Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Substituição do milho moído fino por polpa cítrica e/ou farelo de glúten de milho em rações para bovinos terminados em confinamento

Mirella Colombo Moscardini

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2008

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Mirella Colombo Moscardini
Engenheiro Agrônomo

Substituição do milho moído fino por polpa cítrica e/ou farelo de glúten de milho em rações para bovinos terminados em confinamento

Orientador:
Prof. Dr. **FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Moscardini, Mirella Colombo
Substituição do milho moído fino por polpa cítrica e/ou farelo de glúten de milho em rações para bovinos terminados em confinamento / Mirella Colombo Moscardini. - - Piracicaba, 2008.
92 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Amido 2. Bovinos de corte - Desempenho 3. Confinamento animal 4. Digestibilidade 5. Farelos 6. Milho 7. Polpa 8. Ração 9. Subprodutos para animal 10. Valor nutritivo I. Título

CDD 636.213
M897s

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

À minha família, Alberto, Rosângela e Felipe,

por todo amor oferecido, incentivo e por sempre acreditarem em meus sonhos.

DEDICO

Aos meus avós, Candinho e Maria (in memorian),

pelo carinho, ensinamentos e conselhos.

Ao meu namorado Nivaldo,

pelo amor, confiança e paciência.

À bruta República Quartel,

pela amizade, cumplicidade e momentos inesquecíveis.

OFEREÇO

Muito obrigada pelo exemplo de esforço e dignidade e por fazerem parte de minha vida!

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Flávio Augusto Portela Santos, pela orientação, pelas oportunidades proporcionadas e sobretudo pela amizade e confiança.

Ao Fundo de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro ao projeto e pela concessão de bolsa de estudo.

À empresa Corn Products do Brasil, pela concessão do farelo úmido de glúten de milho avaliado neste trabalho.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela minha formação superior e por solidificar minha escolha profissional.

Aos professores Dr. Luiz Gustavo Nussio e Dr. Wilson Mattos, pela valiosa contribuição no andamento do trabalho.

Ao Prof. Dr. Gerson Mourão, pela contribuição nas análises estatísticas deste trabalho.

Aos demais professores do departamento que contribuíram para minha formação profissional.

Aos amigos Dra. Carla Maris Bittar e Dr. Alexandre Mendonça Pedroso, pela amizade e apoio dentro e fora da pesquisa.

À Profa. Dra. Angélica Simone Cravo Pereira, pela contribuição nas análises de qualidade de carne e sempre imediata disposição em colaborar com meu aprendizado.

Ao Carlos César Alves, pela ajuda e paciência durante a realização das análises laboratoriais.

Aos amigos Camila, Diogo (K-Bomba), Jakeline, Junio, Juninho, Leandro (Goiano), Luiz Roberto (Conçolo), Neto (El) e Rafaela (Sakudida), pelo auxílio na condução dos experimentos, nos estudos e momentos de descontração.

Aos estagiários Catarina (Portuga), Diego (Perna), Mariana (Cocó) e Mayra, e a todos os estagiários do Clube de Práticas Zootécnicas pela grande ajuda durante o período experimental.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, especialmente ao Seu Laureano, pela disponibilidade e prática, que me auxiliaram na condução dos experimentos.

Aos secretários do departamento Creide Ely Martins, Giovana Lara e Samuel Prudenciano pelo suporte e amizade.

À bibliotecária Eliana Maria Garcia pela correção da dissertação e compreensão pela falta de prazo.

Às queridíssimas $(Co)^2$ricó (Mariana), Furi-k-q (Terumi) e Pão c/ moio (Raquel) pela última revisão de meu trabalho. Sem vocês eu estaria perdida.

À minha família, responsável pela pessoa que hoje me tornei.

Ao Nivaldo Marchiotto Junior, por estar sempre ao meu lado e me incentivando.

Às moradoras e ex-moradoras da Bruta Mansão Quartel, pela sólida amizade construída e por tornar minha estadia em Piracicaba inesquecível.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

"Não se contente em trilhar um caminho estabelecido. Ao contrário, vá para onde não há caminho algum e deixe seu rastro."

Muriel Strode

SUMÁRIO

RESUMO 8
ABSTRACT 9
LISTA DE SIGLAS 10
1 INTRODUÇÃO 11
Referências 12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 14
2.1 Utilização de fontes energéticas em dietas para bovinos em terminação 14
2.1.1 Milho como principal fonte energética 14
2.1.1.1 Características do milho brasileiro 14
2.1.1.2 Importância do processamento do milho 16
2.1.2 Co-produtos agroindustriais na alimentação de bovinos 17
2.1.2.1 Polpa cítrica 18
2.1.2.2 Farelo de glúten de milho 21
Referências 26
3 SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO MILHO MOÍDO FINO OU DA POLPA CÍTRICA POR FARELO ÚMIDO DE GLÚTEN DE MILHO EM RAÇÕES DE BOVINOS CRUZADOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO 32
Resumo 32
Abstract 32
3.1 Introdução 33
3.2 Material e métodos 35
3.2.1 Animais e instalações experimentais 35
3.2.2 Tratamentos 36
3.2.3 Fornecimento das rações e pesagem dos animais 38
3.2.4 Colheita de amostras e análises laboratoriais 38
3.2.5 Cálculo da energia líquida das rações e energia metabolizável do milho moído fino 39
3.2.6 Análise estatística 40
3.3 Resultados e discussão 41
3.3.1 Composição química dos ingredientes 41

3.3.2 Desempenho animal 46
3.3.3 Energia líquida das rações e energia metabolizável do milho moído fino 49
3.4 Conclusões 50
Referências 51
4 SUBSTITUIÇÃO DO MILHO MOÍDO FINO POR POLPA CÍTRICA E FARELO DE GLÚTEN DE MILHO NAS FORMAS ÚMIDA E SECA NO DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E DIGESTIBILIDADE DO AMIDO EM BOVINOS NELORE CONFINADOS 56
Resumo 56
Abstract 56
4.1 Introdução 57
4.2 Material e Métodos 59
4.2.1 Animais e instalações experimentais 59
4.2.2 Tratamentos 60
4.2.3 Fornecimento das rações e pesagem dos animais 63
4.2.4 Colheita de amostras e análises laboratoriais 63
4.2.5 Estimativa da digestibilidade do amido com base no teor fecal do nutriente 67
4.2.6 Cálculo da energia líquida das rações e energia metabolizável do milho moído fino 68
4.2.7 Análise estatística 70
4.3 Resultados e Discussão 70
4.3.1 Desempenho e características de carcaça e qualidade de carne 70
4.3.1.1 Composição química dos ingredientes 70
4.3.1.2 Desempenho animal e características de carcaça 73
4.3.1.3 Qualidade de carne 79
4.3.1.4 Energia líquida das rações e energia metabolizável do milho 82
4.3.1.5 Estimativa da digestibilidade do amido com base no teor de amido fecal. 83
4.4 Conclusões 85
Referências 86

RESUMO

Substituição do milho moído fino por polpa cítrica e/ou por farelo de glúten de milho em rações para bovinos terminados em confinamento

Foram conduzidos dois experimentos no Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP com o objetivo de estudar a substituição do milho moído fino pelos co-produtos farelo de glúten de milho e polpa cítrica peletizada em rações para bovinos terminados em confinamento. No Experimento 1 foram utilizados 88 machos cruzados (½ Braunvieh ¼ Angus ¼ Nelore) não castrados (407 kg), distribuídos em 24 baias por 57 dias. As rações continham 12% de bagaço de cana *in natura* e 88% de concentrado. Os tratamentos foram: (1) milho moído fino (M); (2) milho moído fino e farelo úmido de glúten de milho (MFUG); (3) polpa cítrica peletizada (P); (4) polpa cítrica peletizada e farelo úmido de glúten de milho (PFUG). O GPD e a EA dos animais não diferiram entre os tratamentos (P>0,05), porém houve efeito da fonte energética sobre a IMS, que foi maior para as rações com milho (P<0,05). Não foi observado efeito de fonte energética ou nível de farelo úmido de glúten de milho nos valores de ELm e ELg observados neste experimento (P>0,05), mas houve interação (P<0,05) com valores de energia mais altos para o tratamento PFUG em relação aos demais. No Experimento 2, foram utilizados 99 machos Nelore não castrados (348 kg), distribuídos em 20 baias por 85 dias. Os tratamentos foram: (1) milho moído fino (M); (2) milho moído fino e polpa cítrica peletizada (MPC); (3) milho moído fino e farelo úmido de glúten de milho (MFUG); (4) polpa cítrica peletizada e farelo úmido de glúten de milho (PFUG); (5) polpa cítrica peletizada e farelo seco de glúten de milho (PFSG). As rações continham de 5 a 11% de feno de gramínea como fonte de volumoso, formuladas para serem isoprotéicas. Não houve diferença (P>0,05) na IMS, GPD e EA para os tratamentos utilizados. A área de olho de lombo e espessura de gordura não foram afetadas pelos tratamentos, bem como as características qualitativas de carne (P>0,05). Acompanhando os resultados de desempenho, o valor energético das rações não diferiram entre si (P>0,05). Através dos resultados de ELm e ELg observados/esperados, concluiu-se que o milho brasileiro tem seu valor energético inferior ao milho descrito pelo NRC (1996). Os valores de energia do milho (ELm e ELg de 2,24 e 1,55 Mcal/kg) preditos através do amido fecal são semelhantes aos valores tabulados para o milho quebrado americano e superiores ao do milho moído. Com os resultados obtidos é possível afirmar que o farelo de glúten de milho e a polpa cítrica peletizada podem ser utilizados em substituição parcial ao milho moído fino e quando combinados, em substituição total ao milho moído fino em rações com altos teores de concentrado para bovinos em terminação, sem prejuízos ao desempenho e características de carcaça.

Palavras-chave: Co-produtos; Polpa cítrica; Farelo de glúten de milho; Bovinos em terminação; Desempenho animal; Digestibilidade de amido; Valor energético

ABSTRACT

Substitution of corn gluten feed and dried citrus pulp for fine ground corn in finishing feedlot rations

Two experiments were conducted at ESALQ/USP's Animal Science Department to evaluate corn gluten feed and dry citrus pulp in substitution for fine ground corn in high concentrate diets for finishing feedlot cattle. In Experiment 1, 88 croosbred (½ Braunvieh ¼ Angus ¼ Nelore) bulls (BW = 407 kg) were kept in 24 pens for 57 days. The rations contained 12% sugarcane bagass and 88% concentrate. The treatments were: (1) fine ground corn (M); (2) fine ground corn and wet corn gluten feed (MFUG); (3) citrus pulp pellets (P); (4) citrus pulp pellets and wet corn gluten feed (PFUG). ADG and G:F ratio did not differ among treatments (P>0,05), but there was an energetic source effect on DMI, higher for corn based diets (P<0,05). No differences were observed for energy souce or corn gluten feed level for NEm and NEg on this experiment (P>0,05), but an interaction (P<0,05) was observed for PFUG wich had higher energy value then the other treatments. In Experiment 2, 99 Nelore bulls (BW = 348 kg) were kept in 20 pens for 85 days. The treatments were: (1) fine ground corn (M); (2) fine ground corn and citrus pulp pellets (MPC); (3) fine ground corn and wet corn gluten feed (MFUG); (4) citrus pulp pellets and wet corn gluten feed (PFUG); (5) citrus pulp pellets and dry corn gluten feed (PFSG). The diets had 5 to 11% grass hay and 89 to 95% concentrate. No differences (P>0,05) were observed for DMI, ADG and G:F ratio among treatments. Diets energy value showed no differences among treatments (P>0,05). Observed/expected NEm and NEg values led to the conclusion that brazilian corn grain has lower energy value than what NRC (1996) tables show. Corn energy values (NEm and NEg was 2,24 and 1,55 Mcal/kg) predicted from fecal starch were similar to american cracked corn and higher than ground corn. Wet corn gluten feed and citrus pulp can be used in substitution for fine ground corn, alone or in combination, in high concentrate finishing feedlot diets, without depressing animal performance and carcass charateristics.

Keywords: By-products; Citrus pulp; Corn gluten feed; Finishing cattle; Animal performance; Nutrient digestibility; Energy value

LISTA DE SIGLAS

a*: teor de vermelho

AF: amido fecal

AGCC: ácidos graxos de cadeia curta

b*: teor de amarelo

BIN: bagaço de cana *in natura*

DTA: digestibilidade de amido no trato total

EA: eficiência alimentar

EE: extrato etéreo

EL: energia líquida

ELg: energia líquida para ganho

ELm: energia líquida para manutenção

EM: energia metabolizável

FA: farelo de algodão

FDA: fibra em detergente ácido

FDN: fibra em detergente neutro

FS: farelo de soja

FSG: farelo seco de glúten de milho

FUG: farelo úmido de glúten de milho

GPD: ganho de peso diário

IMS: ingestão de matéria seca

L: índice de luminosidade

MM: matéria mineral

MMF: milho moído fino

MO: matéria orgânica

MS: matéria seca

NDT: nutrientes digestíveis totais

PB: proteína bruta

PC: polpa cítrica

1 INTRODUÇÃO

A terminação de bovinos de corte em confinamento no Brasil vem aumentando com o passar dos anos em conseqüência da necessidade de melhoria da eficiência de produção e da qualidade de carcaça e de carne. O crescimento expressivo da safra nacional de grãos na última década, o aumento na disponibilidade de co-produtos agroindustriais, a elevação dos custos de produção de volumosos, a melhoria do potencial genético dos animais e o surgimento de unidades de confinamento de grande porte têm contribuído para aumentar a competitividade de rações com teores elevados de concentrado para bovinos terminados em confinamento no Brasil (SANTOS et al., 2004).

Os grãos de cereais, especialmente milho e sorgo são as principais fontes de energia nas rações para animais terminados neste sistema, de forma que a eficiência de uso desses alimentos tem um grande impacto na rentabilidade das operações de confinamento. Métodos de processamento mais intensos dos grãos, principalmente a ensilagem de grãos úmidos e a floculação, resultam em aumento na degradabilidade ruminal do amido, o que via de regra permite melhor desempenho animal (HUNTINGTON, 1997; COOPER et al., 2002). No entanto, isso também aumenta os riscos de redução no pH ruminal a valores que podem comprometer a saúde ruminal (SECRIST et al., 1996 apud CORONA et al., 2005).

Associado a isso, o crescimento recente da produção de etanol a partir de cereais na América do Norte e Europa elevou o preço destes ingredientes de forma expressiva nos últimos 12 meses, sendo necessária então a busca de fontes alternativas de energia para produção animal.

Dessa maneira tem sido crescente o interesse pelo uso de co-produtos agroindustriais na alimentação dos animais, com o objetivo principal de reduzir o custo da arroba produzida no confinamento, visto que a alimentação representa aproximadamente 85% do custo da arroba de carne produzida neste sistema de alimentação (BORGES; ZARPELON, 2008).

No Brasil são produzidos grandes volumes de co-produtos passíveis de utilização na alimentação dos bovinos, sendo a sua disponibilidade regionalizada. Além do fator custo, a redução no teor de amido e o aumento nos teores de pectina e fibra de alta digestibilidade nessas rações podem equilibrar o pH e otimizar a fermentação ruminal, a síntese microbiana, o consumo de matéria seca e conseqüentemente o desempenho animal (BLASI et al, 2001; PEREIRA et al., 2007; SANTOS et al., 2004; FARRAN et al., 2006).

Apesar das inúmeras vantagens do uso de co-produtos, por se tratarem de resíduos, estes podem possuir composição variada, exigindo-se então cautela do nutricionista para sua utilização. Além disso, são escassos os trabalhos brasileiros em que características nutricionais desses alimentos e desempenhos proporcionados pela sua utilização são estudados.

Outro fator que merece ser considerado é que os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) do milho nas tabelas do National Research Council - NRC (1996) referem-se ao milho dentado, enquanto que o milho normalmente produzido no Brasil é do tipo duro (*flint*), que apresenta amido de menor digestibilidade.

Dentre as várias possibilidades, existem alguns co-produtos da indústria alimentícia que se destacam como alternativas para substituição de ingredientes usuais de rações de bovinos em confinamento. São eles a polpa cítrica (PC), o farelo de glúten de milho (Refinazil® ou Promill®), a casca de soja e o caroço de algodão.

Desta forma, as hipóteses deste trabalho são: a) o milho moído brasileiro, a polpa cítrica e o farelo de glúten de milho apresentam valores energéticos distintos dos valores apresentados nas tabelas do NRC (1996); b) a inclusão de co-produtos com baixo teor de amido e ricos em fibra de alta digestibilidade e pectina, em substituição ao milho em rações com alto teor de concentrado, permite desempenho satisfatório; c) a inclusão de co-produtos em rações com alto teor de concentrado permite reduzir os teores de forragem na ração sem efeito negativo no desempenho animal.

Referências

BLASI, D.A.; DROUILLARD, J.; BROUK, M.J.; MONTGOMERY, S.P. **Corn gluten feed, composition and feeding velue for beef and dairy cattle.** Kansas State University, Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service, 2001. 14 p. (Bulletin, MF-2488).

BORGES, C.; ZARPELON, T. Alimentação de bovinos confinados: bagaço de cana de açúcar. Disponível em <http://www.planoagropecuario.com.br/default.asp?pg=conteudo&oper=view&idTexto=66>. Acesso em 01 out. 2008.

COOPER, R.J.; MILTON, T.J.; KLOPFENSTEIN, T.J.; JORDON, D.J. Effect of corn processing on degradable intake protein requirement of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 242-254, 2002.

CORONA, L.; RODRIGUEZ, S.; WARE, R.A.; ZINN. A. Comparative effects of whole, ground, dry-rolled, and steam-flaked corn on digestion and growth performance in feddlot cattle. **The Professional Animal Scientist**, Nebraska, v. 21, p. 200-206, 2005.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, p.852-867, 1997.

FARRAN, T.B.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MACKEN, C.N.; LINDQUIST, R.U. Wet corn gluten feed and alfafa hay levels in dry-rolled corn finishing diets: effects of finishing performance and feedlot nitrogen mass balance. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 84, p. 1205-1214, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle.** 7th ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242 p.

PEREIRA, E.M.; SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.M.; COSTA, D.F.A.; IMAIZUMI, H.; BITTAR, C.M.M. Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 36, n. 1, p. 216-224, 2007.

SANTOS, F.A.P.; PEREIRA, E.M.; PEDROSO, A.M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5., Piracicaba, 2004. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 262-297.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Utilização de fontes energéticas em dietas para bovinos em terminação

2.1.1 Milho como principal fonte energética

2.1.1.1 Características do milho brasileiro

O milho (*Zea mays* L.), em razão de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se num dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Devido à sua multiplicidade de aplicações, tanto na alimentação humana como animal, tem relevante papel socioeconômico, além de ser matéria-prima básica para diversos complexos agroindustriais (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Recentemente, atenção vem sendo dada ao estudo do impacto do genótipo do milho na disponibilidade de amido para ruminantes (HARMON; TAYLOR, 2005). A maior parte do grão é composta pelo endosperma, que possui grânulos de amido circundados por uma matriz protéica. A conformação desta matriz é quem define quando o endosperma será farináceo ou vítreo. No caso do endosperma vítreo, os grânulos de amido são envoltos de uma matriz protéica insolúvel enquanto que o farináceo possui a matriz mais frouxa, solúvel (PHILIPEAU et al., 1999). A dureza do endosperma é determinada pela composição protéica do grão. A matriz é esparsa e fragmentada no endosperma farináceo, estando os grânulos de amido mais acessíveis ao ataque enzimático. Por outro lado, a matriz protéica é mais densa e bem desenvolvida no endosperma vítreo. Essa maior interação com a proteína reduz a susceptibilidade do amido à hidrólise enzimática, reduzindo a digestibilidade deste carboidrato (HARMON; TAYLOR, 2005). É com base nesta conformação que o milho pode ser classificado, sendo ele dentado quando possui maior porcentagem de endosperma farináceo e *flint*, quando o endosperma vítreo está em maior quantidade no grão (PHILIPEAU et al., 1999). Nas principais regiões produtoras de milho do mundo, o milho cultivado é quase em sua totalidade do tipo dentado (*Zea mays ssp.* Indentata) enquanto o milho cultivado no Brasil é predominantemente do tipo duro (*flint* - *Zea mays ssp.* Indurata) (CORREA et al., 2001).

