

Substituição do milho por farelo de trigo ou farelo de glúten de milho na ração de bovinos de corte em terminação

Eduardo Meneguelli Pereira¹, Flávio Augusto Portela Santos^{2*}, Carla Maris Machado Bittar², Tércsio Roger Ramalho¹, Diogo Fleury Azevedo Costa¹ e Junio Cesar Martinez¹

¹Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagem, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Cx. Postal 09, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: fapsanto@esalq.usp.br

RESUMO. O objetivo do trabalho foi avaliar a substituição do milho moído fino (MM) por farelo de trigo (FT) ou farelo de glúten de milho (FGM) na ração de 36 bovinos não castrados, em terminação (14 meses; peso inicial de 382 kg) durante 87 dias. A ração continha 24% de silagem de capim e 76% de concentrado, constituído por polpa cítrica, farelo de soja, uréia, minerais, bicarbonato de sódio e monensina sódica, além de uma das fontes energéticas testadas. A substituição de MM por FT aumentou a ingestão de FDN ($p < 0,05$), mas não afetou os demais parâmetros avaliados. A substituição de MM por FGM reduziu o consumo de matéria seca ($p < 0,05$) e o ganho de peso ($p < 0,10$), aumentou a ingestão de FDN ($p < 0,05$), mas não afetou a eficiência alimentar. Não houve diferenças para os valores observados de energia líquida de manutenção e de ganho para estas rações. A relação energia líquida observada/esperada do tratamento MM foi diferente das demais. Neste tipo de ração, MM pode ser substituído integralmente por FT ou FGM, sem que haja queda na eficiência alimentar ou no teor de energia das rações. O NRC (2001) subestimou os valores de NDT e as estimativas de energia líquida para o FT ou FGM.

Palavras-chave: energia, confinamento, amido, pectina, machos.

ABSTRACT. Substitution of corn grain by wheat middlings or corn gluten feed in the finishing bulls diet. The objective of this work was to evaluate the substitution of finely ground (GC) corn by wheat middlings (WM) or dried corn gluten feed (CGF) in finishing feedlot diets. Thirty-six yearling bulls (382 kg average initial live weight; 14 months old) were fed during 87 days. The diets contained 24% grass silage and 76% concentrate, formulated with dried citrus pulp, soybean meal, urea, mineral-vitamin mix, sodium bicarbonate, sodium monensin, and one of the energy sources tested. The substitution of wheat middlings for corn increased NDF intake ($p < 0.05$). However, no effect was observed on other measured parameters. Substitution of corn gluten feed for ground corn reduced dry matter intake ($p < 0.05$) and average daily gain ($p < 0.10$), increased NDF intake ($p < 0.05$), but had no effect on feed efficiency. These diets showed no differences in the observed values of net energy of maintenance or gain. The ratio observed/expected net energy for the diet differs from the other treatments. For this type of diet, GC may be completely replaced by WM or CGF with no depression on feed efficiency or on diet net energy. NRC (2001) underestimates TDN values and net energy estimates for WM and CGF.

Key words: energy, feedlot, starch, pectin, bulls.

Introdução

O aumento do custo de produção de alimentos volumosos, a demanda por melhoria da qualidade dos animais, a disponibilidade crescente de subprodutos e grãos e o surgimento de grandes confinamentos, têm estimulado a adoção de rações com alto teor de concentrado. De maneira geral, grãos de cereais, em especial o milho, representam a principal fonte de energia das rações. Entretanto, a disponibilidade crescente de diversos subprodutos,

tem aumentado o interesse por estas fontes alternativas, com o objetivo de baixar o custo da arroba produzida (Santos *et al.*, 2004).

Além da diminuição do custo da ração, a inclusão de determinados subprodutos em rações ricas em concentrado, pode ter efeito benéfico no ambiente ruminal, devido à redução no teor de amido da ração. A substituição parcial ou total da fonte de amido por subprodutos ricos em pectina e fibra de alta digestibilidade tem resultado em desempenho

superior de bovinos em terminação, como mostram os trabalhos compilados por Blasi *et al.* (2001) e Santos *et al.* (2004).

