,15	14,55
α-Linolênicoα	C18:3 ω3	0,44a	0,35b	0,36b	8,00
γ-Linolênicoγ	C18:3 ω6	0,24	0,27	0,23	8,81
Araquidônico	C20:4 ω6	1,34ab	1,28b	1,47a	7,37

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

Os valores encontrados para as concentrações de ácido linoléico no músculo estão abaixo dos observados por Infascelli et al. (2004) e Mendonza et al. (2005), que observaram teores da ordem de 5,6 e 12,86g/100g de gordura, respectivamente. Tal diferença se deu, possivelmente, pelo fato de os animais utilizados terem sido abatidos mais velhos que os novilhos bubalinos utilizados no presente trabalho, o que pode ter resultado em maior deposição de lipídeos entremeados no músculo e, consequentemente, em maior deposição de ácido linoléico.

Neste estudo, os teores de AGPI foram mais altos que os observados por Paleari et al. (1997) que, ao avaliarem o perfil de ácidos graxos no músculo de búfalas, encontraram os seguintes teores de ácido linoléico e linolênico, 1,74; e 0,21 g/100 g de gordura, respectivamente. A superioridade observada nesta pesquisa em relação à de Paleari

et al. (1997), principalmente no caso do ácido linoléico, deu-se, possivelmente, em função de o sistema de produção do presente trabalho ser em confinamento, o que pode proporcionar maior taxa de passagem das partículas e permitir maior passagem de ácido linoléico para absorção intestinal e deposição muscular.

Na Tab. 5 observa-se o resultado da suplementação de lipídeos sobre a composição de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*. Houve menor concentração de AGS e maior teor de AGI no músculo dos animais submetidos às dietas com inclusão de óleo de soja, quando comparada às demais dietas (P<0,05). Em consequência, foi encontrada maior relação AGI/AGS no músculo dos animais que receberam óleo de soja em comparação com a dos outros tratamentos (P<0,05), o que demonstra que o lipídeo da dieta pode ter chegado em maior quantidade no intestino delgado ou ter sido menos biohidrogenado, já que a

alta disponibilidade destes AG pode afetar negativamente as bactérias gram-positivas, responsáveis por reações de biohidrogenação (Hobson e Stewart, 1997). Paleari et al. (1997) observaram valores de ácidos graxos saturados de 53,2% e insaturados de 46,8%. Esses valores estão próximos ao encontrado nas dietas sem adição de fonte lipídica e grão de soja, porém na dieta em que

foi administrado óleo de soja a relação de ácidos graxos insaturados foi superior ao encontrado pelos referidos autores. Tal fato ocorreu, provavelmente, devido à grande concentração de ácidos graxos insaturados livres presentes na dieta com óleo de soja, o que propicia maior passagem de ácidos graxos mono e poliinsaturados para o intestino.

Tabela 5. Composição de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* (g/100g de gordura) de novilhos bubalinos segundo os tratamentos

Ácido Graxo	Sem lipídeo adicional	Grão de soja Integral	Óleo de soja	CV (%)
Saturados	52,40a	51,55a	49,98b	2,11
Insaturados	47,60b	48,45b	50,02a	2,24
Monoinsaturados	41,46	41,13	41,30	3,76
Poliinsaturados	6,14	7,32	8,72	10,28
Insaturado/saturado	0,91b	0,94b	1,00a	4,23
Ômega 3	0,44a	0,35b	0,36b	8,00
Ômega 6	6,52	5,62	6,85	13,15
Ômega 6/ômega 3	14,82b	16,06b	19,03a	6,28

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

A relação AGI/AGS é extremamente importante, já que existe relação direta entre os teores de AGS, principalmente os ácidos láurico, mirístico e palmítico e os níveis de colesterol no sangue humano, como já mencionado anteriormente (Farfan, 1996). Infascelli et al. (2004) encontraram no músculo de búfalos, com 15 meses de idade, uma relação AGI/AGS de 1,27, e Rodrigues et al. (2004) o valor de 1,16 para a mesma relação. Esses valores foram mais altos que os encontrados neste estudo, mesmo na dieta com inclusão de óleo de soja, possivelmente devido a menor propensão da raça Murrah, utilizada no presente estudo, em depositar gordura em sua carcaça.

A relação ômega 6/ômega 3 observada para a dieta com inclusão de óleo de soja foi maior que nos demais tratamentos (P<0,05). Tal relação deve ser cuidadosamente examinada, pois altos consumos de ômega 6 pela população elevam a incidência de doenças degenerativas como tumores cancerígenos (Tapiero et al., 2002), já que esses ácidos graxos são capazes de modular a produção de eicosanóides, modificar a expressão gênica, alterar o metabolismo energético, a função imunitária, a fluidez das membranas, entre outras (Curi et al., 2002).