Sabendo das características de cada grupo genético, o melhorista deve escolher o genótipo mais adequado aos seus propósitos. Nas condições brasileiras, a introdução de novos genótipos tem contribuído sobremaneira para o crescimento do potencial de produção em relação às cultivares tradicionais, e também tem possibilitado a incorporação de genes para conferir resistência às principais pragas e doenças em ambientes tropicais (MIRANDA FILHO, 1992; REGITANO NETO, 1997, apud GAMA et al., 2003), razões pelas quais o milho *flint* geralmente é escolhido.

Philippeau e Michalet-Doreau (1998) estudaram as principais diferenças entre os dois grupos genéticos. Os autores observaram que as diferenças entre os genótipos são marcadamente significativas quanto à degradabilidade do amido (72,3% e 61,6% para os genótipos dentado e *flint*, respectivamente). Os autores mencionaram que a baixa degradabilidade do amido do genótipo *flint*, observada nos estudos *in situ*, foram possivelmente causados pela pequena proporção de fração rapidamente degradável, pela baixa taxa de degradação ou pelo efeito de ambas.

Michalet-Doreau e Phillipeau (1998, apud JOHNSON, 1999), observaram que, para um mesmo ponto de maturação, as cultivares de milho dentado apresentaram maior degradabilidade ruminal e digestibilidade total do que as cultivares *flint*. Com a ensilagem, a degradabilidade do grão *flint* aumentou, porém, ainda foi significativamente menor à observada para o grão dentado.

Correa et al. (2002) em experimento para determinar a relação entre vitreosidade (proporção de endosperma vítreo com relação ao endosperma total do milho) e a degradação ruminal *in situ* do amido, avaliou 14 híbridos americanos (dentados) e 5 brasileiros (*flint*). A vitreosidade dos cinco híbridos brasileiros no estágio maduro variou de 64,2 a 80% do endosperma, com média de 73,1%, maior que a média encontrada nos 14 híbridos americanos (48,2%), oscilando de 34,9 a 62,3%. O híbrido brasileiro menos vítreo teve maior vitreosidade que o mais vítreo dos americanos. O teor de amido instantaneamente degradável no rúmen foi cinco vezes maior nos híbridos americanos que nos híbridos brasileiros. A velocidade de degradação do amido e da matéria seca dos híbridos brasileiros foi aproximadamente um terço do valor dos híbridos americanos. A extensão de degradação ruminal dos híbridos brasileiros (disponibilidade) foi de 20 a 30 pontos percentuais inferior que à dos híbridos americanos. Portanto, a correlação entre vitreosidade e degradabilidade ruminal foi negativa e alta.

Sendo assim, o valor energético das cultivares nacionais (*flint*) deve ser inferior aos valores tabulares do NRC (1996) gerados à partir de estudos com milho dentado.

2.1.1.2 Importância do processamento do milho

O milho é a principal fonte energética de rações para bovinos de corte terminados em confinamento (HUNTINGTON, 1997; OWENS et al., 1997). A opção por fornecer dietas com teores elevados de grãos para ruminantes deve-se ao menor custo por unidade de energia destes em relação ao de forragens conservadas em diversas regiões do país. Além disto, para confinamentos de grande porte, rações com teores elevados de forragem são pouco operacionais e podem inviabilizar a operação. Por ser o amido a principal fonte energética dos grãos, a melhoria na conversão deste carboidrato em produto animal é o que ditará maior retorno nestes sistemas intensivos (HUNTINGTON, 1997).

A digestibilidade do amido pode apresentar variações de acordo com o tipo de cereal, o teor de amilose e amilopectina, a matriz protéica que reveste o grânulo de amido e o método de processamento empregado a este grão (ROONEY; PLUGFELDER, 1986; THEURER, 1986; HUNTINGTON, 1997; OWENS et al., 1997; OWENS; ZINN, 2005).

Neste sentido, o processamento adequado aumenta a disponibilidade do amido tanto no rúmen quanto no trato posterior, além de destruir micotoxinas e melhorar as características de mistura da ração, aumentando assim o desempenho animal (OWENS et al., 1997). Zinn et al. (2002) afirmam que a floculação adequada de grãos de milho resulta em aumentos de 15% no teor de energia líquida de manutenção (ELm) e de 18% na energia líquida de ganho (ELg) quando comparada à laminação a seco ou moagem grosseira. Segundo Owens et al. (1997), bovinos confinados recebendo milho ou sorgo floculados têm sua IMS reduzida, ganho de peso não afetado e, conseqüentemente, conversão alimentar melhorada quando comparados com bovinos alimentados com milho ou sorgo laminados à seco. Santos et al. (2004) revisaram trabalhos mais recentes e relataram melhoria na conversão alimentar de bovinos alimentados com milho floculado quando comparados com bovinos alimentados com milho laminado a seco, devido ao maior ganho de peso dos animais, sem efeito na ingestão de nutrientes.

No Brasil, a principal forma de processamento de grãos é a moagem. A utilização de grãos úmidos (ensilados) apesar de incipiente, tem aumentado, sendo que a floculação começará

a ser utilizada no país a partir de 2009, com a importação recente dos primeiros floculadores por 2 grandes confinamentos nacionais (FRANCO, 2008).

Para vacas leiteiras, a moagem fina (0,7 a 1,2 mm) resulta em maior produção de leite que a moagem grosseira ou laminação a seco (SANTOS et al., 2005). Para bovinos de corte em confinamento, há pouca informação quanto ao grau de moagem. Teoricamente, para o milho *flint* utilizado no Brasil, a moagem fina deve ser vantajosa em comparação à moagem grosseira ou laminação, apesar de aumentar o risco de acidose, pela segregação das partículas mais finas no fundo do cocho, especialmente quando se usa volumoso seco.

2.1.2 Co-produtos agroindustriais na alimentação de bovinos

O processamento de grãos de cereais apresenta várias vantagens, principalmente o aumento de disponibilidade do amido para fermentação ruminal e degradação pós-ruminal (OWENS et al., 1997). Porém, a presença de teores elevados de carboidratos prontamente fermentescíveis no rúmen, principalmente o amido e açúcares, estimula o crescimento bacteriano e provoca aumento na taxa de produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e ácido lático, o que aumenta os riscos de redução do pH ruminal a valores críticos para o animal (NOCEK, 1997).

O interesse por co-produtos agroindustriais alternativos aos cereais vem crescendo nos últimos anos, principalmente devido à redução do custo da arroba produzida em confinamento. Além do fator custo, a diminuição no teor de amido e o aumento nos teores de pectina e fibra de alta digestibilidade das rações nas quais se incluem co-produtos podem melhorar o pH e otimizar a fermentação ruminal, a síntese microbiana, o consumo de matéria seca e conseqüentemente o desempenho animal (BLASI et al, 2001; PEREIRA et al., 2007; SANTOS et al., 2004; FARRAN et al., 2006).

No Brasil são produzidos grandes volumes de co-produtos passíveis de serem utilizados pelos bovinos, sendo a sua disponibilidade regionalizada. Dentre as várias possibilidades, existem alguns co-produtos da indústria alimentícia que se destacam como boas alternativas para substituição de ingredientes usuais de rações de bovinos em confinamento no estado de São Paulo. São eles a polpa cítrica e o farelo de glúten de milho (Refinazil® ou Promill®).

2.1.2.1 Polpa cítrica

A partir da década de 90, as cotações do preço da polpa cítrica no mercado externo e interno caíram, atingindo preços inferiores aos do milho. Isto fez com que a utilização deste co-produto aumentasse consideravelmente no mercado nacional (ASSIS et al., 2001).

A polpa cítrica é um alimento energético que possui características diferenciadas quanto à fermentação ruminal em comparação aos grãos de cereais. Ela é originada a partir da fabricação do suco de laranja e é composta de cascas, sementes e bagaço (FEGEROS et al., 1995; WING, 1982). O co-produto é obtido após duas prensagens, que reduzem sua umidade a 65-75%, e secagem até atingir 90% de matéria seca, para então ser peletizada (MENEZES Jr. et al., 2000a). Os teores de cálcio presentes na polpa cítrica são elevados, pois se adiciona hidróxido ou óxido de cálcio antes da prensagem para facilitar a saída de água. O valor nutricional da polpa cítrica depende da variedade da laranja, da inclusão de sementes e da retirada ou não de óleos essenciais. Outro fator que afeta o valor nutricional é o excesso de temperatura no processo de secagem, que pode indisponibilizar parte da proteína e carboidratos da polpa cítrica devido à ocorrência de reação de Maillard (MENEZES Jr. et al., 2000a).

Diferentemente dos grãos de cereais como milho e sorgo, a polpa cítrica não contém teores significativos de amido, porém ela é rica em açúcares (25% da MS), pectina (25% da MS) e fibra altamente digestível (23% da MS). A pectina é o carboidrato complexo de mais rápida degradação ruminal (VAN SOEST et al., 1991), sendo que sua taxa de degradação ruminal varia de 30 a 50% por hora (CHESSON; MONRO, 1982; SNIFFEN, 1988) enquanto que os valores para o amido são de 10 a 35% por hora (SNIFFEN, 1988).

O teor de FDN da polpa cítrica é intermediário entre a maioria dos concentrados e forragens (BAMPIDIS; ROBINSON, 2005) e sua degradabilidade ruminal é alta, ao redor de 64,7% (CPM-Dairy Ration Analyzer v3.0.8a). Devido a estas características, a polpa cítrica apresenta um padrão de fermentação ruminal diferente da observada para grãos de cereais, com menor produção de propionato e lactato e maior produção de acetato (HENTGES et al., 1966; PIZON; WING, 1976; WING, 1982; EZEQUIEL, 2001; SCHALCH et al., 2001), fazendo com que este alimento tenha uma menor chance de causar acidose ruminal.

Em pesquisa de Sudweeks et al. (1975), novilhos de corte apresentaram maior tempo de ingestão para rações com polpa cítrica do que com milho, porém o tempo de ruminação não foi

diferente entre as fontes. Este consumo mais lento e mais parcelado da ração também pode contribuir para menor redução do pH ruminal.

Aliado a estas características, outro fator que torna a polpa cítrica um alimento muito atrativo é a época de sua safra, que ocorre entre os meses de maio e janeiro, coincidindo com a entressafra de grãos e com a época de maior concentração de animais em confinamento no Brasil.

Em geral, a polpa cítrica é caracterizada pela alta digestibilidade da matéria seca, sendo superior à do milho laminado (CARVALHO, 1998). Este mesmo autor e Bampidis e Robinson (2005) avaliaram a digestibilidade de nutrientes e rações contendo polpa cítrica e constataram que o fornecimento deste co-produto geralmente possui efeito menos negativo no desenvolvimento ruminal e conseqüentemente na atividade celulolítica do que a suplementação com alimentos ricos em amido ou açúcar. Quando a polpa cítrica é utilizada em substituição a alimentos ricos em amido, as digestibilidades da MO e da MS tendem a permanecer inalteradas, enquanto a digestibilidade da PB diminui e a digestibilidade do FDN e FDA aumentam. A polpa cítrica melhora a utilização de frações de fibra da ração, possivelmente devido ao efeito positivo sobre a microflora ruminal.

São poucos os trabalhos que relatam a utilização de polpa cítrica em substituição a fontes ricas em amido em rações para bovinos em terminação, com alta inclusão de concentrado. Bampidis e Robinson (2005), em revisão sobre desempenho de ruminantes em crescimento recebendo co-produtos da indústria citrícola em substituição ao milho ou trigo, concluíram que a utilização destes co-produtos resulta em desempenho semelhante aos das rações controle.

Vijchulata et al. (1980) conduziram dois experimentos para estudar os efeitos da substituição do milho grão por polpa cítrica peletizada no desempenho e características de carcaça de novilhos de corte confinados com rações contendo 85% de concentrado. No experimento 1, foram comparadas rações contendo 71% de milho na MS, sem polpa cítrica com rações contendo 35,5% de milho e 40% de polpa cítrica na MS. No segundo experimento comparou-se ração com 71% de milho com ração com 8,5% de milho e 60% de polpa cítrica na MS. Em ambos os experimentos, o GPD e a conversão alimentar não foram afetados, mas no primeiro experimento a IMS foi 9,3% menor para a ração contendo polpa cítrica.

Sampaio et al. (1984) utilizaram oitenta e um novilhos da raça Nelore para estudar o efeito de diferentes teores de proteína e fontes de energia na ração. Esses autores utilizaram três tratamentos com 40% de volumoso (capim elefante) e 60% de concentrado, que possuíam

diferentes teores de polpa cítrica e milho como fonte de energia (100% polpa cítrica, 50% polpa cítrica e 50% milho e 100% milho). Não foi observado efeito significativo para GPD em resposta aos diferentes tratamentos, embora tenha ocorrido uma tendência do tratamento com associação das fontes de energia propiciar melhoria no ganho de 8,3% e 7,13%, em relação aos tratamentos contendo exclusivamente polpa cítrica ou milho.

Henrique et al. (2004) trabalharam com tourinhos da raça Santa Gertrudes e forneceram teores crescentes de polpa cítrica nas rações (0, 25, 40 e 55% da MS) em substituição ao milho moído e não observaram diferença na eficiência alimentar (EA) dos animais.

Pereira et al. (2007) estudaram a substituição de 0, 50, 75 e 100% de milho moído fino (MMF) por polpa cítrica na ração de tourinhos da raça Canchim na fase de crescimento e terminação. As rações continham 30% de silagem de cana-de-açúcar e 70% de concentrado na MS. Nas três rações com polpa cítrica (T50, T75 e T100) houve redução linear na IMS com doses crescentes de polpa cítrica. Em comparação com o tratamento contendo apenas milho (T0), a substituição de 50% deste por polpa cítrica (T50) não afetou a IMS. Quanto ao GPD, não houve diferença entre os tratamentos T0 e T50, mas houve redução linear neste parâmetro com a inclusão de doses crescentes de polpa cítrica (T50 x T75 x T100). A eficiência alimentar foi maior para os animais do T50 em comparação com os do T0. Entre as rações com polpa cítrica não houve diferença na eficiência alimentar. Os parâmetros de carcaça não diferiram entre os tratamentos. Neste estudo, a combinação de milho moído e polpa cítrica em partes iguais (T50) aumentou a concentração de ELm da ração em 5,78% e a ELg em 8,11% em comparação à ração T0. O valor energético estimado para a polpa cítrica esteve de acordo com o das tabelas do NRC (1996), enquanto o valor energético do milho foi inferior ao das tabelas do NRC (1996). Os dados do NRC (1996) referem-se a milho dentado, enquanto que os materiais utilizados no Brasil são basicamente milho duro ou *flint*, que possuem amido menos digestível que os materiais dentados.

Ramalho et al. (não publicado) comparou rações (82% de concentrado na MS) contendo milho moído fino e milho moído grosso com e sem a substituição de 50% do cereal por polpa cítrica, para bovinos em terminação. A substituição parcial do milho, tanto moído fino quanto grosso por polpa cítrica, não afetou estatisticamente o desempenho animal. Numericamente, a inclusão de polpa na ração melhorou a eficiência alimentar dos animais.

Com base nos trabalhos acima revisados, aparentemente, o valor energético do milho utilizado no Brasil é similar ao da polpa cítrica.

2.1.2.2 Farelo de glúten de milho

O farelo de glúten de milho é um co-produto da indústria de produtos de milho, basicamente amido e adoçantes, conhecido no Brasil pelos nomes comerciais de Refinazil® ou Promill®. É obtido pela separação e secagem das fibras dos grãos de milho durante o processo de moagem úmida do cereal. Tecnicamente é o que sobra do grão de milho após a extração da maior parte do amido, glúten e gérmen, pelos processos de moagem e separação empregados na produção de amido e xarope de milho, sendo 2/3 de conteúdo fibroso e 1/3 de licor concentrado de maceração (BLASI et al., 2001). Em torno de 11% do material original que chega para o processamento na indústria é transformado no co-produto.

No Brasil, tradicionalmente o farelo de glúten de milho tem sido comercializado na sua forma seca, mas recentemente sua forma úmida também passou a ser utilizada. Quando na forma úmida, apresenta cerca de 42% de matéria seca (MS), e na forma seca, 90-92% de MS. O material úmido tem sua utilização restrita às proximidades das fontes produtoras uma vez que, em função do seu teor de umidade, os custos do transporte são inviáveis para localidades distantes.

O farelo de glúten de milho contém quantidades significantes de energia, proteína bruta (PB), fibra digestível e minerais (BLASI et al., 2001). O seu teor energético varia em função de diversos fatores, tais como: a) as proporções relativas de fração fibrosa, licor e gérmen desengordurado (quando adicionado) (HEROLD et al., 1998, 1999 apud BLASI et al., 2001); b) a forma física (seco ou úmido) do produto (GREEN et al., 1987; HAM et al., 1995); c) o teor de forragem da ração (BERGER; WILLMS, 1992; HAM et al., 1995; HUSSEIN; BERGER, 1995; WHITHAM et al., 1999; MONTGOMERY et al., 2003; SINDT et al., 2003) e d) o estágio fisiológico do animal (crescimento x terminação) (McCOY et al., 1998). Portanto, a composição final do co-produto pode variar em função das condições de cada indústria, de forma que sempre se recomenda a análise dos teores nutricionais antes de sua utilização.

Normalmente, quando incluído na ração de bovinos confinados, o farelo de glúten de milho substitui parte do cereal, na maior parte dos casos o milho, e também permite reduzir a

dose de suplementos protéicos como farelo de soja (FS), farelo de algodão e uréia. A proteína deste co-produto é composta principalmente pela fração solúvel, que sai na água de maceração, apresentando portanto alta taxa de degradação ruminal (NRC, 1996; HOPKINS; WHITLOW, 2002).

Em função de suas características (rico em fibra altamente digestível e pobre em amido) o farelo de glúten de milho constitui-se de uma ótima alternativa para inclusão em rações com teores altos em concentrado (FELLNER; BELYEA, 1991), podendo substituir parcialmente ou mesmo totalmente o volumoso nessas rações (SANTOS; MOSCARDINI, 2007). Dois experimentos foram conduzidos para estudar os efeitos dessa substituição. Sindt et al. (2003) comparou rações com milho floculado, contendo 2 ou 6% de feno de alfafa e 25, 35 ou 45% de farelo úmido de glúten de milho (FUG), para novilhas terminadas em confinamento. Não houve interação entre os níveis de feno e farelo úmido de glúten de milho para desempenho. Os autores afirmaram que quando a inclusão de farelo de glúten de milho é maior que 25% da MS da ração o teor de volumoso deve ser reduzido a fim de otimizar o desempenho de bovinos em terminação.

No segundo estudo sobre redução de volumosos com a inclusão de farelo úmido de glúten de milho, Farran et al. (2006) compararam rações com 0 ou com 35% de farelo de glúten de milho em combinação com três teores de feno de alfafa na MS (0, 3,75 e 7,5%). A inclusão de 35% de farelo de glúten de milho na ração aumentou a IMS e o GPD sem afetar a eficiência alimentar dos animais. Nas rações com 35% de farelo de glúten de milho a EA foi maior para os animais alimentados com rações contendo 0% de feno de alfafa.

Com base nas referências acima, possivelmente a redução dos teores de volumoso em rações onde se adiciona farelo de glúten de milho em concentração acima de 25% na MS pode tornar-se uma alternativa econômica na alimentação de bovinos em terminação. Porém, mais estudos devem ser conduzidos para que se confirme esta hipótese.

Segundo Fellner e Belyea (1991), por apresentar concentrações mais elevadas de FDA e FDN do que os grãos de cereais, a utilização do farelo de glúten de milho pode levantar questões sobre a concentração energética e limitações ao consumo das rações. Entretanto os teores reduzidos de amido e elevados de fibra digestível podem ajudar a manter o pH ruminal em patamares mais desejáveis, otimizando a digestão da fibra, o que pode compensar possíveis diferenças na digestibilidade total das rações.

Em função de seu teor energético ser teoricamente menor que o do milho, seria de se esperar que a inclusão de farelo de glúten de milho em rações para bovinos confinados em substituição parcial ao milho resultasse em menor desempenho animal. Entretanto, pode-se observar na compilação dos dados revisados na literatura (Tabela 1) que a substituição parcial do milho por farelo de glúten de milho na forma úmida na maioria dos casos melhorou o desempenho de bovinos confinados na fase de terminação com rações com teores altos de concentrado. A ingestão de matéria seca (IMS) aumentou em média 3,57% quando o farelo úmido de glúten de milho foi utilizado. Apesar de inconsistente, os maiores aumentos em IMS foram observados com a inclusão de 22 a 32% de farelo úmido de glúten de milho na ração. Acredita-se que o efeito positivo na IMS seja conseqüência do efeito benéfico da redução do teor de amido e concomitante aumento no teor de FDN de alta digestibilidade em rações ricas em concentrado. A manutenção de um pH ruminal mais adequado (KREHBIEL et al., 1995; SINDT et al., 2002) estimula a digestão de fibra e sua passagem pelo trato digestivo (HUSSEIN; BERGER, 1995).