Para bovinos em confinamento, resíduos como a polpa cítrica (PC), a casca de soja, o caroço de algodão, o farelo de trigo (FT) e o farelo de glúten de milho (FGM) são alguns dos subprodutos de âmbito regional que podem se constituir em alternativas ao milho, em função dos preços praticados. A PC contém baixíssimos teores de amido, porém, é rica em açúcares, pectina e fibra de alta digestibilidade, capaz de suprir alta quantidade de energia para os microrganismos ruminais (Fegeros *et al.*, 1995).

Segundo o NRC (1996) e Fox *et al.* (1992), o FT contém, normalmente, 17 a 18% de proteína bruta (PB), 35 a 43% de fibra em detergente neutro (FDN) e 70 a 80% de nutrientes digestíveis totais (NDT). Sua proteína apresenta alta degradabilidade, sendo sua matéria seca também de alta degradabilidade inicial, quando comparada à outros subprodutos. Sua fibra apresenta pequeno efeito estimulante de ruminação, quando comparado com as forragens, devido ao seu reduzido tamanho de partícula (Dhuyvetter *et al.*, 1999). Além disso, este ingrediente apresenta baixo teor de amido (ao redor de 31,3%), quando comparado aos grãos de cereais (Hinders, 2000).

O FGM apresenta características nutricionais interessantes, como baixo teor de gordura e amido, sendo rico em fibra altamente digestível, tornando-o uma ótima alternativa para inclusão em rações com alta porcentagem de grãos. Por apresentar concentrações mais elevadas de fibra em detergente ácido (FDA) e FDN do que grãos de cereais, sua utilização pode levantar dúvidas quanto à concentração energética e à limitação ao consumo das rações. Mas possíveis efeitos benéficos no ambiente ruminal de bovinos alimentados com rações de alto teor de concentrado podem compensar seu menor teor em carboidratos não fibrosos que grãos de cereais (Fellner e Belyea, 1991).

Dados experimentais de substituição do milho moído fino (MM) por FT ou FGM-21 para bovinos em terminação são escassos em nossas condições, especialmente em rações com PC. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da utilização de FT ou FGM em substituição total ao MM em rações com PC para bovinos de corte em terminação e estimar a energia líquida de manutenção e de ganho das rações com os subprodutos avaliados.

Material e métodos

O experimento foi conduzido nas instalações do Departamento de Zootecnia da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (USP-Esalq). Foram utilizados 36 machos, não castrados, das raças Canchim (18) e Nelore (18), com peso médio inicial de 382 kg e média de 14 meses de idade, alojados em 12 baias (3 x 11 m) cobertas (3 animais da mesma raça por baia), com piso de concreto. O experimento teve duração de 87 dias, divididos em 3 sub-períodos de 29 dias cada. Os animais foram everminados com produto comercial de princípio ativo Abamectina, conforme recomendação do fabricante, e receberam dose injetável de complexo vitamínico ADE nos dias 0 e 60 do período experimental.

As rações continham 24% de silagem de capim Tanzânia e 76% de concentrado, na base da matéria seca total (Tabela 1). A diferença entre os tratamentos experimentais foi a utilização do farelo de trigo (FT) ou do farelo de glúten de milho (FGM, nome comercial Refinazil®) em substituição ao milho moído (MM). Todos os tratamentos continham no concentrado 50% de PC mais 50% de MM ou FT ou FGM. Foi utilizado o mesmo núcleo mineral para todos os tratamentos, de forma a suprir as exigências minerais dos animais (NRC, 1996).

As rações foram formuladas de forma a serem isoprotéicas e atenderem às exigências de proteína degradável no rúmen e proteína metabolizável dos animais, de acordo com o NRC (1996) nível 1. Porém, foram utilizadas partidas diferentes de alguns ingredientes durante o período experimental, devido à compra parcelada. A variação nos teores de proteína bruta (PB) entre as partidas durante o período experimental resultou em uma pequena diferença nos teores de PB das rações (Tabela 1), as quais foram formuladas com base na partida inicial. Entretanto, estas mudanças não comprometeram o desempenho dos animais, pois, em todos os tratamentos, a proteína degradável e metabolizável atendia as exigências dos animais.