Rodrigues et al. (2004) também analisaram a relação ômega 6/ômega3 no músculo de búfalos e encontraram valor igual a 9,90, ou seja, bem inferior aos encontrados nesta pesquisa. Este fato pode ser resultado das diferenças nas dietas utilizadas nas pesquisas e/ou da relação concentrado:volumoso fornecida neste experimento, uma vez que o concentrado favorece o abaixamento do pH ruminal, o que reduz a lipólise e a biohidrogenação.

Podem ser verificadas diferenças significativas na concentração de CLA na capa de gordura (Fig. 2). Os maiores teores foram encontrados quando os animais receberam dieta com óleo de soja e os menores teores para o tratamento sem lipídeo adicional (P<0,05). Os resultados da pesquisa podem ser explicados pela maior disponibilização de ácidos graxos livres no rúmen proporcionado pela dieta com inclusão de óleo de soja, seguida pela que continha grão de soja. Tais resultados vêm ao encontro do que foi postulado por Beam et al. (2000), que observaram efeito na taxa de biohidrogenação com dependência da fonte de lipídeos e da quantidade destes. Esses autores concluíram que a redução da biohidrogenação está fortemente relacionada ao aumento no teor de AGI.

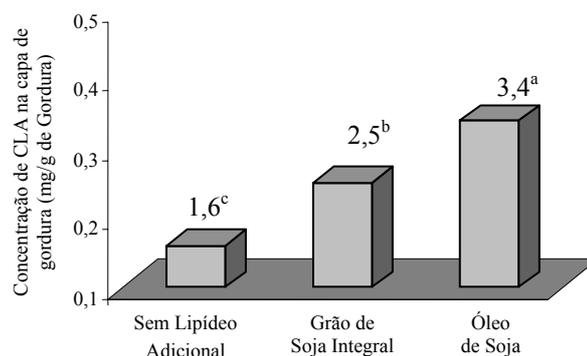


Figura 2. Concentração de CLA na capa de gordura de novilhos bubalinos. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$)

Além do maior teor de CLA na capa de gordura dos animais que receberam óleo de soja, também foi verificado neste experimento que estes animais apresentaram carcaças com maiores proporções de gordura, o que correspondeu às porcentagens de gordura de 28,63; 28,12; e 35,06%, para os tratamentos sem lipídeo adicional, grão de soja integral e óleo de soja, respectivamente (Oliveira et al., 2004). Portanto, a ingestão da carne desses animais pode resultar em maior consumo de CLA, seja por sua maior concentração na gordura ou pelo maior teor de gordura no músculo. Vale a pena ressaltar também que o tratamento com óleo de soja proporcionou maior relação AGI/AGS na capa de gordura.

Na Tab. 6 observa-se o efeito da suplementação de lipídeos sobre a concentração de ácidos graxos na capa de gordura. Houve efeito da dieta em relação à concentração dos ácidos mirístico e palmítico, pois se observou menor quantidade destes na capa de gordura, nos tratamentos com grão de soja e óleo de soja. Deve-se levar em consideração que estes ácidos são os dois principais envolvidos no aumento da LDL, um fator de risco de doenças coronárias (Hillbrick e Augustin, 2002). Embora a maioria dos ácidos graxos presentes na capa de gordura sejam saturados, nem todos exercem o mesmo efeito no colesterol sanguíneo. Estes ácidos podem diminuir ou aumentar o efeito sobre os níveis de colesterol no sangue (Brandão e Alvim, 2002).

Tabela 6. Composição de ácidos graxos na capa de gordura (g/100g de gordura) de novilhos bubalinos segundo os tratamentos

Ácido graxos		Sem lipídeo adicional	Grão de soja integral	Óleo de soja	CV (%)
Mirístico	C14:0	1,78a	1,31b	1,46b	5,80
Miristoléico	C14:1 ω9	0,18	0,18	0,20	9,99
Miristoléico	C14:1 ω7	0,18b	0,15c	0,21a	4,93
Pentadecanóico	C15:0	0,24a	0,18b	0,23a	10,14
Palmítico	C16:0	22,74a	18,18c	20,36b	4,00
Palmitoléico	C16:1 ω7	1,45	1,28	1,44	11,65
Heptadecanóico	C17:0	0,95a	0,83b	0,95a	6,12
Esteárico	C18:0	26,95b	33,01a	28,40b	2,84
Vacênico	C18:1(-11)	1,22	1,03	1,18	18,76
Oléico	C18:1 ω9	40,47	39,80	41,65	3,22
Octadecenóico	C18:1 ω7	1,90	1,79	1,77	4,33
Linoléico	C18:2 ω6	1,40	1,55	1,45	10,94
α-Linolênicoα	C18:3 ω6	0,17	0,15	0,16	10,17
γ-Linolênicoγ	C18:3 ω3	0,17b	0,20a	0,15b	7,32
Araquidônico	C20:4 ω6	0,05b	0,10a	0,06b	14,11

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Ácido linoléico conjugado e perfil...