Na média, houve um aumento de 4,19% no ganho de peso (GPD) nas 29 comparações onde o milho foi substituído parcialmente por farelo úmido de glúten de milho. Nas comparações onde o farelo úmido de glúten de milho reduziu o GPD, a inclusão deste co-produto na ração foi alta, de 45% a 58% da MS da ração, assim como a taxa de substituição do milho, de 47 a 63%. O efeito positivo deste co-produto no GPD da maioria das comparações tem sido creditado principalmente ao aumento da IMS, que pode estar relacionado à melhoria do ambiente ruminal, com redução do risco de acidose clínica e, principalmente, de acidose sub-clínica, e conseqüente otimização da fermentação ruminal.

Houve aumento médio de 0,82% na eficiência alimentar nas 29 comparações. Das 12 comparações onde o farelo úmido de glúten de milho reduziu a eficiência alimentar, o GPD foi afetado negativamente em apenas uma comparação. Nos outros casos o efeito positivo na IMS foi maior que no GPD, resultando em efeito negativo na eficiência alimentar.

Com base nos dados mostrados na Tabela 1, pode-se concluir que na maioria dos casos, quando o farelo úmido de glúten de milho é incluído entre 20 e 40% da MS da ração em substituição parcial ao milho, em rações contendo ao redor de 5 a 15% de forragem e altos teores de amido, o desempenho de bovinos em terminação é melhorado.

Analisando a digestibilidade de rações contendo farelo de glúten de milho, Montgomery et al. (2004) observaram que o aumento da inclusão deste co-produto aumentou a digestibilidade aparente de MO, FDN e amido no trato total e a concentração de NH_3 ruminal e o pH, porém houve decréscimo da concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) totais no rúmen quando a ração foi fornecida *ad libitum*. Quando o consumo foi restrito, a inclusão de farelo de glúten de milho diminuiu a digestibilidade aparente da MO e da FDN no trato total e a concentração de AGCC e NH_3 no rúmen. Sindt et al. (2002) também verificaram que o acréscimo de farelo de glúten de milho na ração diminuiu a concentração de AGCC totais no rúmen e fezes e aumentou o pH ruminal e fecal. Quanto à ELg, esta foi menor quando a inclusão de farelo de glúten de milho aumentou. Schrage et al. (1991) observaram que a ELg aumentou 0,06 Mcal/kg para cada aumento de 20 pontos percentuais de farelo de glúten de milho na ração.

Em comparação com o farelo seco de glúten de milho (FSG), o co-produto úmido tem maior valor nutricional para bovinos em terminação (FIRKINS et al., 1985; TRENKLE, 1987; HAM et al., 1995). O co-produto seco tem menor tamanho de partícula e conseqüentemente uma maior taxa de passagem, o que pode reduzir a digestão da sua fração fibrosa e assim, resultar em menor teor energético do que no material úmido.

Na Tabela 2 são apresentados os dados compilados da substituição parcial de milho por farelo seco de glúten de milho na ração de bovinos em terminação com alto teor energético. O GPD foi maior em duas e menor em outras duas comparações onde este co-produto substituiu o milho. Porém, os dados com o co-produto seco precisam ser analisados com cautela por dois motivos principais: a) número reduzido de trabalhos e b) dose muito alta de inclusão nas rações. Nos quatro trabalhos citados na Tabela 2, a substituição do milho por farelo seco de glúten de milho (54 a 85%) e a taxa de inclusão deste na ração (60 a 70%) foram elevados, o que pode ter afetado negativamente o desempenho animal.

Tabela 1 - Comparação da utilização de farelo úmido de glúten de milho em relação aos grãos de milho em rações de bovinos em acabamento

Referência	% substituição do milho[1]	Teor de FUG, em % da MS	IMS, Kg/cab/dia	GPD, Kg/cab/dia	Eficiência, GPD/IMS
Green et al. (1987)	23	17,85	9,3 (+7,4)	1,49 (+3,5)	0,162 (-3)
Ham et al. (1995)	42 ML	35	12,06 (+4,2)	1,44 (0)	0,119 (-5,6)
Ham et al. (1995)	36 ML	35	10,81 (+4,4)	1,70 (+8,2)	0,157 (+3,3)
Firkins et al. (1985)	54	37,3	8,8 (+8,2)*	1,38 (+3,8)*	0,156 (-3,9)
Trenkle (1987)	56	-	-	1,40 (-4)	0,156 (0)
Scott et al. (2003)	36 ML	32	10,60 (+12,7)*	1,91 (+9,8)*	0,180 (-3,2)*
Scott et al. (2003)	36 MF	32	10,00 (+7,5)*	1,92 (+6,7)*	0,192 (-1)
Scott et al. (2003)	24 ML	22	11,00 (+10)*	1,81 (+9)*	0,164 (-1,2)
Scott et al. (2003)	24 MF	22	10,60 (+4,9)*	1,92 (+4,9)*	0,181 (0)
Sindt et al. (2002)	29 MF	28,6	8,70 (+0,7)*	1,46 (+2,1)*	0,168 (+1,8)*
Sindt et al. (2002)	63 MF	58,5	9,01 (+4,2)	1,39 (-2,8)	0,154 (-6,7)
Richards et al.(2003)	22 ML	25	10,09 (+5,1)	1,88 (+9,9)	0,186 (+3,9)
Richards et al.(2003)	54 ML	50	9,81 (+2,2)	1,84 (+7,6)	0,187 (+4,5)
Richards et al.(2003)	46 ML	44	10,91 (-0,6)	1,80 (+9,8)	0,166 (+9,9)
Hussein e Berger (1995)	31 SGMU	25	6,88 (+11)	1,14 (+17,5)	0,166 (+5,7)
Hussein e Berger (1995)	62 SGMU	50	6,52 (+5,2)	1,07 (+10,3)	0,165 (+5,1)
Krehbiel et al. (1995)	60 ML	35	9,84 (-1,9)	1,59 (+1,3)	0,162 (+3,8)
McCoy et al. (1998)	47 ML	45	9,90 (-3,5)	1,71 (-1,7)*	0,173 (+2)*
McCoy et al. (1998)	47 ML	45	10,16 (-3,3)*	1,62 (-2,1)	0,160 (+1,6)
McCoy et al. (1998)	47 SGMU	45	9,81 (-4,1)*	1,58 (-4,5)	0,161 (0)
Richards et al. (1998)	50 ML	44	10,86 (-2,8)	1,71 (+9,6)*	0,159 (+11,9)*
Macken et al. (2004)	12,3 MF	10	9,44 (+3,6)*	1,99 (+1)	0,211 (-2,3)
Macken et al. (2004)	24,5 MF	20	9,7 (+6,5)*	2,09 (+6,1)	0,215 (0)
Macken et al. (2004)	30,7 MF	25	9,46 (+3,8)*	2,03 (+3)	0,214 (-0,1)
Macken et al. (2004)	36,8 MF	30	9,41 (+3,3)*	1,98 (0)	0,210 (-2,8)
Macken et al. (2004)	42,9 MF	35	9,71 (+6,6)*	2,01 (+2)	0,207 (-4,2)
Farran et al. (2006)	32 ML	35	10,6 (+2,9)*	1,79 (+7,2)	0,168 (+4,3)
Farran et al. (2006)	27 ML	35	11,3 (+7,4)*	1,85 (+1,6)	0,164 (-2,4)
Farran et al. (2006)	21 ML	35	11,6 (+5,4)*	1,85 (+1,6)	0,160 (-3,6)

[1] ML = milho laminado, MF = milho floculado, SGMU = silagem de grãos de milho úmido, FUG = farelo úmido de glúten de milho; Valores entre parênteses: variação em relação ao controle em porcentagem; * = resultados que diferiram estatisticamente

Tabela 2 - Comparação da utilização de farelo seco de glúten de milho em relação aos grãos de milho em rações de bovinos em acabamento

Referência	% substituição do milho	Teor de FSG[1], em % da MS da ração	IMS, Kg/cab/dia	GPD, Kg/cab/dia	Eficiência, GPD/IMS
Ham et al. (1995)	85	70	13,37 (+15,6)*	1,51 (+4,1)	0,113 (-10,3)*
Firkins et al. (1985)	54	-	9,4	1,35 (+1,5)	0,143 (-14,4)*
Trenkle (1987)	56	-	9,8	1,42 (-2,2)	0,145 (-8,9)
Hannah et al. (1990)	100	60	12,1 (-4)	1,70 (-5,6)	0,139 (-2,8)
Green et al. (1987)	23	17,85	8,49 (-2)	1,38 (-4,2)*	0,164 (-1,8)

[1] FSG = farelo de glúten de milho. Valores entre parênteses: variação em relação ao controle em porcentagem

Tomando-se por base os dados de experimentos americanos realizados com a utilização do farelo de glúten de milho e apresentados nas Tabelas 1 e 2, pode-se concluir que este co-produto é um potencial substituto de fonte energética em rações para bovinos em terminação, onde há utilização de alta proporção de concentrado. Porém, o co-produto brasileiro tem apresentado, em média, maiores teores de FDN e menores teores de amido que o reportado nas tabelas do NRC (1996). Diante deste fato, existe a necessidade de avaliação do farelo de glúten de milho em condições brasileiras, substituindo fontes energéticas tipicamente utilizadas no Brasil (o milho e a polpa cítrica) para que se tenha maior segurança em seu emprego e desempenho animal proporcionado.

Referências

ASSIS, A.J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, A.L.R.; MENDES NETO, J.; MENDONÇA, S.S. ; SOARES, C.A. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação 3. Consumo e efeito do período de coleta sobre a digestibilidade dos nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SBZ, 2001.1 CD-ROM.

BAMPIDIS, V.; ROBINSON, P. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam,v. 128, p.175-217, 2005.

BERGER, L.L.; WILLMS, C.L. **Energy value of wet corn gluten feed in a restricted feeding program for feedlot cattle.** Urbana: University of Illinois, 1992. 3 p. (Beef Report).

BLASI, D.A.; DROUILLARD, J.; BROUK, M.J.; MONTGOMERY, S.P. **Corn gluten feed, composition and feeding velue for beef and dairy cattle.** Kansas State University, Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service, 2001. 14 p. (Bulletin, MF-2488).

CARVALHO, M.P. **Substituição do milho por co-produtos energéticos em dietas de bovinos à base de bagaço de cana tratado à pressão e vapor:** digestibilidade e parâmetros ruminais. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

CHESSON, A.; MONRO, J. Legume pectin substances and their degradation in the ovine rumen. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** London, v. 33, p. 852, 1982.

CORREA, C.E.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N.; LAUER, J.G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 85, n. 11, p. 3008-3012, 2002.

EZEQUIEL, J.M.B. Uso da polpa cítrica na alimentação animal. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001, Goiânia. Goiânia, 2001. p. 329-346.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba: Agrishow Agropecuária, 2000. 360 p.

FARRAN, T.B.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MACKEN, C.N.; LINDQUIST, R.U. Wet corn gluten feed and alfafa hay levels in dry-rolled corn finishing diets: effects of finishing performance and feedlot nitrogen mass balance. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 84, p. 1205-1214, 2006.

FEGEROS, K.; ZERVAS, G.; STAMOULI, S.; APOSTOLAKI, E. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 78, p. 1116-21, 1995.

FELLNER, V.; BELYEA, L. Maximizing gluten feed in corn silage diets for dairy cows. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 74, p. 996-1005, 1991.

FIRKINS, J.L.; BERGER, L.L.; FAHEY Jr., G.C. Evaluation of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 60, p. 847, 1985.

FRANCO, M. Milho: protagonista de peso. **DBO**, São Paulo, ano 27, n. 332, p. 54-62, jun. 2008.

GAMA, E.E.G.; SANTOS, M.X.; FERRÃO, R.G.; MEIRELES, W.F.; PACHECO, C.A.P.; PARENTONI, S.N.; GUIMARÃES, P.E.O. Potencial genético de um sintético de milho de grãos duros para formação de híbridos. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 615-619, 2003.

GREEN, D.A.; STOCK, R.A.; GOEDEKEN, F.K.; KLOPFENSTEIN, T.J. Energy value of corn wet milling by product feeds for finishing ruminants. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 65, p. 1655, 1987.

HAM, G.A.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; HUFFMAN, R.P. Determining the net energy value of wet and dry corn gluten feed in beef growning and finishing diets. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 73, p. 353-359, 1995.

HANNAH, S.M.; PATERSON, J.A. WILLIAMS, J.E.; KERLEY, M.S. Effects of corn vs corn glutem feed on site, extent and ruminal rate of forage digestion and on rate and efficience of gain. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 68, p. 2536-2545, 1990.

HARMON, D.L.; TAYLOR, C.C. Factors influencing assimilation of dietary starch in beef and dairy cattle. In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 2005, Tempe. **Proceedings…** Tempe: University of Arizona, 2005. p. 55-66.

HENTGES JR, J.F.; MORE, J.E.; PALMERA, A.Z.; CARPENTER, J.W. **Replacement value of dried citrus meal for corn meal in beef cattle diets.** Gainesville: Florida Agricultural Experimental Station, 1966. 22 p. (Bulletin, 708).

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; ALLEONI, G.F.; COUTINHO FILHO, J.L.V. Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 33, n. 2, p. 463-470, 2004.

HEROLD, D.; KLEMESRUD, M.; KLOPFENSTEIN,T.; MILTON, T.; STOCK, R. **Solvent-extracted germ meal, cron bran and steep liquor blends for finishing steers.** University of Nebraska, 1998. 50 p. (Beef Cattle Report, MP 69-A).

HOPKINS, B.A.; WHITLOW, L.W. **Recommendations for feeding selected by-product feeds to dairy cattle.** North Carolina State University, Cooperative Extension Service, 2002. (Bulletin, ANS01-205D).

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminats: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, p. 852-867, 1997.

HUSSEIN, H.S.; BERGER, L.L. Effects of feed intake and dietary level of wet corn gluten feed on feedlot performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of growning-finishing beef heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 3246-3252, 1995.

JOHNSON, L. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical process. A contemporary review. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 82, p. 2813-2825, 1999.

KREHBIEL, C.R.; STOCK, R.A.; HEROLD, D.W.; SHAIN, D.H.; HAM, G.A.; CARULLA, J.E. Feeding wet corn gluten feed to reduce subacute acidosis in cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 2931-2938, 1995.

MACKEN, C.N.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Effects of concentration of wet corn gluten feed in steam-flaked corn-basedfinishing diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, p. 2718-2723, 2004.

McCOY, R.A.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; SHAIN, D.H.; KLEMESRUD, M.J. Effect of energy source and escape protein on receiving and finishing performance and health of calves. **Journal Animal Science**, Albany, v. 76, p. 1488-1498, 1998.

MENEZES JR., M.P.; SANTOS, F.A.P.; GUIDI, M.T.; PIRES, A.V.; RIBEIRO, C.V.M. Efeito do processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa cítrica peletizada sobre a digestibilidade de nutrientes de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p. 429.

MONTGOMERY, S.P.; DROUILLARD, J.S.; TITGEMEYER, E.C.; SINDT, J.J.; FARRAN, T.B.; PIKE, J.N.; COETZER, C.M.; TRATER, A.M.; HIGGINS, J.J. Effectes of wet corn gluten feed and intake level on digestibility and ruminal passage rate in steers. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 82, p. 3526-3536, 2004.

MONTGOMERY, S.P.; DROUILLARD, J.S.; SINDT, J.J.; FARRAN, T.B.; PIKE, J.N.; TRATER, A.M.; COETZER, C.M.; LaBRUNE, H.J.; HUNTER, R.D.; STOCK, R.A. Combinations of alfafa hay and wet corn gluten feed in limit-fed growning diets for beef cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 81, p. 1671-1680, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle.** 7th ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242 p.

NOCEK, J.E. Bovine acidosis: implications on laminitis. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 80, p.1005–1028, 1997.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, CCA, DZO, 2001. p.127-145.

OWENS, F.N.; ZINN, R.A**.** Corn grain for cattle: influence of processing on site and extent of digestion. In: SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2005. **Proceedings…** p. 86-112.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GRILL, D.R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 75, p. 868-979, 1997.

PEREIRA, E.P.; SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.M.; COSTA, D.F.A.; IMAIZUMI, H.; BITTAR, C.M.M. Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 216-224, 2007.

PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 81, p. 2178-2184, 1998.

PHILIPPEAU, C.; Le DESCHAULT de, M.F.; MICHALET-DOREAU, B. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. **Journal of Animal Science**, v. 77. p. 238-243, 1999.

PIZON, F.J.; WING, J.M. Effects of citrus pulp in high urea rations for steers**. Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 59, p. 1100, 1976.

RICHARDS, C.J.; SWANSON, K.C.; PATON, S.J.; HARMON, D. L.; HUNTINGTON, G. B. Pancreatic exocrine secretion in steers infused postruminally with casein and corn starch. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 1051-1056, 2003.

ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L**.** Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 63, p. 1607-1623, 1986.

SAMPAIO, A.A.M.; ANDRADE, P.; OLIVEIRA, M.S. Uso de rações com diferentes níveis de proteína e fontes de energia na alimentação de bovinos confinados. Fase II. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 13, n. 4, p. 528-533, 1984.

SANTOS, F.A.P.; MOSCARDINI, M.C. Substituição de fontes de amido por subprodutos ricos em pectina ou fibra de alta digestibilidade na ração de bovinos confinados. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 3., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Grupo Nutrir, 2007. p. 35-52.

SANTOS, F.A.P.; PEREIRA, E.M.; PEDROSO, A.M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE**,** 5., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 262-297.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.; MARTINEZ, J.C.; PENATI, M.A. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 262-297.

SCHALCH, F.J.; SCHALCH, E.; ZANETTI, M. A.; BRISOLA, M. L. Substituição do milho grão moído pela polpa cítrica na desmama precoce de bezerros leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 30, n. 1, p. 280-285, 2001.

SCHRAGE, M.P.; WOODY, H.D.; YOUNG, A.W. Net energy of ensiled wet corn gluten feed in corn silage diets for finishing steers. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 69, p. 2204-2210, 1991.

SCOTT, T.L.; MILTON, C.T.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 3182-3190, 2003.

SINDT, J.J.; DROUILLARD, J.S.; TITGEMEYER, E.C.; MONTGOMERY, S.P.; COETZER, C.M.; FARRAN, T.B.; PIKE, J.N.; HIGGINS, J.J.; ETHINGTON, R.T. Wet corn gluten feed and alfafa hay combinations in steam-flaked corn finishing cattle diets. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 81, p. 3121-3129, 2003.

SINDT, J.J.; DROUILLARD, J.S.; THIPPAREDDI, H.; PHEBUS, R.K.; LAMBERT, D.L.; MONTGOMERY, S.P.; FARRAN, T.B.; LaBRUNE, H.J.; HIGGINS, J.J.; ETHINGTON, R.T. Evaluation of finishing performance, carcass characteristics, acid-resistant E. coli and total coliforms from steers fed combinations of wet corn gluten feed and steam flaked corn. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 80, p. 3328-3335, 2002.

SOWINSKI, P.; RUDZINSKA-LANGWALD, A.; DALBIAK, A.; SOWINSKA. Assimilateexport from leaves of chilling-treated seedlings of maize. The path to vein. **Plant Physiological Biochemistry**, Warszawa, v. 39, p. 881-889, 2001.

SNIFFEN, C.J. Balancing rations for carbohydrates for dairy cattle. In: FEED DEALER SEMINARS, 1988, Cornell. **Proceedings...** Cornell: Cornell Cooperative Extension, 1988. v. 112, p. 9-19.

SUDWEEKS, E.M.; MCCULLOUGH, M.E.; SISK, L.R.; LAW, S.E. Effects of concentrate type and level of forage type on chewing time of steers. **Journal Animal Science,** Albany, v. 41, p. 219-224, 1975.

THEURER, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 63, p. 1649-1662, 1986.

TRENKLE, A.H. **Use of wet corn gluten feed in no roughage diets for finishing cattle.** Ames: Iowa State University, Animal Science, 1987. 65 p.(Leaflet, R442)

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for raçãory fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 74, p. 3583-3596, 1991.