Os ingredientes utilizados foram amostrados semanalmente e conservados congelados a -10°C para posterior análise químico-bromatológica. Amostras da silagem foram secas a 105°C para determinação de matéria seca (MS), a fim de se proceder ao ajuste semanal da formulação das rações.

No preparo para análises laboratoriais, as sub-amostras foram descongeladas, compostas por ingrediente e secas em estufas com ventilação forçada (55°C) por 72 horas (Silva e Queiroz, 2002). As amostras compostas de cada ingrediente foram

moídas em moinhos tipo Wiley, providos de peneiras com malha de 1 mm, e analisadas para MS segundo Silva e Queiroz (2002); matéria mineral, extrato etéreo e PB de acordo com AOAC (1990); FDN e FDA de acordo com o método de Van Soest *et al.* (1991), sendo os valores de NDT estimados pela metodologia do NRC (2001).

Tabela 1. Composição das rações experimentais.

Table 1. Composition of experimental diets.

Ingredientes (% MS) <i>Ingredients (% DM)</i>	Tratamentos ^a <i>Treatments^a</i>		
	MM	FT	FGM
Silagem de capim Tanzânia <i>Tanzania Grass silage</i>	24,32	24,32	24,32
Milho moído <i>Ground corn</i>	33,33	-	-
Polpa cítrica <i>Citrus pulp</i>	33,60	34,21	36,48
Farelo de trigo <i>Wheat middlings</i>	-	34,60	-
Farelo de glúten de milho <i>Corn gluten feed</i>	-	-	36,86
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	5,32	4,18	-
Uréia <i>Urea</i>	1,24	0,50	0,15
Bicarbonato de sódio <i>Sodium bicarbonate</i>	0,66	0,66	0,66
Mistura Mineral ^b <i>Mineral mix</i>	1,53	1,53	1,53
Composição Químico-bromatológica (% MS) ^c <i>Chemical Composition (% DM)^c</i>			
Proteína Bruta <i>Crude protein</i>	13,9	14,2	13,5
Fibra em detergente neutro <i>Neutral detergent fiber</i>	31	42	45
Nutrientes digestíveis totais <i>Total digestible nutrients</i>	70	65	65
EL estimada da ração, Mcal kg ⁻¹ <i>Dietary estimated NE, Mcal kg⁻¹</i>			
Mantença <i>Maintenance</i>	1,83	1,66	1,66
Ganho <i>Gain</i>	1,03	0,90	0,89

^aTratamentos: MM = milho moído; FT = farelo de trigo e FGM = farelo de glúten de milho; ^bComposição: Ca, 12%; P, 10%; K, 7%; S, 7%; 1,75% de Rumensin[®]; e (por kg) 600 mg de Cu; 36 mg de I; 9 mg de Se; 3.000 mg de Zn; 250.000 UI de vitamina A; 20.000 UI de vitamina D; 1.800 UI de vitamina E; ^cValores obtidos com base nos resultados bromatológicos dos ingredientes e estimados pelo NRC (1996) nível 1.

^aTreatments: MM = ground corn; FT = wheat middling; FGM = corn gluten feed; ^bComposition: Ca, 12%; P, 10%; K, 7%; S, 7%; 1,75% de Rumensin[®]; and (by kg) 600 mg Cu; 36 mg I; 9 mg Se; 3.000 mg Zn; 250.000 IU vitamin A; 20.000 IU vitamin D; 1.800 IU vitamin E. ^cValues obtained based on chemical composition of the feeds and estimated by NRC (1996) level 1.

A avaliação de granulometria do milho moído, realizada segundo metodologia de Yu *et al.* (1998), demonstrou que este ingrediente apresentava tamanho médio de 1,2 mm (tamanho adotado como padrão para o experimento).

A quantidade de alimento fornecida na forma de ração completa foi ajustada diariamente para manter, no máximo, 5% de sobras, as quais eram retiradas a cada dois dias e pesadas para avaliação do consumo pelos animais, por baia. Em função da uniformidade entre o fornecido e as sobras (aspecto e teor de MS), estas não foram amostradas para eventuais análises químico-bromatológicas. O consumo de matéria seca (CMS) foi calculado como a diferença entre o fornecido e a sobra.