Na Tab. 7 apresentam-se os resultados da suplementação de lipídeos sobre a composição de ácidos graxos na capa de gordura. Da mesma forma que no músculo *Longissimus dorsi*, as dietas com óleo de soja foram responsáveis por maior concentração de AGI e, consequentemente, menor concentração de AGS. Entretanto, o tratamento com o grão de soja proporcionou a menor relação AGI/AGS, o que pode ser resultado da lenta liberação dos ácidos graxos presentes nos grãos, o que ocasionaria maior biohidrogenação no interior do rúmen e maior produção de ácidos graxos saturados, devido ao maior tempo de permanência em contato com os microorganismos.

Alguns fatores podem explicar o aumento nos teores de AGI com a administração de fontes lipídicas prontamente disponíveis para o animal, um deles seria a maior produção de propionato com o fornecimento de concentrado, o que aumenta a proporção de ácidos graxos insaturados nos depósitos corporais (Lawrence e Fowler, 1997). Outra hipótese está relacionada com o pH ruminal, que, ao cair, diminui a lipólise e a biohidrogenação ruminal de ácidos graxos, ou que também pode elevar a deposição de AGI (Sukhija e Palmquist, 1990). Todavia, a hipótese mais aceita está relacionada com o efeito negativo dos AGI sobre as bactérias gram-positivas, que são as principais responsáveis pelas reações de biohidrogenação (Jenkins e McGuire, 2006).

Tabela 7. Relação entre ácidos graxos presentes na capa de gordura (g/100g de gordura) de novilhos bubalinos segundo os tratamentos

Ácido graxos	Sem lipídeo adicional	Grão de soja integral	Óleo de soja	CV (%)
Saturados	52,20a	53,12a	50,92b	2,63
Insaturado	47,80b	46,88b	49,08a	2,83
Monoinsaturados	45,83	44,60	46,90	2,99
Poliinsaturados	1,97	2,28	2,18	7,28
Insaturado/saturado	0,92b	0,88c	0,96a	5,40
Ômega 3	0,17b	0,20a	0,15b	7,32
Ômega 6	1,62	1,80	1,67	18,25
Ômega 6/ômega 3	9,53b	9,00b	11,13a	4,18

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

CONCLUSÕES

O emprego do óleo de soja na dieta de novilhos bubalinos em confinamento proporciona maiores concentrações de CLA no músculo e na capa de gordura. A adição de óleo de soja promove menores concentrações de ácidos graxos saturados, principalmente os ácidos mirístico e palmítico, o que favorece a relação AGI/AGS. O grão de soja integral na dieta influencia o perfil de ácidos graxos na carcaça, com aumento nos teores de CLA e reduções nas concentrações dos ácidos mirístico e palmítico em menor intensidade que na dieta com óleo de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANIMAL and vegetable fats and oils – Preparation of methyl esters of fatty acids. Method 5509. Geneva: International Organization for standardization, 1978. p.1-6.

BAUMAN, D.E.; BARBANO, D.M.; DWYER, D.A. et al. Technical note production of butter with enhanced

conjugated linoleic acids for use in biomedical studies with animal models. *J. Dairy Sci.*, v.83, p.2422-2425, 2001.

BAUMAN, D.E.; GRINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Liv. Prod. Sci.*, v.70, p.15-29, 2001.

BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A. et al. Biosynthesis of conjugated acid in ruminants. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.*, v.4, p.1-15, 1999.

BEAM, T.M.; JENKIN, T.C.; MOATE, P.J. et al. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. *J. Dairy Sci.*, v.83, p.2564-2573, 2000.

BRANDÃO, S.C.; ALVIM, T.C. Manteiga e a saúde humana. *Food Ingrid.*, v.3, p.20-27, 2002.

CURI, R; POMPÉIA, C; MIYASAKA, C.K. et al. *Entendendo a gordura: os ácidos graxos*. São Paulo: Manole, 2002. 221p.

CUTRIGNELLI, M.I.; CALABRÓ, S.; LAUDADIO, P. et al. Chemical nutritional characteristic of meat produced by young buffalo bulls. In: ENNE, G.; GREPPI, G.F. (Eds). *Food e health: role of animal productions*. Paris: Elsevier, 1996. p.101-105.