VIJCHULATA, P.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B.; POTTER, S.G.; PALMER, A.Z.; BECKER, H.N. Effect of dried citrus pulp and cage layer manure in combination with monensin on performance and tissue mineral composition in finishing steers. **Journal Animal Science,** Albany, v. 50, n. 6, p. 1022-1030, 1980.

WHITHAM, N.G.; DROIULLARD, J. S.; BLASI, D. A.; TITGEMEYER, E. C.; COETZER, C. M.; HUNTER, R. D. Evaluating corn and corn gluten feed in growing cattle diets as a replacement for roughage. **Cattlemen's Day,** p. 102-105, 1999.

WING, J.M. **Citrus feedstuffs for dairy cattle.** Gainesville: University of Florida, Agricultural Experiment Stations, 1982. 25 p. (Bulletin, 829).

ZINN, R.A.; OWENS, F.N.; WARE, R.A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance on feedlot cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 80, p. 1145-1156, 2002.

3 SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO MILHO MOÍDO FINO OU DA POLPA CÍTRICA POR FARELO ÚMIDO DE GLÚTEN DE MILHO EM RAÇÕES DE BOVINOS CRUZADOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO

Resumo

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, localizado no município de Piracicaba/SP, com o objetivo de comparar o milho moído fino com a polpa cítrica e suas substituições parciais por polpa cítrica e farelo de glúten de milho. Foram utilizados 88 bovinos machos não castrados, provenientes de cruzamento industrial, com peso inicial médio de 407 kg e 18 meses de idade, já adaptados à ração com alto teor de concentrado. As rações experimentais continham 12% de volumoso, constituído de bagaço de cana *in natura* e 88% de concentrado. Os tratamentos testados foram: (1) milho moído fino (M); (2) substituição parcial do milho moído fino por farelo úmido de glúten de milho (MFUG); (3) polpa cítrica (P); (4) substituição parcial da polpa cítrica por farelo úmido de glúten de milho (PFUG). As rações foram formuladas para serem isoprotéicas. O fornecimento foi realizado uma vez ao dia, admitindo-se sobras de no máximo 3%. O delineamento utilizado foi o de blocos completos aleatorizados, com arranjo fatorial 2x2 (milho ou polpa cítrica como fontes energéticas, com dois níveis de inclusão de farelo de glúten de milho). A IMS (8,7; 9,1; 8,5 e 8,4 $kg.dia^{-1}$), o GPD (1,19; 1,24; 1,09 e 1,27 $kg.cab^{-1}$) e a EA (0,135; 0,136; 0,129 e 0,151) dos tratamentos M, MFUG, P e PFUG não foram diferentes ($P>0,05$). Houve interação entre a polpa cítrica e o farelo de glúten de milho, resultando em ELm e ELg maiores que para os demais tratamentos ($P<0,05$). Os valores observados de energia para a ração com milho (M) foram menores que os preditos pela equação de Weiss et al. (1992). Para as rações com co-produtos, os valores observados foram iguais ou maiores que os preditos. De modo geral, os valores de energia estimados pela equação de Weiss (1993) e os valores tabulares do NRC (1996) para a polpa cítrica e para o farelo de glúten, são subestimados em relação ao milho *flint* utilizado no presente estudo.

Palavras-chave: Co-produtos; Polpa cítrica; Farelo de glúten de milho; Bovinos em terminação; Desempenho animal; Valor energético

Abstract

The experiment was conducted at ESALQ/USP Animal Science Department in Piracicaba/SP. The objective was to evaluate the substitution of citrus pulp and corn gluten feed for fine ground corn in crossbred feedlot finishing diets. Eighty-eight crossbred bulls with 407 kg and 18 months were used. The experimental diets had 12% forage, the sugarcane bagass, and 88% concentrate. The treatments were: (1) fine ground corn (M); (2) fine ground corn and wet corn gluten feed (MFUG); (3) citrus pulp pellets (P); (4) citrus pulp pellets and wet corn gluten feed (PFUG). The diets had the same protein levels. Animals were fed once a day, and the bunk management strategy was designed to allow up to 3% orts. Bulls were separated by body weight in 24 pens on a randomized complete blocks design, arranged factorially. The pen was the

experimental unit. Animals didn't need adaptation to the diets because they had been fed with high concentrate diets previously. Dry matter intake (8.7; 9.1; 8.5 and 8.4 kg), average daily gain (1.19; 1.24; 1.09 and 1.27 kg cab^{-1}) and gain to fedd ratio (0.135; 0.136; 0.129 and 0.151) did not differ among treatments (P>0.05). Nem (1.83; 1.82 and 2.0 Mcal) and NEg (1.20; 1.18 and 1.34 Mcal) of by-products diets (MFUG; P and PFUG) were not lower (P<0.05) than the corn based diet (M; 1.84 and 1.21 Mcal). The citrus pulp and corn gluten feed interaction (PFUG) increased (P<0.05) NEm and NEg when compared with other treatments. NE of treatment M was lower than predicted by Weiss et al. (1992) equation. For by-product based diets, NE observed was higher than predicted values. NEg values for citrus pulp and corn gluten feed estimated by Weiss (1993) equation and the NRC (1996) values are under estimated when compared with Brazilian corn (*flint*) energy values.

Keywords: By-products; Citrus pulp; Corn gluten feed; Finishing cattle; Animal performance; Energy value

3.1 Introdução

O fornecimento de co-produtos a animais domésticos é prática antiga. As principais razões pelas quais os co-produtos são utilizados como alternativa aos grãos de cereais são a redução do custo da ração e a diminuição da dependência de grãos que podem ser consumidos por humanos (BAMPIDIS; ROBINSON, 2005).

Dentre os co-produtos utilizados freqüentemente no Brasil está a polpa cítrica. Ela é obtida a partir da extração do suco de laranja e é composta de casca, sementes e bagaço (FEGEROS et al., 1995; WING, 1982). A polpa apresenta alto teor de pectina em sua composição. De forma geral, os co-produtos ricos em pectina possuem bom potencial para serem utilizados na alimentação de ruminantes por apresentarem alta densidade energética. Associado a isso, apresentam fermentação ruminal sem a produção de ácido lático, ajudando a manter um ambiente ruminal favorável à degradação de fibras quando comparados ao milho, que é rico em amido (WING, 1975; VAN SOEST, 1982; FEGEROS et al., 1995). A pectina, apesar de ser um carboidrato estrutural, se comporta como não-estrutural, sendo sua degradação rápida e extensa no rúmen, porém com formação de ácidos graxos de cadeia curta, típicos da fermentação de volumosos (HENRIQUE et al., 2003). Outro fator decisivo é a redução de custos, pois o preço do co-produto nas regiões produtoras de suco tem historicamente sido inferior ao do grão de milho, alimento energético padrão para a formulação de rações para ruminantes.

Já o farelo de glúten de milho é um co-produto originado da extração úmida do amido de milho e produção de adoçantes. É uma combinação da casca do milho com o licor de maceração, por vezes acrescido de farelo de gérmen de milho (BLASI et al., 2001). Pode ser encontrado na forma seca, com 8 a 10% de umidade, ou na forma úmida, com 60% de umidade aproximadamente.

O farelo de glúten de milho pode ser utilizado com sucesso na alimentação de gado de corte ou leiteiro, por apresentar quantidades significativas de energia, proteína bruta, fibra de alta digestibilidade e minerais (BLASI et al., 2001). A inclusão de farelo de glúten de milho no lugar do milho em rações de terminação substitui o amido da ração por fibra altamente digestível (STOCK et al., 2000) bem como promove a diminuição da incidência de acidose nos animais (KREHBIEL et al., 1995). Alguns autores (GREEN et al., 1987; HAM et al., 1995; HUSSEIN; BERGER, 1995) demonstraram que o farelo de glúten de milho possui de 90 a 100% do valor energético do milho laminado e milho ensilado com alta umidade quando utilizado para substituir parte do concentrado em rações de terminação. Seu valor também depende da quantidade de volumoso utilizada na ração (HAM et al., 1995).

Vários pesquisadores americanos (FIRKINS et al., 1985; GREEN et al., 1987; HUSSEIN; BERGER, 1995; STOCK et al., 2000; MONTGOMERY et al., 2003, entre outros) relataram melhoria no desempenho de bovinos quando o farelo de glúten de milho foi utilizado em substituição ao milho. Porém o co-produto brasileiro pode se apresentar diferente do americano no que diz respeito à composição, e conseqüentemente pode gerar resultados diferentes, quando utilizados com ingredientes e animais típicos do Brasil. Importante também é o fato do milho utilizado no Brasil ser na sua quase totalidade do tipo duro ou *flint*. De acordo com Correa et al. (2002), o milho do tipo duro ou *flint* apresenta menor digestibilidade do amido que o milho dentado normalmente utilizado na América do Norte. Teoricamente o milho *flint* deve apresentar menor valor energético que o dentado.

Sabendo que a energia é o nutriente que mais limita o desempenho de ruminantes, estimativas acuradas de disponibilidade de energia dos alimentos são necessárias para formular rações e avaliar o valor nutricional e econômico dos alimentos (RIBEIRO et al., 2002).

Não foram encontrados trabalhos na literatura sobre a interação da polpa cítrica e o farelo de glúten de milho quando estes co-produtos são utilizados para substituir o milho em rações de bovinos em terminação recebendo altos teores de concentrado.

Com isso, os objetivos deste experimento foram avaliar a substituição parcial ou total do milho moído fino pelos co-produtos farelo úmido de glúten de milho e polpa cítrica no: 1) desempenho de bovinos de corte em terminação (ganho de peso, ingestão de matéria seca e eficiência alimentar); 2) determinação da energia líquida das rações e a energia metabolizável do milho moído fino.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Animais e instalações experimentais

O experimento foi conduzido nas instalações do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. Foram utilizados 88 machos não castrados provenientes do cruzamento entre touro Braunvieh e matrizes F1 Angus x Nelore, com peso médio inicial de 407 kg e 18 meses de idade. Os animais foram alojados em 24 baias (4x8m) cobertas, com piso de concreto durante 57 dias de experimento.

Figura 1 – Animais utilizados no experimento, provenientes de cruzamento entre touro Braunvieh e matrizes F1 Angus x Nelore

Os animais receberam dose de vermífugo (abamectina como princípio ativo) e de complexo vitamínico ADE no dia 0 do período experimental.

3.2.2 Tratamentos

As rações experimentais continham em sua composição 12% de bagaço de cana *in natura* (BIN) e 88% de concentrado, constituído de farelo de algodão, uréia e mineral, além das fontes energéticas testadas, (1) milho moído fino (**M**); (2) substituição parcial do milho moído fino por farelo úmido de glúten de milho (**MFUG**), nome comercial Refinazil®; (3) substituição total do milho moído fino por polpa cítrica (**P**); (4) substituição total do milho moído fino por polpa cítrica e farelo úmido de glúten de milho (**PFUG**), Tabela 3.

Tabela 3 - Composição das rações experimentais

	Tratamentos [1]			
	M	MFUG	P	PFUG
Ingredientes, % da MS				
Bagaço de cana "in natura"	12,00	12,00	12,00	12,00
Milho	79,00	56,00	-	-
Polpa cítrica	-	-	79,40	56,10
Farelo úmido de glúten de milho	-	30,00	-	30,00
Farelo de algodão	5,00	-	5,00	-
Mineral [2]	3,00	2,00	1,80	1,30
Uréia	1,00	-	1,80	0,60
Composição com base na análise de ingredientes [3]				
MS (%) [4]	86,7	71,8	85,8	71,2
MM (% da MS) [4]	5,5	5,2	7,5	6,8
FDN (% da MS) [4]	22,2	33,5	32,5	40,8
FDA (% da MS) [4]	12,7	14,7	15,5	16,7
Lignina (% da MS) [4]	2,0	1,8	3,3	2,7
EE (% da MS) [4]	4,2	3,4	2,2	1,9
PB (% da MS) [4]	12,9	11,8	13,1	12,0
Amido (% da MS) [4]	54,5	40,3	10,5	9,2
FDNe (kg/d) [5]	1,06	1,57	1,66	2,00
EL manutenção (Mcal/kg) [6]	2,15	2,05	1,80	1,79
EL ganho (Mcal/kg) [6]	1,28	1,20	1,01	1,00
NDT (% da MS) [7]	79	76	69	69

[1] Tratamentos: M = milho; MFUG = milho e farelo úmido de glúten de milho; P = polpa cítrica; PFUG = polpa cítrica e farelo úmido de glúten de milho

[2] Núcleos minerais distintos para cada tratamento. Composição do mineral do tratamento M: 4,5% Ca, 3% P, 6%S, 2% Mg, 7% Na, 1,37ppm Co, 700ppm Cu, 45 ppmI, 10ppm Se, 3200ppm Zn, 1200ppm Mn, 660ppm monensina sódica. Mineral do tratameno MFG: 32,5% Ca, 4% Na, 800ppm Cu, 1,37ppm Co, 45ppm I, 8ppm Se, 2300ppm Zn, 1000ppm Mn, 1000ppm monensina sódica. Mineral do tratamento P: 24,2% Ca, 6% P, 7,5% S, 4% Na, 550ppm Cu, 1,37ppm Co, 45ppm I, 10ppm Se, 2800ppm Zn, 1200ppm Mn, 1110ppm monensina sódica. Mineral do tratamento PFG: 35,4% Ca, 1% Na, 880ppm Cu, 2,2ppm Co, 72ppm I, 13ppm Se, 2400ppm Zn, 1600ppm Mn, 1540ppm monensina sódica.

[3] MS = matéria seca; MM = matéria mineral; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta; FDNe = fibra insolúvel em detergente neutro efetiva; EL = energia líquida; NDT = nutrientes digestíveis totais.

[4] Valores obtidos com base no resultado das análises bromatológicas dos ingredientes

[5] Valores estimados pelo NRC (1996) nível 1

[6] Valores estimados pelo NRC (1996) nível 1, com base no NDT estimado por Weiss et al. (1992).

[7] Valores estimados por Weiss et al. (1992), com base no resultado das análises bromatológicas dos ingredientes

As rações foram formuladas para serem isoprotéicas e atenderem às exigências de proteína degradável no rúmen e proteína metabolizável dos animais, de acordo com o NRC (1996) nível 1. Para isso foram realizadas análises bromatológicas dos ingredientes antes do início do período experimental. Foi tomada uma amostra única da partida de milho, polpa cítrica e farelo de algodão. O farelo de glúten de milho (Refinazil®) foi recebido em 7 partidas diferentes no espaço de 5 dias, e foi ensilado em silo trincheira. As partidas foram amostradas e analisadas e a composição bromatológica média foi utilizada na formulação das rações.

Para cada tratamento foi formulado um núcleo mineral específico, levando-se em consideração a composição mineral dos ingredientes e as exigências dos animais do experimento.

3.2.3 Fornecimento das rações e pesagem dos animais

Durante a fase de crescimento, que antecedeu o período experimental, os animais foram alimentados com rações com teores altos de concentrado, não necessitando a adaptação a este tipo de ração.

As rações totais foram misturadas diariamente em vagão misturador (marca Siltomac®) equipado com balança eletrônica e ofertadas uma vez ao dia, sendo admitidas sobras diárias de no máximo 3%. As sobras foram colhidas e pesadas a cada cinco dias, permitindo o cálculo do consumo efetivo por baia.

Os animais foram pesados no início do período experimental e a cada 28 dias, após jejum alimentar de 16 horas imediatamente antes de cada pesagem. Através do GPD e IMS foi calculada a eficiência alimentar dos tratamentos (GPD/IMS)

3.2.4 Colheita de amostras e análises laboratoriais

Amostras do volumoso utilizado e do farelo úmido de glúten de milho foram colhidas semanalmente para determinação de matéria seca (estufa de ventilação forçada a 55ºC por 72 horas) com a finalidade de ajustar as quantidades de matéria original de cada ingrediente na ração.

Todos os ingredientes das rações foram amostrados semanalmente, secos em estufa com ventilação forçada (55°C) por 72 horas (SILVA; QUEIROZ, 2002) e moídas em moinhos tipo "Wiley" providos de peneiras com malha de 1,0 mm. As amostras foram compostas em amostras únicas de cada ingrediente para posteriores análises bromatológicas.

As amostras foram analisadas para matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO), cinzas (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) de acordo com A.O.A.C. (1990), fibra em detergente neutro (FDN) com a utilização do aparelho ANKON Fiber Analyzer (ANKON® Technology Corp.), conforme descrito por Holden (1999), com adição de sulfito de sódio e amilase termoestável ao início da análise, e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com o método de Van Soest et al. (1991), lignina por Van Soest (1973) e amido por Knudsen (1997).

Foi realizada a mensuração da granulometria do milho segundo Yu et al. (1998). O milho utilizado nas rações foi moído finamente, resultando em tamanho médio de partícula de 1,04 mm.

3.2.5 Cálculo da energia líquida das rações e energia metabolizável do milho moído fino

Os cálculos dos valores observados de energia líquida foram feitos com base nos dados de GPD e IMS (dados médios das baias) obtidos no experimento, utilizando-se a metodologia proposta por Zinn e Shen (1998). Os valores observados de energia líquida foram comparados com os valores preditos de acordo com as fórmulas do NRC (1996), nível 1, utilizando valores de NDT dos ingredientes que foram calculados segundo Weiss et al. (1992).

Foram calculadas as exigências de energia para ganho (E_g) e para manutenção (E_m) dos animais através das fórmulas 1 e 2, utilizando os valores de GPD (kg/dia) e peso metabólico (kg) dos animais durante o período experimental. A partir destes valores, calculou-se a energia líquida das rações (Mcal/kg de MS) para ganho (EL_g) e manutenção (EL_m), através das fórmulas 3 e 4.

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

(2) $E_m = 0{,}077\ PV^{0,75}$; (LOFGREEN; GARRETT, 1968 apud ZINN; SHEN, 1998)

(3) $EL_m = (- b - ((b^2) - (4ac))^{0,5}))/(2a)$; (ZINN; SHEN, 1998)

$a = -0{,}877\ IMS$

$b = 0{,}877\ E_m + 0{,}41\ IMS + E_g$

$c = -0{,}41\ E_m$

(4) $EL_g = 0,877\ EL_m - 0,41$; (ZINN; SHEN, 1998)

Onde, E_g = exigência em energia para ganho (Mcal/dia)

E_m = exigência em energia para manutenção (Mcal/dia)

EL_m = energia líquida de manutenção (Mcal/kg de MS)

EL_g = energia líquida de ganho (Mcal/kg de MS)

Para o cálculo da energia metabolizável do milho moído fino (EM_{MMF}), foi utilizado o método de substituição proposto por Zinn et al. (2002).

Este método só pode ser utilizado quando há alteração somente da fonte energética testada, no caso o milho. Com isso permite-se comparar a energia metabolizável (EM) do ingrediente testado (milho) com o ingrediente controle (polpa cítrica). Neste experimento o ingrediente testado foi o milho. A polpa cítrica foi utilizada como ingrediente controle, uma vez que, de acordo com Pereira et al. (2007), os valores observados de energia nas rações com este co-produto foram muito próximos aos valores preditos, enquanto os valores para o milho moído fino foram inferiores aos preditos. A ração testada foi o tratamento M enquanto que a ração controle foi a P. A EM calculada da polpa cítrica foi de 2,73 Mcal/kg de MS, calculada com base no NDT obtido para este ingrediente, de acordo com fórmula proposta no NRC (1996). Para o cálculo por diferença da EM do milho foram utilizadas as seguintes fórmulas:

(5) $EM_{ração} = (EL_m + 0,696)/0,91$; (NRC, 1996)

(6) EM_{MMF} = [(EM ração testada – EM ração controle)/% milho na ração] + EM_{PC}; (ZINN et al., 2002)

Onde $EM_{ração}$ é a energia metabolizável da ração; EM_{MMF} é a energia metabolizável do milho moído fino e EM_{PC} é a energia metabolizável da polpa cítrica.

3.2.6 Análise estatística

Os dados de desempenho animal e de energia líquida das rações foram analisados adotando-se blocos completos aleatorizados como delineamento, com arranjo fatorial 2 x 2 (milho e polpa cítrica como fontes energéticas, com dois níveis de inclusão de FUG), em que os

animais foram distribuídos de acordo com o peso inicial. A baia foi utilizada como unidade experimental para todos os parâmetros avaliados.

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento *Mixed* do pacote estatístico SAS (1999), versão 9.2 para Windows. Utilizou-se o método dos quadrados mínimos para obtenção das médias dos tratamentos, considerando-se o nível de 5% para a probabilidade. Os efeitos fixos avaliados, incluindo-se os blocos, foram a fonte energética (milho ou polpa cítrica), a inclusão ou não de farelo úmido de glúten de milho e a interação entre fonte e farelo úmido de glúten de milho.