Os animais foram pesados após jejum de 12 horas no início e no final de cada sub-período experimental. Por meio dos dados de ganho de peso vivo diário (GPD) e do CMS, foram calculadas a eficiência alimentar (EA) dos tratamentos, ou seja, a relação entre o GPD/CMS. Uma vez que os dados de CMS se referiam à média da baia, os valores de EA também se referem à média da baia.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo os animais agrupados de acordo com a raça (Nelore e Canchim) e o peso vivo (PV) inicial. Foram alocados três animais por baia (unidade experimental) e quatro baias por tratamento. Os dados foram analisados pelo procedimento MIXED do programa estatístico SAS (1999), versão 8.0 para Windows.

Para verificar os efeitos sobre as variáveis estudadas, foi realizada a comparação entre médias, utilizando-se o teste de Dunnett para fins de comparação entre os tratamentos MM x FT e MM x FG, sendo consideradas significativas diferenças com até 10% de probabilidade ($p < 0,10$). As médias foram obtidas pelo método dos quadrados mínimos (LSMEANS). Todos os dados foram testados para se verificar a distribuição normal dos erros, utilizando-se o procedimento UNIVARIATE (SAS, 1999). Os dados que apresentaram erros fora do intervalo entre ± 3 desvios padrão foram considerados *outliers* e descartados da análise estatística.

Por meio dos dados de CMS e GPD obtidos no experimento, foram estimados os valores de energia líquida das rações, as quais foram denominadas de EL observada, uma vez que foram utilizados dados de desempenho observados no presente estudo. Para tal, foram utilizadas as fórmulas propostas por Zinn e Shen (1998). O objetivo foi comparar o resultado encontrado com o previsto pelo sistema NRC (1996) nível 1. Primeiramente, foram calculadas as exigências de ganho (Eg) e de manutenção (Em) dos animais via fórmulas 1 e 2, respectivamente. Calculadas as exigências energéticas relacionadas aos ganhos de peso vivo (kg dia⁻¹) e aos pesos metabólicos (kg) dos animais durante os quatro períodos experimentais, calculou-se então, a energia líquida das rações (Mcal kg⁻¹ de MS) para manutenção (ELm) e ganho (ELg) por meio das fórmulas 3 e 4.

$$Eg = [0,0493 PV^{0,75}] GPD^{1,097}; \text{ (NRC, 1984).} \quad (1)$$

$$Em = 0,077 PV^{0,75}; \quad (2)$$

(Lofgreen e Garrett, 1968; citados por Zinn e Shen, 1998).

$$ELm = (-b - ((b^2) - (4ac))^{0,5}) / (2a); \quad (3)$$

(Zinn e Shen, 1998).

$$a = -0,877 \text{ CMS};$$

$$b = 0,877 \text{ Em} + 0,41 \text{ CMS} + \text{Eg};$$

$$c = -0,41 \text{ Em}.$$

$$ELg = 0,877 \text{ ELm} - 0,41; \quad (4)$$

(Zinn e Shen, 1998).

na qual, Eg = exigências de energia líquida para ganho de peso (Mcal dia⁻¹).

Em = exigências de energia líquida para manutenção (Mcal dia⁻¹).

ELm = concentração de energia líquida de manutenção da ração (Mcal kg⁻¹ de MS)

ELg = concentração de energia líquida de ganho da ração (Mcal kg⁻¹ de MS).

Pelo fato de não se dispor de dados de consumo individual e para a realização da análise estatística, utilizou-se os dados médios obtidos por baia, ou seja, dados médios dos três períodos avaliados de CMS, GPD, peso vivo e idade, para alimentar o modelo NRC (1996) nível 1.

Foram calculadas as relações entre concentração de energia observada:energia esperada. A energia observada foi obtida por meio do método descrito acima e a energia esperada calculada pela metodologia do NRC (1996), que utiliza o NDT da ração para este cálculo. Os valores de análise bromatológica dos ingredientes das rações foram utilizados para o cálculo de NDT via metodologia sugerida pelo NRC (2001).