- DOREAU, M.; FERLAY, A. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: a review. *Liv. Prod. Sci.*, v.43, p.97-110, 1995.
- ELMORE, J.S.; MOTTRAM, D.S.; ENSER, M. et al. Effect of the polyunsaturated fatty acid composition of beef muscle on the profile of aroma volatiles. *J. Agric. Food Chem.*, v.47, p.1619-1625, 1999.
- FARFAN, J.A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: SEMINÁRIO COLESTEROL: ANÁLISE, OCORRÊNCIA, REDUÇÃO EM ALIMENTOS E IMPLICAÇÕES NA SAÚDE, [s.n.]. Campinas. *Anais... Campinas*: ITAL, 1996. p.35-44.
- GLOBAL cancer rates could increase by 50% to 15 million by 2020. Geneva: World Health Organization, 2003. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr27/en/print.html>>. Acessado em: 2 jun. 2006.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, J. P. *Forage fiber analysis (apparatus reagents, procedure, and some applications)*. Washington, DC: Agric. Handbook, 1970, 379p.
- HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N. (Ed.) *The rumen microbial ecosystem*. London: Elsevier, 1997. p.285-322.
- HILLBRICK, G.; AUGUSTIN, M.A. Milk fat characteristics and functionality opportunities for improvement. *Austr. J. Dairy Tech.*, v.57, p.45-51, 2002.
- HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. *The rumen microbial ecosystem*. London: Blackie, 1997. 340p.
- INFASCELLI, F.; GIGLI, S.; CAMPANILE, G. Buffalo meat production: performance infra vitam and quality of meat. *Vet. Res. Comm.*, v.28, suppl.1, p.143-148, 2004.
- JENKINS, T.C.; MCGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. *J. Dairy Sci.*, v.89, p.1302-1310, 2006.
- LADEIRA, M.M.; OLIVEIRA, R.L. Desafios nutricionais para melhoria da qualidade da carne bovina. In: OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M.A.A.F. (Eds.). *Bovinocultura de corte: desafios e tecnologias*. Salvador: EDUFBA, 2007. p.183-210
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. *Growth of farm animals*. London: Cambridge University, 1997. 330p.
- MENDONZA, M.G.; MORENO, L.A.; HUERTA-LEIDENZ, N. et al. Occurrence of conjugated linoleic acid in *Longissimus dorsi* muscle of water buffalo (*Bubalus bubalis*) and zebu-type raised under savannah conditions. *Meat Sci.*, v.69, p.93-100, 2005.
- MIR, P.S.; McALLISTER, T.A.; SCOTT, S. et al. Conjugated linoleic acid-enriched beef production. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.79, suppl., p.1207-1211, 2004.
- MIR, Z.; RUSHFELDT, P.S.; MIR, P.S. et al. Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid rich oil on the CLA content of lamb tissues. *Small Rum. Res.*, v.36, p.25-31, 2000.
- NUTRIENT requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington: National Academic, 2001. 242p.
- OFFICIAL methods of analysis. 12 ed. Washington: AOAC, 1990. 1094p.
- OLIVEIRA, R.L.; ASSUNÇÃO, D.M.P.; LUPATINI, G.C. et al. Características de carcaça de bubalinos castrados terminados em confinamento com diferentes fontes de lipídeos na dieta. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA 11.; CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA 14., 2004, Brasília. *Anais... Brasília*: 2004, p18-21.
- PALEARI, M.A.; CAMISASCA, S.; BERTOLO, G. et al. Comparison of the physico-chemical characteristics of buffalo meat and bovine meat. *Beef Qual.*, v.6, p.11-13, 1997.
- PARK, Y.; ALBRIGHT, K. J.; STORKSON, J. M. et al. Evidence that the Trans-10 cis-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. *Lipids*, v.34, p.235-241, 1999.
- PARODI, P.W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *J. Dairy Sci.*, v. 82, p.1339-1349, 1999.
- RODRIGUES, V.C.; BRESSAN, M.C.; CARDOSO, M.G. et al. Ácidos graxos na carne de búfalos e bovinos castrados e inteiros. *Rev. Bras. Zootec.*, v.23, p.434-443, 2004.
- ROSE, G. Dietary fat and human health. In: WOOD, J.D.; FISHER, A.V. (Eds). *Reducing fat in meat animals*. London: Elsevier, 1990. p.48-65.
- SINCLAIR, A.J.; SLATTERY, W.J.; O'DEA, K. The analysis of polyunsaturated fatty acids in meat by capillary gas-liquid chromatography. *J. Sci. Food Agric.*, v.33, p.771-776, 1982.
- SUKHIJA, P.S.; PALMQUIST, D.L. Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty acids in rumen fluid. *J. Dairy Sci.*, v.73, p.1784-1787, 1990.
- TAPIERO, H.; NGUYEN BA, G.; COUVREUR, P. et al. Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) and eicosanoids in human health and pathologies. *Biomed. Pharmacoth.*, v.56, p. 215-222, 2002.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. et al. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3583-3597, 1991.