As médias dos tratamentos foram comparadas para detecção de diferença entre as fontes energéticas e a ausência ou presença de farelo de glúten de milho, que substituiu parte da fonte energética das rações.

Os dados foram testados para se verificar a distribuição normal dos erros, utilizando-se o procedimento UNIVARIADO (SAS, 1999).

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Composição química dos ingredientes

Os dados referentes à análise bromatológica de cada uma das sete partidas de farelo úmido de glúten de milho (FUG) (Refinazil®) estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição bromatológica de sete partidas de farelo úmido de glúten de milho

Item [1]	Partidas de FUG [2]							
	A	B	C	D	E	F	G	Média
MS, %	38,82	36,98	40,91	39,31	41,57	39,08	35,57	38,89
PB, % da MS	22,62	24,56	25,50	27,65	24,51	27,01	21,61	24,78
EE, % da MS	1,78	1,71	1,97	1,51	1,41	1,28	1,55	1,60
MM, % da MS	5,16	5,43	5,77	6,80	6,20	6,88	5,07	5,90
FDA, % da MS	15,65	14,55	13,91	13,22	12,75	11,82	15,30	13,89
FDN, % da MS	49,44	44,75	43,17	44,48	40,83	39,13	53,68	45,07
Celulose, % da MS	13,97	12,68	12,65	12,03	11,47	10,57	14,01	12,48
Lignina, % da MS	1,68	1,87	1,26	1,19	1,28	1,25	1,29	1,40

[1] MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro.
[2] Amostragem de cada caminhão descarregado para constituição do silo tipo trincheira

A composição bromatológica das diferentes partidas de FUG apresentou grande variação, principalmente quanto aos teores de PB e FDN (variação de 21,61 a 27,65% e de 39,13 a 53,68%, respectivamente). O FUG é obtido através da moagem úmida do milho, composto principalmente de casca e licor de maceração. Na casca encontra-se a maior proporção de fibras, enquanto que no licor está presente a PB do produto. A variabilidade na sua composição nutricional é afetada pela taxa de inclusão de licor na casca do milho (STOCK et al., 2000). Além disso, pode haver adição de resíduos de destilaria, farelo de gérmen e milho quebrado, bem como produtos finais de fermentação microbiana, modificando assim sua composição. A PB pode variar de 17 a 54% (DiCONSTANZO et al., 1986 apud BLASI et al., 2001; MACLEOD et al., 1985 apud BLASI et al., 2001), a FDN de 26 a 54% (KRISHNAMOORTHY et al., 1982 apud BLASI et al., 2001; DiCONSTANZO et al., 1986 apud BLASI et al., 2001) e o EE de 1 a 7% (PHELPS, 1988 apud por BLASI et al., 2001).

Os dados médios de composição bromatológica dos ingredientes utilizados para compor as rações experimentais estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Composição bromatológica dos ingredientes

Item [1]	Milho moído fino	Farelo de algodão	Polpa cítrica	Farelo úmido de glúten de milho	Bagaço de cana
MS, %	96,55	97,30	96,41	39,75	67,94
MM, % da MS	1,79	6,20	5,79	4,76	6,76
FDN, % da MS	13,29	28,28	26,21	52,64	85,55
FDA, % da MS	6,14	16,37	9,57	14,22	58,74
Lignina, % da MS	0,75	6,88	2,36	1,21	8,87
EE, % da MS	5,26	1,38	2,65	1,47	0,10
PB, % da MS	9,40	45,00	6,60	20,70	3,00
Amido, % da MS	68,80	2,90	13,10	6,00	NA
NDT [2], % da MS	89,10	67,50	75,60	70,70	44,30

[1] MS = matéria seca; MM = matéria mineral; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta;
[2] Nutrientes digestíveis totais, calculado segundo metodologia de Weiss et al. (1992); NA: não avaliado

Comparando-se a composição bromatológica do FUG amostrado durante o decorrer do experimento (Tabela 5) com o co-produto amostrado na chegada (Tabela 4) antes de seu armazenamento, observa-se que há diferenças significativas na composição bromatológica, tendo o ingrediente perdido qualidade ao longo do tempo. Houve redução significativa no teor de PB e aumento no teor de FDN. Uma das possíveis explicações para este acontecimento estaria na forma de armazenamento.

O FUG foi armazenado em silo do tipo trincheira. Houve oportunidade de compactar a massa referente às duas primeiras descargas de produto, porém esta compactação ficou impraticável nas descargas subseqüentes, de forma que o material se acomodou com o próprio peso. Apesar da aplicação de benzoato de sódio na concentração de 0,1% da matéria natural na superfície do silo para retardar o crescimento de microrganismos indesejáveis seguida de vedação do silo, houve perda considerável de características do produto, sendo possível a visualização de perdas no painel da silagem através da mudança da cor amarela característica para cor marrom (Figura 2).

Figura 2 - Painel da silagem de farelo úmido de glúten de milho apresentando colorações diferentes

Foram retiradas duas amostras do painel, levando-se em consideração a diferença de coloração apresentada. Destas duas amostras foram realizadas análises de MS, PB, nitrogênio total e nitrogênio amoniacal, apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados analíticos de amostras do painel de farelo úmido de glúten de milho (FUG), levando-se em consideração diferenças visuais no produto, em porcentagem da MS

	FUG claro	FUG escurecido
Matéria Seca	39,85	45,21
Proteína Bruta	22,83	20,82
Nitrogênio Total	3,65	3,33
Nitrogênio Amoniacal	0,26	0,24

A composição das duas amostras mostrou-se diferente, principalmente em relação aos teores de MS e PB, comprovando que havia diferenças no painel. Provavelmente o licor migrou para as camadas inferiores (de coloração amarela) e, com ele, a PB do material, explicando os

resultados obtidos de MS e PB. Esta ocorrência também poderia explicar a diferença de composição do farelo de glúten de milho antes do armazenamento daquele que foi utilizado no experimento. Notou-se a presença de efluentes no silo, que provavelmente carregou parte da proteína, concentrando assim a proporção de fibra do produto. Embora haja diferenças na coloração do produto no painel, esta pode não necessariamente indicar deterioração devido à ação de microrganismos. Segundo Blasi et al. (2001), o co-produto pode variar em cor de dourado a marrom. O produto mais claro é preferido uma vez que o escurecimento pode indicar dano causado por calor durante o processo de secagem.

As rações foram formuladas para serem isoprotéicas e adequadas em PDR (proteína degradável no rúmen) e PM (proteína metabolizável) com base nos valores de composição dos ingredientes amostrados antes do início do período experimental. A perda de proteína no FUG ao longo do período experimental resultou em menores teores de proteína bruta nas rações com este co-produto, além de balanço negativo de PDR nessas rações.

Outro ponto importante é o teor de amido que o farelo de glúten de milho apresenta. De acordo com Blasi et al. (2001), o co-produto americano possui em sua composição 26% de amido na sua forma úmida e 18% na sua forma seca, em média. O produto utilizado no presente estudo, denominado comercialmente como Refinazil®, proveniente da empresa Corn Products do Brasil, apresentou apenas 6% de amido em função da alta eficiência de extração de amido nessa empresa. Devido a esta menor concentração de amido em sua composição é de se esperar que o produto brasileiro tenha valor energético inferior ao do americano.

O NDT dos ingredientes foi obtido através de metodologia de Weiss et al. (1992), utilizando os valores das análises bromatológicas, com exceção do N-FDN e N-FDA dos ingredientes, para os quais foram adotados os valores tabulares do NRC (1996). O valor estimado de NDT para o milho moído foi de 89,10%, próximo ao valor tabular do NRC (1996), que é de 88%. Por se tratar de milho do tipo *flint*, cujo amido é menos digestível que o milho dentado americano, esperava-se que o valor energético do primeiro fosse inferior aos valores tabulares do NRC (1996). Isso se explica pelo fato da fórmula de Weiss et al. (1992) não considerar diferenças na digestão do amido entre milho *flint* e dentado. O NDT estimado para a polpa cítrica foi de 75,6%, resultado próximo ao encontrado por Pereira et al. (2007), que foi de 76,62%.

Para o FUG, o valor estimado de NDT (70,7%) foi inferior ao valor (90%) relatado por Blasi et al. (2001), e ao valor tabular do NRC (1996) que é de 80%.

3.3.2 Desempenho animal

Na Tabela **7** estão apresentados os dados referentes à ingestão de matéria seca (IMS), ganho de peso diário (GPD) e eficiência alimentar (EA) dos bovinos para os tratamentos testados.

Tabela 7 - Desempenho de bovinos cruzados em terminação alimentados com rações contendo polpa cítrica e FUG em substituição total ou parcial ao milho moído fino

Item	Tratamentos[1]				EPM[2]	Fonte Energética[3]	FUG[4]	Fonte* FUG[5]
	M	MFUG	P	PFUG				
No. Bovinos	22	22	22	22				
Peso inicial, kg	409,9	409,6	409,5	410,1				
Peso final, kg	477	480,2	471,3	482,2	4,78	0,71	0,16	0,44
IMS, kg/d	8,7	9,1	8,5	8,4	0,24	0,05	0,46	0,34
GPD, kg/d	1,19	1,24	1,09	1,27	0,083	0,68	0,17	0,44
EA, GPD/IMS	0,135	0,136	0,129	0,151	0,007	0,54	0,11	0,10

[1] M = milho; MFUG = milho e farelo úmido de glúten de milho; P = polpa cítrica; PFUG = polpa cítrica e farelo úmido de glúten de milho
[2] Erro padrão da média
[3] Efeito da fonte energética (milho ou polpa cítrica)
[4] Efeito do farelo de glúten de milho (ausência ou presença)
[5] Efeito da interação entre fonte de energia e FUG

A IMS foi maior (P<0,05) nas rações contendo milho em comparação com polpa cítrica. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Pereira et al. (2007), onde a polpa cítrica substituiu 100% do milho moído fino na ração de bovinos confinados. A explicação para tal resultado pode ser o efeito da associação da alta capacidade de hidratação da polpa que pode impactar na ingestão da ração total (BAMPIDIS e ROBINSON, 2005), do alto teor de cálcio da polpa que pode diminuir a IMS (NRC, 2001) e do alto teor de FDN destas rações.

Entretanto, Henrique et al. (2004), Prado et al. (2000), Vijchulata et al. (1980) e Ramalho (comunicação pessoal) não observaram redução na IMS quando a polpa cítrica substituiu parcial ou totalmente o milho em rações para bovinos em terminação. Por outro lado, Sampaio et al. (1984) observaram maior consumo em bovinos alimentados com rações com 60% de concentrado quando a polpa cítrica substituiu totalmente o milho.

As IMS obtidas para os tratamentos M, MFUG, P, e PFUG foram inferiores (95,6; 97,4; 87,0 e 85,1%) aos valores preditos pelo NRC (1996) nível 1. As diferenças maiores para as rações com polpa cítrica podem ser explicadas pelo menor valor estimado de energia dessas rações pela metodologia de Weiss et al. (1992) que os valores observados no presente estudo. A fórmula adotada pelo NRC (1996) para a predição de IMS é sensível ao teor de energia da ração, sendo que a sua redução resulta em maior predição de IMS.

Apesar da redução na IMS, não houve diferença no GPD e na EA quando a polpa cítrica substituiu o milho, em combinação ou não com o FUG. No trabalho de Pereira et al. (2007), a substituição total de milho por polpa cítrica reduziu a IMS e o GPD, mas não a EA de tourinhos confinados com rações contendo 30% de silagem de cana e 70% de concentrado. Esses autores observaram melhor desempenho dos animais quando alimentados com rações com 50% de substituição do milho por polpa que nas rações contendo apenas milho. Henrique et al. (2004) avaliaram a substituição do milho moído por polpa cítrica (0, 38, 62 e 86%) em rações com 80% de concentrado para bovinos em terminação e não observaram diferenças no desempenho destes animais. Vijchulata et al. (1980) trabalhando com dietas com 85% de concentrado, não observaram diferenças no GPD quando a polpa cítrica participou como 40% da matéria seca da dieta em substituição ao milho. Em outro estudo, utilizando 60% da dieta como polpa cítrica, esses mesmos autores não encontraram diferença para GPD, IMS, conversão alimentar e características da carcaça. Prado et al. (2000) também não encontraram nenhuma alteração de GPD, IMS, conversão alimentar, rendimento de carcaça, gordura de cobertura e área de olho de lombo de tourinhos cruzados Nelore x Angus, quando substituíram 40, 60, 80 e 100% do milho pela polpa cítrica em dietas com cerca de 50% de concentrado. Sampaio et al. (1984), avaliando desempenho de bovinos alimentados com 60% de concentrado com 0; 50 ou 100% de substituição do milho por polpa cítrica, não encontraram diferenças no GPD, mas a EA piorou com a inclusão de polpa cítrica. Ramalho (comunicação pessoal) também não observou redução no GPD de tourinhos ¾ Nelore confinados com rações contendo 82% de concentrado, quando a polpa cítrica substitui 50% do milho moído fino da ração.

A ausência de efeito negativo da polpa cítrica no GPD dos animais quando a IMS não é reduzida em relação ao milho moído fino observada no presente estudo e na maioria dos trabalhos conduzidos no Brasil não está de acordo com o menor valor energético estimado para a polpa cítrica em comparação ao milho pela equação de Weiss et al. (1992), assim como com os

valores tabulares do NRC (1996). É provável que o valor energético do milho utilizado no Brasil, do tipo *flint*, seja inferior ao milho dentado, utilizado para compor as tabelas do NRC (1996). A equação de Weiss et al. (1992) não considera a menor digestibilidade do amido do grão *flint* em relação ao dentado.

Não houve efeito (P>0,05) do FUG na IMS dos animais. Richards et al. (1998) também não encontraram diferenças na IMS de animais em terminação recebendo milho laminado a seco com 25 ou 50% de farelo de FUG. Entretanto, na maioria dos estudos revisados a substituição do milho por este co-produto aumentou a IMS (PARSONS et al., 2007; FARRAN et al., 2006; BLOCK et al., 2005; MACKEN et al., 2004; SCOTT et al., 2003; SINDT et al., 2003; HUSSEIN; BERGER, 1995). O efeito positivo do FUG na IMS quando ele substitui o milho tem sido atribuído à redução no teor de amido da ração e conseqüente aumento no teor de fibra de alta digestibilidade e aumento do pH ruminal (BLASI et al., 2001), aumento da digestibilidade das rações (HANNAH et al., 1990; MONTGOMERY et al., 2004) e rápido desaparecimento do FUG no rúmen (FIRKINS et al., 1985; KREHBIEL et al., 1995; McCOY et al., 1997).

Não houve diferença significativa (P>0,05) no GPD e EA quando o FUG foi incluído nas rações. Na maioria dos trabalhos revisados, a substituição parcial do milho por esse co-produto aumentou o GPD dos animais. Geralmente, este aumento esteve associado ao aumento na IMS (SCOTT et al., 2003; LOE et al., 2006; BLOCK et al., 2005; SCOTT et al., 2003, 2000; HAM et al., 1995). Entretanto, nem sempre o aumento de IMS foi acompanhado pelo aumento de GPD (PARSONS et al., 2007; MACKEN et al., 2004; SINDT et al., 2003; HUSSEIN; BERGER, 1995). De modo geral, na maioria desses trabalhos, a magnitude de aumento da IMS foi maior que a de GDP, sem efeito positivo na EA (SANTOS; MOSCARDINI, 2007).

No presente estudo, a ausência de efeito positivo da substituição de milho por FUG na IMS e no GPD pode ser atribuída à qualidade do co-produto utilizado. De acordo com Stock et al. (2000), a qualidade do farelo está relacionada com a relação entre licor e casca. Avaliando-se os dados de composição bromatológica dos ingredientes deste experimento (Tabela 5), o FUG utilizado apresentou maiores teores de FDN e menores de PB que o co-produto dos trabalhos revisados. Além disso, a maneira como o material foi estocado não foi ideal.

Considerando que o milho utilizado neste estudo é do tipo *flint*, caso o farelo de glúten nacional tivesse valor energético similar ao reportado nos trabalhos americanos, este deveria ter resultado em maior aumento de GPD do que os valores reportados nos trabalhos americanos.

Segundo Krehbiel et al. (1995), a resposta ao farelo de glúten de milho será maior quanto maior for a acidose ruminal ocasionada pela quantidade de amido de milho degradado no rúmen. No presente estudo, é possível que a menor degradação ruminal do amido do milho *flint* usado não tenha causado efeitos negativos tão drásticos no ambiente ruminal, o que pode explicar em parte a ausência de efeito positivo do co-produto na IMS e conseqüentemente no GPD e EA.

A combinação de polpa cítrica e FUG em substituição total ao milho não afetou (P>0,05) a IMS, GPD e EA dos animais. Apesar do teor mínimo de amido na ração PFUG, esta apresentou os valores mais altos de GPD e EA, porém sem significância estatística.

3.3.3 Energia líquida das rações e energia metabolizável do milho moído fino

Na Tabela 8 estão apresentados os valores de energia líquida observada das rações, calculados através de metodologia proposta no item 3.2.5.

Tabela 8 - Valores de energia líquida das rações experimentais

Item	Tratamento[1]				EPM[2]	Fonte Energética[3]	FUG[3]	Fonte* FUG[4]
	M	MFUG	P	PFUG				
EL observada da ração, Mcal/kg de MS								
Manutenção	1,84[b]	1,83[b]	1,82[b]	1,99[a]	0,046	0,08	0,14	0,04
Ganho	1,21[b]	1,20[b]	1,18[b]	1,34[a]	0,046	0,13	0,07	0,04
EL da ração, observado/estimado, Mcal/kg de MS								
Manutenção	0,86	0,90	1,01	1,11	0,046	<0,01	0,01	0,15
Ganho	0,94	1,00	1,17	1,34	0,046	<0,01	<0,01	0,15

[1] M = milho; MFUG = milho e farelo úmido de glúten de milho; P = polpa cítrica; PFUG = polpa cítrica e farelo úmido de glúten de milho
[2] Erro padrão da média
[3] Efeito da fonte energética (milho ou polpa cítrica)
[4] Efeito do farelo de glúten de milho (ausência ou presença)
[5] Efeito da interação entre fonte de energia e FUG
[ab]Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram entre si (P<0,05)

Os valores de energia líquida das rações não foram afetados pela fonte energética nem pela inclusão do FUG (P>0,05). Entretanto, houve interação entre fonte e presença de FUG (P<0,05), com valor energético mais alto na ração PFUG que nas demais. A combinação de polpa cítrica e FUG (PFUG) proporcionou aumento de 8,7% na EL de manutenção e 12% na EL de

ganho em relação aos demais tratamentos. Talvez este resultado possa ser atribuído à associação das características fermentativas diferenciadas da polpa cítrica com a introdução de fibra de alta digestibilidade do FUG, otimizando o ambiente ruminal. O teor baixo de amido nesse tratamento pode ter potencializado a digestão de fibra da ração.

Os valores de energia observados para a ração do tratamento contendo apenas milho (M) foram menores que os preditos. Entretanto os valores observados foram maiores que os preditos nas rações dos tratamentos P e PFUG. Aparentemente a metodologia de Weiss et al. (1992) superestimou o valor energético do milho e subestimou o valor energético da polpa cítrica e do FUG.

A energia metabolizável do milho moído fino foi calculada através do método de substituição proposto por Zinn et al. (2002). Por ser um método no qual a única alteração da fonte de energia deve ser o ingrediente testado, foram utilizadas as rações M e PC para os cálculos.

Tendo como base o valor de EM de 2,73 Mcal/kg de MS para a polpa cítrica, o valor de EM do milho moído fino foi de 2,77 Mcal/kg de MS. Esse valor equivale a apenas 87% do valor tabular do NRC (1996) para milho moído (3,18 Mcal/kg de MS) e 86 % do valor estimado por Weiss et al. (1992), com base em análises laboratoriais (3,22 Mcal/kg de MS).

O valor observado menor de energia do milho testado em relação ao valor tabular do NRC (1996) pode teoricamente ser atribuído ao fato de tratar-se de milho tipo *flint* ou duro, enquanto os dados do NRC (1996) foram obtidos principalmente com milho dentado. Nesse caso métodos mais intensos como a floculação e a ensilagem seriam mais benéficos para o milho *flint* que para o milho dentado.