Resultados e discussão

Os dados de composição químico-bromatológica dos ingredientes das rações estão apresentados na Tabela 2.

Os teores de PB do FT e do FGM encontravam-se dentro da faixa relatada na literatura (NRC, 1996; Santos et al., 2004). Os teores de FDN do FT e especialmente do FGM foram mais altos que os relatados pelo NRC (1996).

O valor estimado de NDT (NRC, 2001) para o MM foi de 88,26%. O NRC (2001) apresenta em sua biblioteca valores de NDT de 85% para milho quebrado, 88,7% para milho moído e 91,7% para milho floculado. Porém, o valor do extrato etéreo obtido de 6,87% foi muito acima dos valores padrões de 4,2% (NRC, 2001) e 4,3% (NRC, 1996).

O teor de NDT estimado para a PC foi de 74,65%, contra 82% proposto pelo NRC (1996) e 78,9% proposto pelo NRC (2001). Os teores estimados para o FT (71,99%) e FGM (71,84%)

também ficaram abaixo do sugerido na literatura. Hinders (2000) obteve valor de NDT de 73% para o FT e Hopkins e Whitton (2002) 78% para o FGM, enquanto o NRC (1996) apresenta valores de 83 e 80%, respectivamente. Estes valores sugerem que a substituição de milho pelos ingredientes testados neste experimento, deveria prejudicar o desempenho animal, por uma suposta limitação energética.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica dos ingredientes (% MS).

Table 2. Ingredient chemical composition (%DM).

Item	Silagem de Capim Tânzania <i>Tanzania grass silage</i>	Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	Polpa cítrica <i>Citrus pulp</i>	Milho moído <i>Ground corn</i>	Farelo de trigo <i>Wheat middlings</i>	Farelo de glúten de milho <i>Corn gluten feed</i>
Matéria seca <i>Dry matter</i>	27,07	94,24	93,93	92,88	93,67	93,27
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	7,56	47,62	7,63	10,19	18,03	22,80
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	1,70	2,18	2,03	6,87	5,60	3,25
Cinzas <i>Ash</i>	11,24	7,45	8,53	1,80	4,72	5,14
FDN	74,39	18,92	25,24	10,18	41,60	48,63
NDF						
FDA	48,62	10,67	24,37	2,79	12,05	12,17
ADF						
NDT ¹	46,41	79,15	74,65	88,26	71,99	71,84
TDN ¹						

¹Estimado de acordo com metodologia proposta pelo NRC (2001).

¹Estimated according to methodology proposed by NRC (2001).

A Tabela 3 apresenta os dados de desempenho animal. A comparação MM vs. FGM-21 resultou em redução significativa ($p < 0,05$) no consumo de matéria seca. Os trabalhos de substituição de milho por farelo de glúten de milho para bovinos em terminação são escassos, principalmente aqueles em que se utilizou o resíduo em sua forma seca. De maneira geral, a inclusão de farelo de glúten úmido em rações para bovinos em terminação leva à redução no consumo de matéria seca (Staples et al., 1984; Milton et al., 2000). Este efeito é normalmente associado ao maior tamanho de partícula do resíduo úmido, o que pode afetar a taxa de passagem e a digestibilidade da ração (Firkins et al., 1985). Por outro lado, Green et al. (1987) não observaram diferença significativa no consumo de matéria seca o farelo de glúten de milho seco substituiu 23 ou 46% do milho laminado da ração de bovinos em terminação. Entretanto, quando a substituição foi realizada utilizando-se o resíduo úmido, houve uma tendência de aumento no consumo.

Embora a substituição de MM por FGM tenha resultado em redução no consumo de matéria seca ($p < 0,05$), a comparação entre os dois tratamentos revelou um maior consumo de FDN ($p < 0,05$) para

animais alimentados com ração contendo FGM. Este efeito se deve ao maior teor de FDN da ração FGM (45%), quando comparada à ração com MM (31%), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 3. Efeito dos tratamentos experimentais sobre o desempenho animal.

Table 3. Animal performance as affected by experimental treatments.

Item Item	Tratamentos ¹ Treatments			EPM
	MM	FT	FGM	
Baixas por tratamento Pens by treatment	4	4	4	
Peso vivo inicial, kg Initial live weight, kg	389,0	386,4	381,1	6,60
Peso vivo final, kg Final live weight, kg	502,5	503,7	496,3	7,98
GPD, kg dia ^{-1b} ADG, kg day ^{-1b}	1,42	1,38	1,30	0,058
CMS, kg dia ^{-1a} DMI, kg day ^{-1a}	9,69	9,82	9,31	0,151
Consumo de FDN, kg dia ^{-1ac} NDF intake, kg day ^{-1ac}	2,96	3,99	4,06	0,113
Eficiência alimentar, kg ganho/CMS Feed efficiency, kg of weight gain/DMI	0,147	0,142	0,142	0,006

¹Tratamentos: MM = milho moído; FT = farelo de trigo e FGM = farelo de glúten de milho. ^aMM vs FGM, p<0,05; ^bMM vs FGM, p<0,10; ^cMM vs FT, p<0,05.

¹Treatments: MM = ground corn; FT = Wheat middling; FGM = corn gluten feed.

A substituição do MM por FT também resultou em aumento no teor de FDN da ração e no seu consumo diário, embora não tenha causado redução no CMS (9,69 x 9,82 kg dia⁻¹, respectivamente). Entretanto, não houve diferença na ingestão de FDN (kg de MS/dia) entre os tratamentos FT e FGM (p>0,05), os quais foram superiores ao observado no tratamento MM (Tabela 3 e Figura 1). Este efeito se deveu ao maior teor de FDN nos subprodutos quando comparados ao teor de FDN do milho moído.

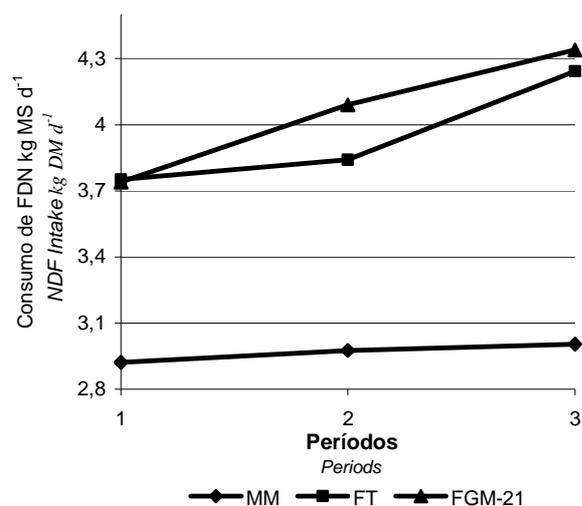


Figura 1. Ingestão de FDN durante o experimento.

Figure 1. NDF intake during the experiment.

Além da alteração no consumo de FDN, outra hipótese para explicar essa diferença de

comportamento no CMS seria a ausência de farelo de soja no tratamento FGM. Isto poderia ter limitado a disponibilidade de proteína metabolizável no intestino delgado. Tem sido sugerido que o aporte de proteína para o intestino delgado pode interferir no CMS (NRC, 1996).

Santos *et al.* (1998) relataram que a qualidade da proteína de subprodutos do milho é inferior ao da proteína do farelo de soja. A proteína do milho e de seus subprodutos é rica em metionina, porém, pobre em lisina. Limitação de lisina, especialmente em presença de doses altas de metionina, reduziu o CMS de vacas leiteiras, embora o desempenho animal nem sempre tenha sido afetado, conforme demonstraram os trabalhos revisados por Santos *et al.* (1998). Em rações para gado de corte, a substituição de milho por farelo de glúten de milho normalmente aumenta o consumo e o ganho de peso, podendo também afetar de forma positiva a eficiência alimentar (Santos *et al.*, 2004). Neste caso, os efeitos observados são resultantes da melhoria no ambiente ruminal em dietas com até 90% de concentrado, e não do perfil de aminoácidos da ração. Entretanto, as rações do presente trabalho continham aproximadamente 30% de silagem de capim na matéria seca, não sendo rações que desafiassem o ambiente e a fermentação ruminal. Sendo assim, uma terceira hipótese para explicar a redução no consumo de matéria seca observada no tratamento contendo FGM seria a aceitabilidade deste subproduto.