3.4 Conclusões

Para bovinos em terminação, alimentados com rações contendo 88% de concentrado e 12% de bagaço de cana *in natura* em sua composição pode-se afirmar que:

- O FUG pode substituir parcialmente o milho ou a polpa na ração sem afetar negativamente o desempenho animal.

- A polpa cítrica pode substituir totalmente o milho moído fino com ou sem a inclusão de 30% de FUG em rações para bovinos em terminação, obtendo-se resultados semelhantes de desempenho.

- O valor energético do milho *flint* utilizado no presente estudo é inferior ao valor tabular do NRC (1996) obtido com milho dentado.

- O valor energético do milho *flint* utilizado não é superior ao dos co-produtos utilizados neste experimento.

- Métodos mais intensos de processamentos de grãos como a floculação e a ensilagem devem ser mais estudados com milho do tipo *flint* na tentativa de aumentar seu valor energético.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 15th ed. Arlington, 1990. 1117 p.

BAMPIDIS, V.; ROBINSON, P. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 128, p. 175-217, 2005.

BLASI, D.A.; DROUILLARD, J.; BROUK, M.J.; MONTGOMERY, S.P. **Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle.** Kansas State University, Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service, 2001. 14 p. (Bulletin, MF-2488).

BLOCK, H.C.; MACKEN, C.N.; KLOPFENSTEI, T.J.; ERICKSON, G.E.; STOCK, R.A. Optimal wet corn gluten feed and protein levels in steam-flaked corn-based finishing diets for steers calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 83, p. 2798-2805, 2005.

CORREA, C.E.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N.; LAUER, J.G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 85, n. 11, p. 3008-3012, 2002.

FARRAN, T.B.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MACKEN, C.N.; LINDQUIST, R.U. Wet corn gluten feed and alfafa hay levels in dry-rolled corn finishing diets: effects of finishing performance and feedlot nitrogen mass balance. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 84, p. 1205-1214, 2006.

FEGEROS, K.; ZERVAS, G.; STAMOULI, S.; APOSTOLAKI, E. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 78, p. 1116-21, 1995.

FIRKINS, J.L.; BERGER, L.L.; FAHEY Jr., G.C. Evaluation of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 60, p. 847, 1985.

GREEN, D.A.; STOCK, R.A.; GOEDEKEN, F.K.; KLOPFENSTEIN, T.J. Energy value of corn wet milling by product feeds for finishing ruminants. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 65, p. 1655, 1987.

HAM, G.A.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; HUFFMAN, R.P. Determining the net energy value of wet and dry corn gluten feed in beef growning and finishing diets. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 73, p. 353-359, 1995.

HANNAH, S.M.; PATERSON, J.A. WILLIAMS, J.E.; KERLEY, M.S. Effects of corn vs corn glutem feed on site, extent and ruminal rate of forage digestion and on rate and efficience of gain. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 68, p. 2536-2545, 1990.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; ALLEONI, G.F.; LANNA, D.P. D.; MALHEIROS, E.B. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2007-2015, 2003.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; ALLEONI, G.F.; COUTINHO FILHO, J.L.V. Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 33, n. 2, p. 463-470, 2004.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

HUSSEIN, H.S.; BERGER, L.L. Effects of feed intake and dietary level of wet corn gluten feed on feedlot performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of growning-finishing beef heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 3246-3252, 1995.

KNUDSEN, B. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 67, p. 319-338, 1997.

KREHBIEL, C.R. STOCK, R.A.; HEROLD, D.W.; SHAIN, D.H.; HAM, G.A.; CARULLA, J.E. Feeding wet corn gluten feed to reduce subacute acidosis in cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 2931-2938, 1995.

LOE, E.R.; BAUER, M.L.; LARDY, G.P. Grain source and processing in diets containing varying concentrations of wet corn gluten feed for finishing cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 84, p. 986-996, 2006.

MACKEN, C.N.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Effects of concentration of wet corn gluten feed in steam-flaked corn-based finishing diets. **Journal of Animal Science,** Albany,v. 82, p. 2718-2723, 2004.

McCOY, R.A.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; SHAIN, D.H.; KLEMESRUD, M.J. Effect of energy source and escape protein on receiving and finishing performance and health of calves. **Journal Animal Science**, Albany, v. 76, p. 1488-1498, 1998.

MONTGOMERY, S.P.; DROUILLARD, J.S.; TITGEMEYER, E.C.; SINDT, J.J.; FARRAN, T.B.; PIKE, J.N.; COETZER, C.M.; TRATER, A.M.; HIGGINS, J.J. Effectes of wet corn gluten feed and intake level on digestibility and ruminal passage rate in steers. **Journal of Animal Science,** Albany, v.82, p. 3526-3536, 2004.

MONTGOMERY, S.P; DROUILLARD, J.S.; SINDT, J.J.; FARRAN, T.B.; PIKE, J.N.; TRATER, A.M.; COETZER, C.M.; LaBRUNE, H.J.; HUNTER, R.D.; STOCK, R.A. Combinations of alfafa hay and wet corn gluten feed in limit-fed growning diets for beef cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 81, p. 1671-1680, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle.** 6th ed. Washington: National Academy Press, 1984.

_____. **Nutrient requeriments of beef cattle.** 7th ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242 p.

PARSONS, C.H.; VASCONCELOS, J.T.; SWINGLE, R.S.; DEFOOR, P.J.; NUNNERY, G.A.; SALYER, G.B.; GALYEAN, M.L. Effects of wet corn gluten feed and roughage levels on performance, carcass characteristics, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 85, p. 3079-3089, 2007.

PEREIRA, E.P.; SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.M.; COSTA, D.F.A.; IMAIZUMI, H.; BITTAR, C.M.M. Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira deZootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 216-224, 2007.

PRADO, I.N. PINHEIROS, A. D.; ALCALDE, C. R.; ZEOULA, L. M.; NASCIMENTO, W. G.; SOUZA, N. E. Níveis de substituição do milho pela polpa de citros peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados**. Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2135-2141, 2000.

RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; BULLE, M.LM.; LIMA, C.G.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; LANNA, D.P.D. Características de carcaça e qualidade de carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 31, n. 2, p. 749-756, 2002.

RICHARDS, C.J.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; SHAIN, D.H. Effect of wet corn gluten feed, supplemental protein, and tallow on steers finishing performance. **Journal of Animal Science,** Viçosa, v. 76, p. 421-428, 1998.

SAMPAIO, A.A.M.; ANDRADE, P.; OLIVEIRA, M. S. Uso de rações com diferentes níveis de proteína e fontes de energia na alimentação de bovinos confinados. Fase II. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 13, n. 4, p. 528-533, 1984.

SANTOS, F.A.P.; MOSCARDINI, M.C. Substituição de fontes de amido por subprodutos ricos em pectina ou fibra de alta digestibilidade na ração de bovinos confinados. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 3., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Grupo Nutrir, 2007. p. 35-52.

SANTOS, F.A.P. MARTINEZ, J. C.; GRECO, L. F.; CARARETO, R.; PENATI, M. A. Suplementação de vacas sob pastejo: considerações técnicas e econômicas visando maior rentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 8., 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2007. p. 249-300.

SAS INSTITUTE. **SAS:** user's guide: statistics. Cary, 1999. 965 p.

SCOTT, T.L.; MILTON, C.T.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 3182-3190, 2003.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos:** métodos químicos biológicos. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária, 2002. 265 p.

SINDT, J.J.; DROUILLARD, J.S.; TITGEMEYER, E.C.; MONTGOMERY, S.P.; COETZER, C.M.; FARRAN, T.B.; PIKE, J.N.; HIGGINS, J.J.; ETHINGTON, R.T. Wet corn gluten feed and alfafa hay combinations in steam-flaked corn finishing cattle diets. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 81, p. 3121-3129, 2003.

STOCK, R.A. LEWIS, J.M.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MILTON, C.T. **Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets.** Proceedings of the American Society of Animal Science, 2000. 12 p.

VAN SOEST, P.J. Collaborative study of acid detergent fibre and lignin. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 56, p. 781-784, 1973.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants.** Corvallis: OB Books, 1982. 374 p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for raçãory fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 74, p. 3583-3596, 1991.

VIJCHULATA, P.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B.; POTTER, S.G.; PALMER, A.Z.; BECKER, H.N. Effect of dried citrus pulp and cage layer manure in combination with monensin on performance and tissue mineral composition in finishing steers. **Journal Animal Science.** Albany, v. 50, n. 6, p. 1022-1030, 1980.

WEISS, W.P; CONRAD, H.R.; St. PIERRE, N.R. A theorically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 39, p. 95-110, 1992.

WING, J.M. Effect of physical form and amount of citrus pulp on utilization of complete feeds for dairy cattle. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 58, n. 1, p. 63-66, 1975.

_____. **Citrus feedstuffs for dairy cattle.** Gainesville: University of Florida, Agricultural Experiment Stations, 1982. 25 p. (Bulletin, 829).

YU, P.; HUBER, J.T.; SANTOS, F.A.P.; SIMAS, J.M.; THEURER, C.B. Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 81, p. 777-783, 1998.

ZINN, R.A.; SHEN, Y. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 76, p. 1280-89, 1998.

ZINN, R.A.; OWENS, F.N.; WARE, R.A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance on feedlot cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 80, p. 1145-1156, 2002.

4 SUBSTITUIÇÃO DO MILHO MOÍDO FINO POR POLPA CÍTRICA E FARELO DE GLÚTEN DE MILHO NAS FORMAS ÚMIDA E SECA NO DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E DIGESTIBILIDADE DO AMIDO EM BOVINOS NELORE CONFINADOS

Resumo

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, em Piracicaba/SP, com o objetivo de avaliar a substituição parcial ou total do milho moído fino por polpa cítrica e farelo de glúten de milho nas formas úmida e seca. Para tanto foram utilizados 99 bovinos Nelore não castrados, com peso inicial médio de 348 kg e 24 meses de idade. O delineamento adotado foi o de blocos completos aleatorizados, em que os animais foram alocados de acordo com o peso vivo inicial, por 85 dias. Os tratamentos testados foram: (1) milho moído fino (M); (2) milho moído fino e polpa cítrica (MPC); (3) milho moído fino e farelo úmido de glúten de milho (MFUG); (4) polpa cítrica e farelo úmido de glúten de milho (PFUG); (5) polpa cítrica e farelo seco de glúten de milho (PFSG). Os teores de feno nas rações (%MS) foram de 5 a 11%. Além das fontes energéticas estudadas, as rações continham farelo de soja, uréia, Nutrienergia®, melaço de cana-de-açúcar e mineral. Não houve diferença (P>0,05) na IMS, GPD e EA para os tratamentos utilizados. A área de olho de lombo e espessura de gordura não foram afetadas pelos tratamentos (P>0,05). O rendimento de carcaça foi inferior para bovinos alimentados com a ração M quando comparados com os alimentados com a ração PFUG (P<0,05). As características de qualidade de carne não diferiram entre os tratamentos, exceto para maciez, que foi maior para o tratamento PFSG quando comparado ao MPC (P<0,05). Os valores de energia líquida de manutenção e ganho para as rações não foram significantemente diferentes entre si (P>0,05). A digestibilidade do amido na ração M e na MFUG foi de 90,8 e 94,4% respectivamente. Os valores de energia do milho (ELm e ELg de 2,24 e 1,55 Mcal/kg) preditos através do amido fecal são semelhantes aos valores tabulados para o milho quebrado americano, e superiores ao do milho moído. A estimativa de energia líquida do milho, calculada com base nos teores de amido fecal, não explicou os valores estimados de energia com base no desempenho dos animais.

Palavras-chave: Co-produtos; Polpa cítrica; Farelo de glúten de milho; Bovinos em terminação; Desempenho animal; Digestibilidade de amido; Valor energético

Abstract

This experiment was conducted at ESALQ/USP Animal Sciences Department in Piracicaba/SP. The objective was to evaluate total or partial substitution of citrus pulp and wet or dry corn gluten feed for fine ground corn in feedlot finishing diets. Ninety-nine Nelore bulls with 348 kg and 24 months were used in a randomized complete block design, blocked by initial body weight. The experimental period lasted 85 days. Treatments were: (1) fine ground corn (M); (2) fine ground corn and citrus pulp (MPC); (3) fine ground corn and wet corn gluten feed (MFUG); (4) citrus pulp and wet corn gluten feed (PFUG); (5) citrus pulp and dry corn gluten feed (PFSG). Each diet contained the energy source and 5 to 11% roughage (grass hay), soybean meal, urea,

Nutrienergia®, sugarcane molasses and mineral mix. There was no difference between treatments (P>0.05) for animal performance and most carcass characteristics. Dressing percentage was greater for bulls treated with M diet when compared with those fed diet PFUG (P<0.05). Meat tenderness was greater for treatment PFSG than for MPC (P<0.05). Starch digestibility was 90.8% for treatment M and 94.4% for MFUG. Corn energy value (NEm and NEg was 2.24 ad 1.55 Mcal/kg) from fecal starch methodology are similar to American cracked corn and higher than ground corn. Those corn energy values didn't explain the diets energy values obtained from performance trial.

Keywords: By-products; Citrus pulp; Corn gluten feed; Finishing cattle; Animal performance; Nutrient digestibility; Energy value

4.1 Introdução

O Brasil detém o maior rebanho comercial do mundo (SOUZA, 2007) com predominância de animais de raças zebuínas, os quais também são utilizados em cruzamentos com raças européias (AFERRI, 2003), seja em sistemas intensivos ou extensivos de criação.

A terminação de bovinos de corte em confinamento vem crescendo no país nos últimos anos (PESCE, 2008). Com o encarecimento da produção de volumosos, a melhoria na qualidade genética dos animais e o aumento expressivo do número e porte dos confinamentos, tem se tornado cada vez mais usual o emprego de rações com altos teores de concentrado (SANTOS; MOSCARDINI, 2007).

A energia obtida por bovinos durante o confinamento é proveniente principalmente da fermentação ruminal dos carboidratos. Dentre as fontes energéticas, o milho grão é o cereal mais utilizado em rações de confinamento no Brasil e no mundo, sendo caracterizado por possuir aproximadamente 72% de amido em sua composição. Porém, quando grandes quantidades de amido são fornecidas aos ruminantes, a fermentação pode ser em parte direcionada para produção de ácido lático, podendo provocar acidose e menor desempenho animal. Entretanto, outros carboidratos como pectinas e β-glucanas, que compõem a fração fibra solúvel, não são fermentados a lactato, podendo promover boa eficiência na fermentação ruminal sem os problemas associados a altas quantidades de amido (VAN SOEST et al., 1991). Alguns co-produtos como a polpa cítrica (WING, 1975; VAN SOEST, 1982; FEGEROS et al., 1995; BAMPIDIS; ROBINSON, 2005) e o farelo de glúten de milho (BLASI et al., 2001) são pobres em amido e ricos em pectina ou fibra de alta degradabilidade.

A polpa cítrica é obtida a partir da extração do suco de laranja e é composta de casca, sementes e bagaço (FEGEROS et al., 1995; WING, 1982). O farelo de glúten de milho é um co-produto originado da extração úmida do amido de milho e produção de adoçantes. É uma combinação da casca do milho com o licor de maceração, por vezes acrescido de farelo de gérmen de milho (BLASI et al., 2001). Pode ser encontrado na forma seca, com 8 a 10% de umidade, ou na forma úmida, com 60% de umidade aproximadamente.

Além da melhoria no ambiente ruminal, outras vantagens da utilização dos co-produtos, são a redução do custo da ração e a diminuição da dependência de grãos que podem ser consumidos por humanos (BAMPIDIS; ROBINSON, 2005).

O milho utilizado no Brasil é do tipo duro ou *flint*, o qual apresenta menor digestibilidade do amido que o milho dentado normalmente utilizado na América do Norte (CORREA et al., 2002). Teoricamente o milho *flint* deve apresentar menor valor energético que o dentado. Sendo assim os valores tabulares de energia para o milho dentado no NRC (1996) podem não refletir a realidade do milho *flint* utilizado no Brasil.

Em diversos trabalhos com bovinos confinados conduzidos no Brasil o valor energético do milho foi similar ao da polpa cítrica (SANTOS et al., 2007).

O farelo de glúten de milho pode ser utilizado com sucesso na alimentação de gado de corte ou leiteiro por apresentar quantidades significativas de energia, proteína bruta, fibra de alta digestibilidade e minerais (BLASI et al., 2001). A inclusão de farelo de glúten de milho no lugar do milho em rações de terminação substitui o amido da ração por fibra altamente digestível (STOCK et al., 2000) bem como promove a diminuição da incidência de acidose nos animais (KREHBIEL et al., 1995). Alguns autores (GREEN et al., 1987; HAM et al., 1995; HUSSEIN; BERGER, 1995) demonstraram que o farelo de glúten de milho possui de 90 a 100% do valor energético do milho laminado e milho ensilado com alta umidade quando utilizado para substituir parte do concentrado em rações de terminação. Seu valor também depende da quantidade de volumoso utilizada na ração (HAM et al., 1995).

Em vários trabalhos americanos (FIRKINS et al., 1985; GREEN et al., 1987; HUSSEIN; BERGER, 1995; STOCK et al., 2000; MONTGOMERY et al., 2003) foram relatadas melhoria no desempenho de bovinos quando o farelo de glúten de milho foi utilizado em substituição ao milho. Porém, o teor de FDN do farelo de glúten de milho nacional é normalmente superior ao

valor tabular do NRC (1996) e os teores de amido, menores que os relatados por Blasi et al. (2001) para o co-produto americano.

Não foram encontrados trabalhos na literatura sobre a interação da polpa cítrica e o farelo de glúten de milho quando estes co-produtos são utilizados para substituir o milho em rações com altos teores de concentrado para bovinos em terminação.

Neste sentido, os objetivos deste experimento foram avaliar a substituição parcial ou total do milho moído fino pelos co-produtos farelo de glúten de milho nas formas úmida ou seca e polpa cítrica: 1) no desempenho de bovinos de corte da raça Nelore em terminação (GPD, IMS e EA); 2) nas características de carcaça (rendimento, área de olho de lombo, espessura de gordura, maciez, coloração, grau de marmoreio e perdas de peso ao cozimento); 3) na energia líquida das rações e energia metabolizável do milho moído fino; 4) na digestibilidade do amido. Também se estudou a possibilidade de redução no teor de forragem da ração com a substituição parcial ou total do milho pelos co-produtos testados.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Animais e instalações experimentais

O experimento foi conduzido em instalações do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. Para a avaliação de desempenho animal foram utilizados 99 machos não castrados da raça Nelore, com peso médio inicial de 348 kg e 24 meses de idade (Figura 3). Os animais foram alojados em 20 baias (4x8m) cobertas, com piso de concreto durante 85 dias de experimento, adotando-se três sub-períodos de 28 dias.

Todos os animais receberam dose de vermífugo (abamectina) no dia 0 e de complexo vitamínico ADE nos dias 0 e 60 do período experimental.

Ao final do experimento de desempenho, foram selecionados 20 animais, quatro de cada tratamento, para o ensaio de digestibilidade do amido. Os outros 79 animais seguiram para abate para avaliação de características de carcaça e qualidade de carne.

Figura 3 – Animais Nelore utilizados no experimento. Foto da chegada dos animais

4.2.2 Tratamentos

Foram testadas 5 rações (Tabela 9). Os tratamentos receberam as seguintes designações: (1) milho moído fino com 11% de feno (**M**); (2) substituição parcial do milho moído fino por polpa cítrica com 7% de feno (**MPC**); (3) substituição parcial do milho moído fino por farelo úmido de glúten de milho com 5% de feno (**MFUG**); (4) substituição total do milho moído fino por polpa cítrica e farelo úmido de glúten de milho com 5% de feno (**PFUG**); (5) substituição total do milho moído fino por polpa cítrica e farelo seco de glúten de milho com 5% de feno (**PFSG**). Além dos ingredientes energéticos avaliados, as rações continham em sua composição feno de gramínea picado grosseiramente (de 5 a 11% na MS), farelo de soja, uréia, melaço de cana-de-açúcar, mistura mineral e Nutrienergia®. Este último que é um co-produto energético, é derivado do processo de filtração do xarope de *high maltose* (DOMICIANO, 2007), e caracterizado pelo seu elevado teor de gordura.