O GPD observado foi de 1,42, 1,38 e 1,30 kg dia⁻¹ para os tratamentos MM, FT e FGM, respectivamente. Esses dados mostram que é possível obter ganhos de peso satisfatórios em bovinos em terminação, alimentados com rações ricas em subprodutos, como as utilizadas neste estudo. Entretanto, a substituição do MM por FGM (1,42 x 1,30 kg dia⁻¹) reduziu o GPD dos animais (p<0,10). Na maior parte dos trabalhos apresentados nas revisões de Blasi *et al.* (2001) e de Santos *et al.* (2004), o GPD foi superior quando o FGM substituiu o milho. Isto foi atribuído a uma possível melhoria no ambiente ruminal, que em algumas situações resultou em um aumento no CMS. Como neste estudo o CMS foi reduzido pelo FGM, é natural que tenha ocorrido uma redução no GPD dos animais.

A revisão de literatura mostrou que nos poucos trabalhos onde o milho foi substituído por FT, o GPD de bovinos em terminação foi levemente reduzido quando esta substituição foi superior a 10% dos grãos das rações (Keith e Donald, 1991; Dhuyvetter *et al.*, 1999).

A eficiência alimentar não foi diferente (p>0,05)

entre os tratamentos experimentais. Os valores observados foram de 0,147, 0,142, 0,142 (kg de GPD kg⁻¹ de MS ingerida), respectivamente para os tratamentos MM, FT e FGM. Apesar da redução no CMS e no GPD nos animais alimentados com a ração com FGM em comparação com o tratamento MM, a eficiência alimentar não foi diferente ($p>0,05$) entre as rações. Santos *et al.* (2004), na compilação de 17 trabalhos de avaliação do FGM substituindo MM ou milho laminado, encontraram redução na eficiência alimentar em oito estudos, aumento em outros oito e igualdade em um dos resultados.

Não houve efeito significativo ($p>0,05$) da substituição de MM por FT ou FGM sob os valores observados de energia líquida de manutenção e de ganho (Tabela 4).

Tabela 4. Energia líquida das rações.

Table 4. Diets net energy.

Item	Tratamentos ¹			EPM
	MM	FT	FGM	
EL observada da ração*, Mcal kg ⁻¹				
<i>Dietary observed NE*, Mcal kg⁻¹</i>				
Mantença ^b	1,89	1,88	1,89	0,061
<i>Maintenance</i>				
Ganho ^b	1,25	1,24	1,25	0,054
<i>Gain^b</i>				
EL da ração, observado/esperada				
<i>Observed/expected dietary net energy</i>				
Mantença ^a	1,03	1,13	1,14	0,033
<i>Maintenance^a</i>				
Ganho ^a	1,21	1,37	1,40	0,054
<i>Gain^a</i>				

¹Tratamentos: MM = milho moído; FT = farelo de trigo e FGM = farelo de glúten de milho; *Estimada de acordo com Zinn e Shen (1998), utilizando-se os dados de desempenho dos animais nas respectivas rações experimentais. ^aMM vs. FGM, $p<0,10$; ^bMM vs. FT, $p<0,10$.

^cTratamentos: MM = ground corn; FT = Wheat meal; FGM = corn gluten feed; * Estimated according to Zinn and Shen (1998), using performance data of animals fed the respective experimental diet.

A similaridade observada entre os valores de energia líquida das rações sugere que a energia metabolizável dos subprodutos utilizados neste experimento foi subestimada pelas edições de 1996 e 2001 do NRC. Segundo o NRC, as rações contendo os subprodutos deveriam apresentar menores valores de EL tanto de manutenção quanto de ganho de peso com relação a ração contendo milho moído (Tabela 1). Entretanto, os valores observados a partir da estimativa de acordo com Zinn e Shen (1998), a qual utilizou dados de desempenho (GPD e CMS) observados no presente estudo, demonstram que as rações contendo subprodutos apresentaram EL semelhante àquela da ração contendo MM.