Tabela 9 - Composição das rações experimentais

	Tratamentos[1]				
	M	MPC	MFUG	PFUG	PFSG
Ingredientes, % da MS					
Feno	11,0	7,0	5,0	5,0	5,0
Milho	67,9	24,1	44,7	-	-
Polpa cítrica	-	48,3	-	45,3	45,3
Farelo úmido glúten de milho	-	-	34,0	34,0	-
Farelo seco de glúten de milho	-	-	-	-	34,0
Farelo de soja	3,0	3,0	-	-	-
Melaço de cana-de-açúcar	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Nutrienergia®	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Mineral[2]	2,3	1,3	1,3	0,7	0,7
Uréia	0,8	1,3	-	-	-
Composição com base em análise de ingredientes [3]					
MS (%) [4]	86,1	85,9	69,6	69,9	85,8
MM (% da MS) [4]	6,8	8,1	6,6	8,9	9,2
FDN (% da MS) [4]	23,0	27,4	32,8	39,3	36,7
FDA (% da MS) [4]	12,0	17,4	12,6	19,0	18,2
Lignina (% da MS) [4]	1,9	2,6	1,8	2,6	2,5
EE (% da MS) [4]	5,5	4,6	4,6	3,6	3,8
PB (% da MS) [4]	12,4	12,7	13,0	12,0	12,5
Amido (% da MS) [4]	48,6	20,7	34,3	5,8	6,8
EL manutenção (Mcal/kg) [5]	2,16	1,98	2,06	1,85	1,88
EL ganho (Mcal/kg) [5]	1,29	1,15	1,21	1,05	1,07
FDNe (% da MS) [6]	12,3	13,7	14,0	18,3	17,3
NDT (% da MS) [7]	79	74	77	71	71

[1] Tratamentos: M = milho; MPC = milho e polpa cítrica; MFUG = milho e farelo úmido de glúten de milho; PFUG = polpa cítrica e farelo úmido de glúten de milho; PFSG = polpa cítrica e farelo seco de glúten de milho

[2] Núcleos minerais distintos para cada tratamento. Composição do mineral do tratamento M: 23% Ca, 2,5% P, 1,5% Mg, 7% K, 5,5% Na, 2,5% S, 320ppm Cu, 2ppm Co, 20ppm I, 8ppm Se, 2000ppm Zn, 900ppm Mn, 870ppm monensina sódica. Mineral do tratameno MFUG: 18% Ca, 7% P, 1% Mg, 2% K, 9% Na, 5% S, 500ppm Cu, 4ppm Co, 40ppm I, 13ppm Se, 3000ppm Zn, 1600ppm Mn, 1540ppm monensina sódica. Mineral do tratamento MPC: 30,5% Ca, 6% Na, 550ppm Cu, 5ppm Co, 40ppm I, 8ppm Se, 2000ppm Zn, 1200ppm Mn, 1540ppm monensina sódica. Mineral do tratamento PFUG e PFSG: 29% Ca, 7% Na, 1000ppm Cu, 11ppm Co, 65ppm I, 12ppm Se, 2500ppm Zn, 2200ppm Mn, 2860ppm monensina sódica.

[3] MS = matéria seca; MM = matéria mineral; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta; FDNe = fibra insolúvel em detergente neutro efetiva; EL = energia líquida; NDT = nutrientes digestíveis totais.

[4] Valores obtidos com base no resultado das análises bromatológicas dos ingredientes

[5] Valores estimados pelo NRC (1996) nível 1, com base no NDT dos ingredientes estimados por Weiss et al. (1992)

[6] Valores estimados pelo NRC (1996) nível 1,com base em análise do FDN dos ingredientes

[7] Valores estimados por Weiss et al. (1992)

As rações inicialmente foram formuladas para serem isoprotéicas e atenderem as exigências de proteína metabolizável e degradável no rúmen, porém houve variação no teor de PB das rações (de 12,0 a 13,0% na MS). Na Figura 4 estão as rações utilizadas no experimento.

Figura 4 – Rações experimentais. A: tratamento M; B: tratamento MPC; C: tratamento MFUG; D: tratamento PFUG; E: tratamento PFSG

O farelo de glúten de milho (Refinazil®) foi recebido em 7 partidas diferentes no espaço de 4 dias, e foi ensilado em silos cilíndrico (tipo *bag*).

De acordo com os valores tabulares (NRC, 1996, nível 1) de composição bromatológica dos ingredientes, as rações foram formuladas para serem isoprotéicas, porém, o teor de proteína bruta dos ingredientes foi inferior aos valores tabulares do NRC (1996), resultando em variação do teor protéico entre as rações (12 a 13% de PB na MS).

4.2.3 Fornecimento das rações e pesagem dos animais

Os animais eram provenientes de pastagens, e foram adaptados às rações experimentais gradativamente durante 24 dias. Iniciou-se com 60% de concentrado (contendo os 4 ingredientes testados, milho, polpa, FUG e FSG), aumentando-se este teor em seis pontos percentuais a cada 4 dias.

O feno utilizado no experimento foi picado grosseiramente antes de ser misturado à ração. As rações totais foram misturadas diariamente em vagão misturador equipado com balança eletrônica, com capacidade de 2000 kg. Foi realizado um fornecimento diário e procurou-se manter as sobras diárias em torno de 3% do ofertado. As sobras foram colhidas e pesadas a cada três dias, permitindo o cálculo de consumo efetivo por baia.

Os animais foram pesados no início do período experimental e a cada 28 dias, após jejum alimentar de 16 horas imediatamente antes de cada pesagem. Através do GPD e IMS, foi calculada a eficiência alimentar dos tratamentos (GPD/IMS). Também foram calculados os valores de peso corpóreo final ajustado para rendimento de carcaça (RC), dividindo-se o peso de carcaça quente pelo RC médio (54%). Através deste valor, do peso vivo inicial dos animais e do número de dias de experimento, obteve-se o GPD médio ajustado para RC.

Ao final do experimento, foram selecionados 20 animais, quatro de cada tratamento, para serem utilizados em ensaio de avaliação do teor de amido fecal para determinação da digestibilidade do amido.

4.2.4 Colheita de amostras e análises laboratoriais

Foram colhidas amostras do volumoso utilizado e do farelo úmido de glúten de milho semanalmente para determinação de MS, através de secagem em estufa a 55°C com ventilação forçada por dois dias, com a finalidade de ajustar as quantidades de matéria original de cada ingrediente na ração.

Todos os ingredientes das rações totais foram amostrados semanalmente, secos em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas (SILVA; QUEIROZ, 2002) e moídas em moinhos tipo “Wiley” providos de peneiras com malha de 1,0 mm. As amostras de farelo úmido de glúten foram compostas a cada 2 semanas para posteriores análises bromatológicas. Amostras dos

demais ingredientes foram compostas em amostras únicas de cada ingrediente para posteriores análises bromatológicas.

As amostras dos ingredientes foram analisadas para matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO), cinzas (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) de acordo com A.O.A.C. (1990), fibra em detergente neutro (FDN) com a utilização do aparelho ANKON Fiber Analyzer (ANKON® Technology Corp.), conforme descrito por Holden (1999), com adição de sulfito de sódio e amilase termoestável ao início da análise, e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com o método de Van Soest et al. (1991), lignina por Van Soest (1971). Também foi analisado o teor de amido dos ingredientes da ração e das fezes de acordo com metodologia proposta por Knudsen (1997).

Após o abate e resfriamento da carcaça por 24 horas a 0ºC, foram determinados a espessura de gordura e área de olho de lombo entre a 12ª e 13ª costela, segundo Luchiari Filho (2000), através da retirada de porção do *Longissimus dorsi* de aproximadamente três centímetros de espessura (Figura 5). As amostras foram congeladas imediatamente após essas medições em túnel de congelamento (-25ºC) por 24 horas e logo após armazenadas em freezer doméstico a -16ºC, para posteriores determinações das características de qualidade de carne (coloração, marmoreio, perdas ao cozimento e maciez).

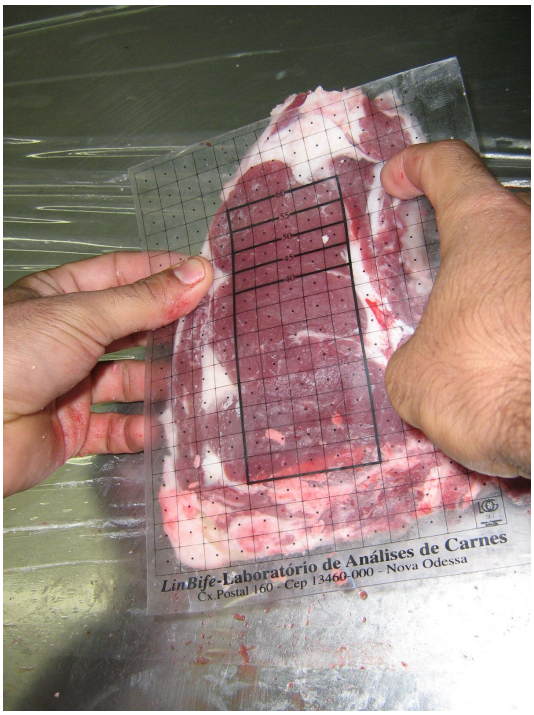

Figura 5 – Mensuração área de olho de lombo do músculo *Longissimus dorsi* na altura da 12ª costela

Após descongelamento das amostras a aproximadamente 6ºC por 24 horas foi feita a avaliação do índice de marmorização no músculo *Longissimus dorsi*, por meio de análise de escore visual subjetivo (USDA QUALITY GRADE, 1999), de acordo com o padrão de marmorização indicado na Figura 6. Os graus em ordem decrescente de qualidade consistem em *prime* (dividido em *Abundant*, *Moderately Abundant* e *Slightly Abundant*), *choice* (dividido em *Moderate*, *Modest* e *Small*), *select* (*Slight*) e *standard* (dividido em *Traces* e *Practically Devoid*). Os graus *prime*, *choice*, *select* e *standard* possuem uma maturidade máxima destacada (8,0 a 10,9; 5,0 a 7,9; 4,0 a 4,9 e 2,0 a 3,9 respectivamente) (MEAT EVALUATION HANDBOOK, 1973).

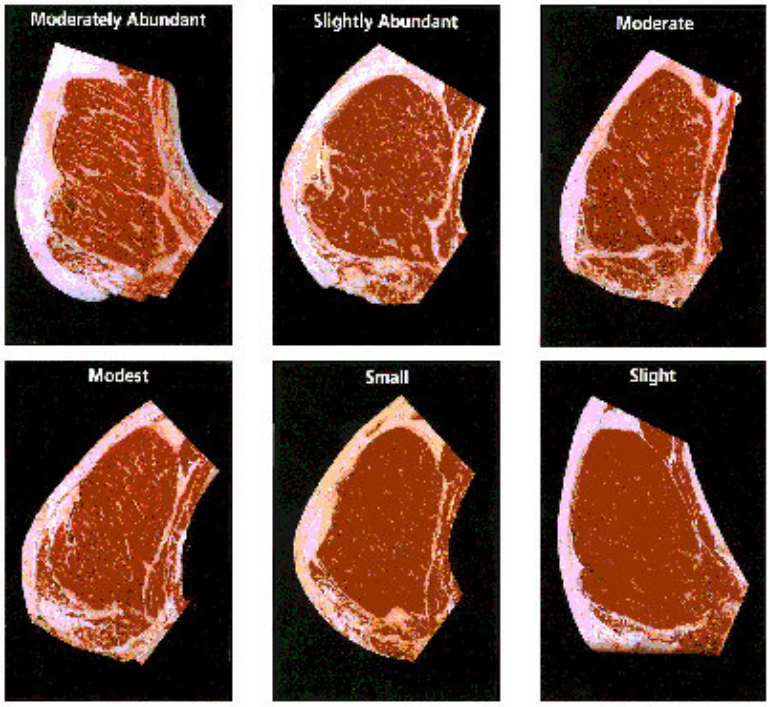

Figura 6 – Padrões de marmorização do sistema USDA
Fonte: Meat Evaluation Handbook (2001)

A avaliação de perda ao cozimento (PAC) foi realizada através de pesagem da carne em bandejas de alumínio, previamente taradas em uma balança semi-analítica (modelo A1000, marca Marte), para obtenção do peso inicial das amostras. Em seguida, foram assadas em forno elétrico (170°C), com distância de aproximadamente 21 cm da resistência superior. A temperatura interna dos bifes no centro geométrico foi acompanhada com termômetros individuais. As amostras foram retiradas do forno quando a temperatura interna atingiu 71°C, e pesados na mesma balança para se obter o peso final (WHEELER et al., 2001). As perdas foram determinadas pela diferença de peso antes e depois do cozimento:

PAC = (Peso inicial do bife – Peso final do bife) / Peso inicial do bife*100.

Para maciez foi utilizado o método da força de cisalhamento, que consistiu no cozimento das amostras e resfriamento por 24 horas em refrigerador doméstico (± 7^0C). Em seguida foram retirados seis cilindros de meia polegada de diâmetro de cada amostra, utilizando-se um vazador, no sentido das fibras da carne (WHEELER et al., 2001). Cada cilindro foi avaliado quanto à resistência de cisalhamento, no aparelho Warner-Bratzler Shear Force. Foi considerado para cada amostra a média dos valores obtidos nos seis cilindros.

Na avaliação de coloração, as amostras frescas foram deixadas em repouso com a superfície exposta ao ambiente por aproximadamente 20 minutos para oxigenação da mioglobina. Foi avaliada a cor do corte, com o auxílio de um colorímetro portátil (modelo MiniScan XE, marca Hunter Lab), com fonte de luz D65, ângulo de observação 10° e abertura de célula de medida de 30 mm, usando-se o Sistema CIELab para medidas L*, a* e b* (HOUBEN et al., 2000). Neste método, o L* indica a luminosidade e o a* e o b* são as coordenadas de cores, onde o eixo que vai de –a* para +a* varia do verde ao vermelho e o que vai de –b* para +b* varia do azul ao amarelo, sendo que quanto mais se caminha para as extremidades maior a saturação de cor. O aparelho foi utilizado após calibração com um padrão branco e outro preto. As medidas foram realizadas em três lugares diferentes, tomando-se a média como valor determinado.

O milho utilizado neste experimento foi analisado para tamanho médio de partículas segundo Yu et al. (1998), obtendo-se um resultado de 1,02 mm, o que o classifica como moído fino.

4.2.5 Estimativa da digestibilidade do amido com base no teor fecal do nutriente

Após o ensaio de desempenho, foram utilizados 8 animais para a colheita de fezes e determinação do teor de amido fecal dos tratamentos M e MFUG (4 animais por tratamento). Os animais foram mantidos em baias individuais e as fezes colhidas duas vezes ao dia (07:00 e 16:00), por 5 dias consecutivos, diretamente do chão. O piso era raspado na tarde anterior ao início do período de colheita, e diariamente após a colheita matinal e vespertina das fezes. As amostras foram colhidas frescas logo após a defecação pelo animal, tomando-se o devido cuidado para não contaminá-las com sujidades presentes na baia. As amostras de fezes eram imediatamente armazenadas em recipiente térmico com gelo, e ao final de cada período de colheita eram imediatamente secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas (SILVA; QUEIROZ, 2002) e moídas em moinhos tipo “Wiley” providos de peneiras com malha de 1,0 mm. As amostras foram compostas em amostras únicas por animal.

As amostras compostas foram analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS) de acordo com A.O.A.C. (1990) e amido de acordo com metodologia proposta por Knudsen (1997).

As digestibilidades do amido das rações M e MFUG foram estimadas através de fórmula proposta por Zinn et al. (2007):

DTA (Digestibilidade do amido no trato total), % = 99,9 – 0,413 x AF – 0,0131 x AF^2, onde AF é o teor de amido nas fezes.

Com base na alta correlação entre a digestibilidade do amido no trato total com o valor energético do milho (r^2=0,88), relatada no trabalho de Zinn et al. (2002), Zinn et al. (2007) propuseram estimar o valor energético do MMF utilizando-se as seguintes fórmulas:

(1) $ELm_{Milho} = 2,49 - 0,0127 \times AF - 0,000292 \times AF^2$

(2) $ELg_{Milho} = 0,877 \times ELm_{Milho} - 0,41$

Onde, ELm_{Milho} = energia líquida para manutenção do milho (Mcal/dia)

ELg_{Milho} = energia líquida para ganho do milho (Mcal/dia)

AF = amido fecal (% da MS)

O cálculo do valor energético do milho por essa metodologia foi feito para o milho das mesmas rações utilizadas para obtenção da digestibilidade do amido, ou seja, as rações dos tratamentos M e MFUG, que continham teores elevados deste nutriente.

4.2.6 Cálculo da energia líquida das rações e energia metabolizável do milho moído fino

O cálculo dos valores de energia líquida observada foi feito com base nos dados de peso vivo (PV) médio dos animais, GPD não ajustado para rendimento de carcaça e IMS obtidos no experimento, utilizando-se a metodologia proposta por Zinn e Shen (1998). A baia foi a unidade experimental. Os valores observados de energia foram comparados com os valores preditos pelo NRC (1996), nível 1, com base no teor de NDT dos ingredientes segundo Weiss et al. (1992).

Foram calculadas as exigências de ganho (E_g) e de manutenção (E_m) dos animais através das fórmulas 3 e 4, relacionadas com o GPD (kg/dia) e ao peso metabólico (kg) dos animais

durante o período experimental. A partir destes valores, calculou-se a energia líquida das rações (Mcal/kg de MS) para ganho (EL_g) e manutenção (EL_m), através das fórmulas 5 e 6.

(3) $E_g = [0{,}0493\ PV^{0,75}]\ GPD^{1,097}$; (NRC, 1984)

(4) $E_m = 0{,}077\ PV^{0,75}$; (LOFGREEN; GARRETT, 1968; apud ZINN; SHEN, 1998)

(5) $EL_m = (- b - ((b^2) - (4ac))^{0,5}))/(2a)$; (ZINN; SHEN, 1998)

$a = -0{,}877\ IMS$

$b = 0{,}877\ E_m + 0{,}41\ IMS + E_g$

$c = -0{,}41\ E_m$

(6) $EL_g = 0{,}877\ EL_m – 0{,}41$; (ZINN; SHEN, 1998)

Onde, E_g = exigência em energia para ganho (Mcal/dia)

E_m = exigência em energia para manutenção (Mcal/dia)

EL_m = energia líquida de manutenção (Mcal/kg de MS)

EL_g = energia líquida de ganho (Mcal/kg de MS)

A energia líquida esperada das rações foi calculada pela metodologia do NRC (1996) utilizando-se o NDT (Weiss et al., 1992) da ração, com base nos resultados da análise bromatológica dos ingredientes utilizados.

Para o cálculo da energia metabolizável do milho moído fino (EM_{MMF}), foi utilizado o método de substituição proposto por Zinn et al. (2002), conforme as fórmulas 7 e 8. Este método só pode ser utilizado quando há alteração somente da fonte energética testada, no caso o milho. Com isso permite-se comparar a energia metabolizável do ingrediente testado (milho) com o ingrediente controle (polpa cítrica). Neste experimento o ingrediente testado foi o milho, pois acredita-se que sua energia seja inferior à energia conhecida do milho americano, por se tratar de milho *flint*, portanto com menor digestibilidade do amido. A polpa cítrica foi utilizada como ingrediente controle pois, de acordo com estudo preliminar (Pereira, 2005), os valores de energia obtidos para a polpa cítrica foram muito próximos dos valores esperados, enquanto os valores para o milho moído fino foram inferiores ao esperado. Para os cálculos foram comparados os tratamentos MFUG e PFUG. A energia metabolizável adotada da polpa cítrica foi de 2,66

Mcal/kg de MS, obtida através de formulas do NRC (1996), com base no NDT estimado por Weiss et al. (1992).

(7) $EM_{ração} = (EL_m + 0,696)/0,91$; (NRC, 1996)

(8) EM_{MMF} = [(EM ração testada – EM ração controle)/% milho na ração] + EM_{PC}; (ZINN et al., 2002)

4.2.7 Análise estatística

Utilizou-se como delineamento blocos completos aleatorizados, em que os animais foram alocados de acordo com o peso inicial. Para os dados de desempenho animal, características de carcaça e características qualitativas de carne e de energia líquida das rações utilizou-se o procedimento *Mixed* do pacote estatístico SAS (1999), versão 9 para Windows. Utilizou-se o método dos quadrados mínimos para obtenção das médias dos tratamentos, considerando-se o nível de 5% de probabilidade como significativo. Os efeitos avaliados, incluindo os blocos, foram a fonte energética (milho ou polpa cítrica), a inclusão ou não de farelo de glúten de milho e a forma do farelo de glúten de milho (seco ou úmido).

A baia foi utilizada como unidade experimental para todos os parâmetros avaliados.

Os dados foram testados para se verificar a distribuição normal dos erros, utilizando-se o procedimento UNIVARIADO (SAS, 1999).