A relação entre os valores observados (estimado de acordo com Zinn e Shen, 1998) e esperados (estimado através do NRC) de energia líquida das rações, diferiu ($p<0,10$) entre o tratamento MM e os demais (FT e FGM). Os valores observados para o tratamento MM, foram mais próximos dos valores

esperados que para os tratamentos FT e FGM. Essas relações reforçam a idéia de que as estimativas de NDT pela metodologia do NRC (2001) foram razoáveis para a ração com MM, porém, subestimaram os valores energéticos do FT e do FGM. O mesmo ocorreu quando se adotaram os valores energéticos sugeridos pelo NRC (1996) para estes dois subprodutos.

Conclusão

Para bovinos alimentados com rações contendo em torno de 75% de concentrado, dos quais 33,6% é representado por polpa cítrica e 33,3 por milho moído, este último pode ser substituído na íntegra por FT ou por FGM, sem que haja queda na eficiência alimentar ou no teor de energia das rações.

A redução no consumo de matéria seca nas rações contendo FGM está em desacordo com a quase totalidade dos dados da literatura e necessita ser mais bem estudada.

Apesar de apresentar a mesma eficiência alimentar que a ração com MM, o menor GPD da ração com FGM pode ter impacto negativo na lucratividade do confinamento, dependendo dos preços destes ingredientes.

A metodologia proposta pelo NRC (2001) subestima a estimativa de valores de NDT e de energia líquida para o farelo de trigo e para o farelo de glúten de milho, de acordo com dados de desempenho observados no presente estudo.

Referências

- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 15. ed. Arlington, 1990. v. 1.
- BLASI, D.A. *et al.* Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle. Kansas: Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service, MF-2488, 2001.
- DHUYVETTER, J. *et al.* Wheat middlings – A useful feed for cattle. Dakota: North Dakota State University, 1999.
- FEGEROS, K. *et al.* Nutritive value of dried citrus pulp and its effects on milk yield and milk composition of lactating ewes. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 78, n. 5, p. 1116-1121, 1995.
- FELLNER, V.; BELYEA, L. Maximizing gluten feed in corn silage diets for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 74, n. 3, p. 996-1005, 1991.
- FIRKINS, J.L. *et al.* Evaluation of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 60, n. 3, p. 847-860, 1985.
- FOX, D.G. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 70, n. 11, p. 3578-3596, 1992.

- GREEN, D.A. *et al.* Energy value of corn wet milling by product feeds for finishing ruminants. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 65, n. 6, p. 1655-1666, 1987.
- HINDERS, R. Common byproduct feedstuffs nutrient profiles confirmed in California study. *Feedstuffs*, Minnetonka, v. 72, n. 38, p. 10, 2000.
- HOPKINS, B.A.; WHITLOW, L.W. *Recommendations for feeding selected by-product feeds to dairy cattle*. Raleigh: North Carolina State University Cooperative Extension Service, ANS01-205D, 2002.
- KEITH, S.L.; DONALD, R.G. *The use of wheat middling on Oklahoma cattle feeds*. Norman: Oklahoma State University, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Cooperative Extension Service, 1991. (Circular E-919).
- MILTON, T. *et al.* Effect of dry, wet, or rehydrated corn bran on performance of finishing yearling steers. Lincoln: Univ. Neb. Beef Cattle Rep. MP 73, 2000. p. 61.
- NRC-National Research Council. *Nutrient requirements of beef cattle*. 6. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1984.
- NRC-National Research Council. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.
- NRC-National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7 ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- SANTOS, F.A.P. *et al.* Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: a 12-year literature review. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 81, n. 12, p. 3182-3213, 1998.
- SANTOS, F.A.P. *et al.* Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5., 2004, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 2004. p. 261-297.
- SAS Institute. *User's guide: statistics*. Cary, 1999.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- STAPLES, C.R. *et al.* Feeding value of wet corn gluten feed for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 67, p. 1214, 1984.
- VAN SOEST, P.J. *et al.* Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- YU, P. *et al.* Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 81, n. 3, p. 777-783, 1998.
- ZINN, R.A.; SHEN, Y. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 76, n. 5, p. 1280-1289, 1998.

Received on October 06, 2006.

Accepted on February 16, 2007.