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Desempenho e características de carcaça e qualidade de carne

4.3.1.1 Composição química dos ingredientes

Os dados referentes à composição química dos ingredientes utilizados neste experimento são apresentados nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 - Composição bromatológica do farelo úmido de glúten de milho ao longo do experimento

Item [1]	Semanas de experimento					
	1 e 2	3 e 4	5 e 6	7 e 8	9 e 10	11 e 12
MS, %	36,58	38,23	38,61	38,14	36,47	36,89
MM, % da MS	5,1	4,42	4,79	4,84	5,48	5,56
FDN, % da MS	52,8	54,03	53,03	54,41	54,4	48,51
FDA, % da MS	13,85	13,9	14,06	13,63	14,48	12,67
Lignina, % da MS	1,31	1,19	1,45	1,32	1,57	1,4
EE, % da MS	1,08	0,92	1,15	1,29	1,19	0,79
PB, % da MS	20,9	19,8	19	21,1	20,6	21,5
Amido, % da MS	5,7	5,8	6,2	1,8	3,4	5,6

[1] MS = matéria seca; MM = matéria mineral; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta.

O farelo de glúten de milho foi armazenado em silo cilíndrico de lona plástica (Figura 7), com adição de benzoato de sódio (0,1% na matéria natural). As condições de conservação foram adequadas, e as perdas visuais foram mínimas. Em função das condições adequadas de conservação, os valores de análises do farelo de glúten de milho durante o período do experimento apresentaram variações muito pequenas.

Figura 7 - Farelo úmido de glúten de milho armazenado em silo cilíndrico de lona plástica

Tabela 11 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados no experimento

Item [1]	Polpa cítrica	Milho moído fino	Farelo de soja	Nutri energia®	Feno de gramínea	Farelo seco de glúten	Farelo úmido de glúten
MS, %	91,45	92,86	93,11	96,15	93,43	90,63	37,49
MM, % da MS	6,79	1,70	7,32	17,71	5,81	6,06	5,03
FDN, % da MS	28,08	13,80	12,8	39,84	77,13	45,01	52,86
FDA, % da MS	20,09	5,99	6,66	26,42	41,37	11,36	13,77
Lignina, % da MS	2,72	1,03	1,08	5,78	4,55	1,13	1,37
EE, % da MS	2,65	4,87	2,66	17,02	0,90	1,53	1,07
PB, % da MS	6,40	8,60	46,50	11,80	11,50	22,00	20,48
Amido, % da MS	3,70	67,70	4,40	20,60	NA	7,90	4,75
NTD[1], % da MS	73,50	88,00	80,60	73,20	55,30	71,60	69,40

[1] MS = matéria seca; MM = matéria mineral; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta.
[1] Nutrientes digestíveis totais, calculado segundo metodologia de Weiss et al. (1992); NA = não analisado

Os valores de FDN para os co-produtos testados (polpa cítrica e farelo de glúten de milho) (Tabela 11) encontram-se entre os mais altos relatados na literatura (BAMPIDIS; ROBINSON,

2005; SANTOS et al., 2004; BLASI et al., 2001; NRC, 1996). Os teores elevados de FDN do FSG e do FUG são resultados da alta eficiência de extração do amido pela indústria fornecedora do produto. Confirmando isto, o teor de amido observado foi inferior ao relatado na literatura (BLASI et al., 2001).

Os valores estimados de NDT foram de 88% para o milho moído fino, de 73,5% para a polpa cítrica e de 71,6% para o FSG. O valor estimado para o milho moído está de acordo com o valor tabular do NRC (1996), porém tanto o valor estimado para a polpa cítrica quanto para o FSG, estão abaixo dos valores tabulares do NRC (1996) de 82 e 80% respectivamente. O valor estimado de 69,4% de NDT para o FUGG está bem abaixo do valor médio de 90% relatado na revisão feita por Blasi et al. (2001). Com base nos valores energéticos estimados pela fórmula de Weiss et al. (1992), os tratamentos contendo milho deveriam propiciar melhor desempenho animal que os tratamentos contendo co-produtos.

4.3.1.2 Desempenho animal e características de carcaça

Na Tabela 12 são apresentados os resultados de desempenho animal e características de carcaça obtidos neste experimento.

Tabela 12 - Desempenho e características de carcaça de machos Nelore alimentados com rações contendo co-produtos em substituição total ou parcial ao milho moído fino

Variáveis	Tratamentos[1]					Média	EPM[2]	P[3]
	M	MPC	MFUG	PFUG	PFSG			
Número de animais	19	20	20	20	20			
No. dias confinados	85	85	85	85	85			
Desempenho								
Peso inicial, kg	393	393	393	393	393	393	0,246	0,86
Peso final, kg	504	509	508	511	500	506,4	7,22	0,80
Peso final ajustado para RC, kg[4]	506,7	521	518	523,2	511,5	526,1	7,87	0,57
IMS, kg/d	8,6	8,9	9,3	8,9	8,9	8,9	0,31	0,64
GPD, kg/d	1,30	1,36	1,36	1,39	1,26	1,33	0,085	0,82
GPD ajustado para RC, kg/d[4]	1,34	1,50	1,47	1,53	1,39	1,48	0,094	0,59
EA, GPD/IMS	0,152	0,152	0,146	0,157	0,142	0,150	0,005	0,41
EA ajustada para RC, GPD/IMS[4]	0,157	0,169	0,158	0,172	0,157	0,163	0,007	0,43
Características carcaça								
Peso de carcaça quente, kg	273,7	281,5	279,7	282,5	276,2	278,7	4,26	0,58
Rendimento, %	52,9[b]	54[ab]	54,3[ab]	54,5[a]	54,3[ab]	54	0,33	0,04
Área de Olho de Lombo, cm	77	72,8	69,9	73,6	72,9	73,2	2,04	0,26
Espessura de Gordura, mm	5,6	5,5	6,8	6,1	5,5	5,89	0,37	0,13

[1]Tratamentos: M = milho; MPC = milho e polpa cítrica; MFUG = milho e farelo úmido de glúten de milho úmido; PFUG= polpa cítrica e farelo úmido de glúten de milho; PFSG = polpa cítrica e farelo seco de glúten de milho
[2] Erro padrão da média
[3] Valor de probabilidade
[4] Valores ajustados (Peso final ajustado = Peso de carcaça quente/0,54)
[ab]Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram entre si (P<0,05)

Não houve diferença (P>0,05) na ingestão de matéria seca, ganho de peso e eficiência alimentar ajustados ou não entre os tratamentos testados.

Com exceção do tratamento MFUG, em todos os demais a IMS observada foi menor que a predita através do modelo do NRC (1996). Em parte isso pode ser explicado pela maior energia líquida de ganho observada em relação à prevista. Aparentemente os valores de energia dos ingredientes, especialmente dos co-produtos, foram subestimados pela metodologia de Weiss et al. (1992). A fórmula adotada pelo NRC (1996) para a predição de IMS é sensível ao teor de energia da ração. A redução no teor energético da ração resulta em predição de maior IMS.

Em comparação com as rações contendo milho (M e MFUG) a inclusão de polpa cítrica (P e PFUG) não afetou a IMS. Henrique et al. (2004), Prado et al. (2000), Vijchulata et al. (1980) e Ramalho (comunicação pessoal) não observaram redução na IMS quando a polpa cítrica substituiu parcial ou totalmente o milho em rações para bovinos em terminação. Pereira et al. (2007), também não observaram redução na IMS quando a polpa cítrica substituiu 50% do milho na ração de bovinos em terminação, mas quando a substituição foi de 75 a 100% do milho moído, houve redução na IMS. Quando ocorre redução na IMS com a adição de polpa cítrica na ração, as possíveis causas são: a) o efeito da associação da alta capacidade de hidratação da polpa que impacta na ingestão da ração total (BAMPIDIS; ROBINSON, 2005), o alto teor de cálcio da polpa (NRC, 2001) e o alto teor de FDN destas rações. Por outro lado, Sampaio et al. (1984), observaram maior consumo em bovinos alimentados com rações com 60% de concentrado quando a polpa cítrica substituiu totalmente o milho.

Não houve efeito do FUG na IMS dos animais. Richards et al. (1998) também não encontraram diferenças na IMS de animais em terminação recebendo milho laminado a seco com 25 ou 50% de FUG. Entretanto, na maioria dos estudos revisados a substituição do milho por este co-produto aumentou a IMS (PARSONS et al., 2007; FARRAN et al., 2006; BLOCK et al., 2005; MACKEN et al., 2004; SCOTT et al., 2003; SINDT et al., 2003; HUSSEIN; BERGER, 1995). O efeito positivo do FUG na IMS quando ele substitui o milho tem sido atribuído à redução no teor de amido da ração e conseqüente aumento no teor de fibra de alta digestibilidade e aumento do pH ruminal (BLASI et al., 2001), aumento da digestibilidade das rações (HANNAH et al., 1990; MONTGOMERY et al., 2004) e rápido desaparecimento do FUG no rúmen (FIRKINS et al., 1985; KREHBIEL et al., 1995; McCOY et al., 1997). No presente estudo, o FUG substituiu parte do milho e do feno da ração (M x MFUG). Apesar de ausência de diferença estatística, o valor numérico para IMS foi 8% maior no tratamento MFUG que no tratamento M (9,3 kg x 8,6 kg de MS/cab).

O GPD e a EA dos animais não foram afetados pelos tratamentos (P>0,05).

A substituição de 71% do milho por polpa cítrica (M x MPC) ou a substituição total do milho por polpa cítrica (MFUG x PFUG) não afetou o desempenho animal. No trabalho de Pereira et al. (2007), a substituição de 50% do milho por polpa cítrica melhorou o desempenho de machos Canchim em terminação, enquanto a substituição de 75% do milho não afetou o desempenho e a substituição total do milho por poupa cítrica reduziu a IMS e o GPD, mas não a EA dos animais confinados com rações contendo 30% de silagem de cana e 70% de concentrado. Henrique et al. (2004) não observaram diferença no desempenho de bovinos em terminação quando a polpa cítrica substituiu 0, 38, 62 e 86% do milho moído em rações com 80% de concentrado. Vijchulata et al. (1980) trabalhando com dietas com 85% de concentrado, não observaram diferenças no GPD quando a polpa cítrica representou 40% da matéria seca da dieta em substituição ao milho. Em outro estudo, utilizando 60% da dieta como polpa cítrica, esses mesmos autores não encontraram diferença para GPD, IMS, conversão alimentar e características da carcaça. Prado et al. (2000) também não encontraram nenhuma alteração de GPD, IMS e conversão alimentar de tourinhos cruzados Nelore x Angus, quando substituíram 40, 60, 80 e 100% do milho pela polpa cítrica em dietas com cerca de 50% de concentrado. Sampaio et al. (1984), avaliando desempenho de bovinos alimentados com 60% de concentrado com 0; 50 ou 100% de substituição do milho por polpa cítrica, não encontraram diferenças no GPD, mas a EA piorou com a inclusão de polpa cítrica. Ramalho (comunicação pessoal) também não observou redução no GPD de tourinhos ¾ Nelore confinados com rações contendo 82% de concentrado, quando a polpa cítrica substituiu 50% do milho moído fino da ração.

A ausência de efeito negativo da polpa cítrica no GPD dos animais quando a IMS não é reduzida em relação ao milho moído fino observada no presente estudo e na maioria dos trabalhos conduzidos no Brasil, não está de acordo com o menor valor energético estimado para a polpa cítrica, em comparação ao milho pela equação de Weiss et al. (1992), assim como com os valores tabulares do NRC (1996). É provável que o valor energético do milho utilizado no Brasil, do tipo *flint*, seja inferior ao milho dentado, utilizado para compor as tabelas do NRC (1996). A equação de Weiss et al. (1992) não considera a menor digestibilidade do amido do grão *flint* em relação ao dentado.

Poderia ser argumentado que o menor teor de feno no tratamento MPC (7% da MS da ração) em comparação ao tratamento M (11% da MS) teria compensado o menor valor energético

teórico da polpa cítrica em relação ao milho. Entretanto, a comparação entre milho e polpa cítrica nos tratamentos MFUG e PFUG, foi feita com ambas as rações contendo o mesmo teor de feno (5% da MS).

A inclusão de FUG na ração em substituição parcial ao milho ou polpa cítrica com concomitante redução no teor de feno das rações não afetou o GPD e EA dos animais. Em 22 dos 29 trabalhos revisados (Tabela 1), a substituição parcial do milho pelo FUG aumentou (estatisticamente ou apenas numericamente) o GPD dos animais. Em média o aumento foi de 4,19%. Geralmente, este aumento esteve associado ao aumento na IMS, que também ocorreu estatisticamente ou apenas numericamente em 22 das 29 comparações. Entretanto, nem sempre o aumento de IMS foi acompanhado pelo aumento de GPD. Em média a EA foi 0,82% maior com a inclusão de FUG na ração. Estatisticamente ou apenas numericamente a EA foi maior em 13, igual em 4 e menor em 12 comparações com a inclusão de FUG na ração.

O presente trabalho também teve como objetivo avaliar a possibilidade de redução no teor de volumoso quando foi adicionado farelo de glúten de milho na ração. A ração do tratamento M foi formulada com 11% de feno e sem FUG, enquanto a ração do tratamento MFUG foi formulada com 5% de feno e 34% de FUG. A ausência de efeito negativo no desempenho dos animais quando o teor de forragem foi reduzido com a inclusão de FUG na ração, está de acordo com o dados de Sindt et al. (2003), de Montgomery et al. (2003) e de Farran et al. (2006).

Segundo Sindt et al. (2003), em rações contendo 25 a 45% de FUG na MS da ração, o teor de volumoso pode ser reduzido de 6 para 2% da MS sem efeito negativo no desempenho animal. Estes autores avaliaram rações contendo milho floculado com três níveis de inclusão de FUG (25; 35 ou 45% na MS) e dois níveis de feno de alfafa (2 e 6%) para novilhas em terminação. Foi constatado que a diminuição de feno não teve efeito na IMS, GPD e EA, independente do nível de inclusão de FUG. Montgomery et al. (2003) avaliaram o desempenho de novilhos em crescimento alimentados com rações contendo milho floculado, com 40% FUG e 3 níveis de feno de alfafa (0; 10 e 20% na MS). O GPD, a EA, e a energia da ração diminuíram com aumento da inclusão de volumoso. Farran et al. (2006) avaliaram a inclusão de 0 ou 35% de FUG e 0; 3,75 e 5,7% de feno de alfafa na MS de rações para bovinos em terminação contendo milho laminado. Nas rações com FUG, a EA aumentou com decréscimo de feno. Esses autores também não observaram diferença na IMS e desempenho dos animais quando compararam ração com 7,5% de

feno de alfafa sem FUG com ração com 3,75% de feno e 34% de FUG em substituição parcial ao milho.

Resultado diferente foi obtido por Parsons et al. (2007). Estes autores avaliaram o desempenho de bovinos alimentados com ração controle composta por milho floculado a vapor e 9% volumoso e mais 3 rações com 40% farelo de glúten de milho e três níveis de volumoso (9; 4,5 e 0%). Foi observado aumento linear em peso final e IMS com o fornecimento de rações contendo farelo de glúten de milho com níveis crescentes de volumoso. A associação de FUG com níveis mais altos de volumoso resultou em maiores GPDs. Com isto os autores concluíram que não é recomendável retirar todo volumoso quando há inclusão de 40% farelo de glúten de milho na MS. Segundo Farran et al. (2006), métodos diferentes de processamento de grãos podem influenciar na quantidade ótima de volumoso em rações de terminação contendo farelo de glúten de milho. O processamento mais intenso pode requerer combinações diferentes ou adicionais de volumoso ou farelo de glúten de milho para se obter ótimo desempenho quando comparado a processamento menos intenso.

Quando as formas de farelo de glúten de milho foram comparadas, também não houve diferença entre os resultados de desempenho entre as rações PFUG e PFSG ($P>0,05$), resultado semelhante ao encontrado por Ham et al. (1995) que avaliaram ração com milho laminado e farelo úmido de glúten de milho (35 ou 70% na MS) e seco (70% na MS). Segundo Firkins et al. (1985), Trenkle (1987) e Ham et al. (1995), o co-produto úmido tem maior valor nutricional para bovinos em terminação quando comparado ao seco. Entretanto, neste experimento, O FUG apresentou composição bromatológica inferior ao co-produto seco.

Para os dados referentes às características de carcaça, não houve diferença entre os tratamentos para peso de carcaça quente, área de olho de lombo e espessura de gordura ($P>0,05$), enquanto o rendimento de carcaça foi maior ($P<0,05$) para o tratamento PFUG que para o tratamento M. A ausência de diferença na maioria das características de carcaça, está de acordo com a ausência de diferença em desempenho dos animais entre os tratamentos testados. O menor valor observado para rendimento de carcaça no tratamento M é difícil de explicar.

4.3.1.3 Qualidade de carne

Na Tabela 13 estão apresentados dados de características qualitativas de carne dos animais.

Tabela 13 - Características de qualidade da carne de bovinos Nelore alimentados com rações contendo polpa cítrica e farelo de glúten de milho nas formas úmida ou seca em substituição total ou parcial do milho moído fino

Variáveis	Tratamentos[1]					Média	EPM[2]	P[3]
	M	MPC	MFUG	PFUG	PFSG			
Qualidade de carne								
Perdas ao cozimento, %	15,45	17,45	16,45	18,32	15,82	16,69	1,70	0,75
Coloração, %								
L*	34,97	35,10	34,75	36,17	35,82	35,36	0,713	0,59
a*	14,47	13,55	13,2	13,77	12,82	13,56	1,092	0,85
b*	10,0	10,3	10,02	11,07	10,15	10,31	0,735	0,83
Maciez (força cisalhamento, kg)	3,25[ab]	3,72[b]	3,50[ab]	3,02[ab]	2,85[a]	3,27	0,179	0,03
Marmorização	4,91	5,48	5,45	5,46	5,13	5,29	0,208	0,20

[1]Tratamentos: M = milho; MPC = milho e polpa cítrica; MFUG = milho e farelo úmido de glúten de milho; PFUG = polpa cítrica e farelo úmido de glúten de milho; PFSG = polpa cítrica e farelo seco de glúten de milho
[2] Erro padrão da média
[3] Valor de probalilidade
[ab] Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram entre si (P<0,05)

À medida que o mercado consumidor se torna mais exigente, maior atenção deve ser dada ao produto final da atividade, que é a carne. As principais avaliações de qualidade de carne são, via de regra, a coloração do músculo e da gordura, seguidos de aspectos envolvidos com o processamento, como a perda de líquidos no descongelamento e na cocção, que possibilitam a manutenção de características de palatabilidade, suculência e maciez (PEREIRA, 2002).

No presente experimento não houve diferença entre os tratamentos quanto às características perdas ao cozimento, coloração e marmorização (P>0,05), mas o tratamento em

que os animais foram alimentados com ração PFSG apresentou carne mais macia do que aqueles alimentados com ração MPC (P<0,05), resultado este difícil de ser explicado.

Tem sido relatado na literatura (CROUSE et al., 1989; KOOHMARAIE et al., 1994; PRINGLE et al., 1997) que à medida que se aumenta o grau de sangue zebuíno nos animais, há uma diminuição da maciez da carne. Neste experimento, a força de cisalhamento média das amostras de carne de todos os tratamentos foi de 3,27 kgf. Diversos autores citados por Correa (2006) (CROUSE et al., 1989; CUNDIFF, 1992., JOHNSON et al., 1990; KOOHMARAIE, 1992; RESTLE et al., 2000; SAVELL; SHACKELFORD, 1992; SHACKELFORD et al., 1993; WHEELER et al., 1990; WHIPPLE et al., 1990) classificaram a carne como macia quando esta possui valor de resistência ao cisalhamento inferior a 4,5 kgf. Os autores sugerem que para que isso ocorra, os animais devem ter, no máximo, 25% de sangue zebuíno.

DiConstanzo (2004) apud Ladeira e Oliveira (2006) sugeriram um valor de força de cisalhamento de 7,31 kgf para animais Nelore, enquanto Pereira (2002) encontrou valor médio de 4,45 kgf, Faturi et al. (2002) 6,48 kgf e Abularach et al. (1998) 6,70 kgf. A idade é um fator importante na maciez da carne. Com o seu avanço, ocorre a formação de pontes covalentes entre moléculas adjacentes de colágeno, o que confere maior dureza à carne, pois este fato causa aumento da estabilidade e resistência ao ataque químico e térmico (KUBOTA et al., 1993). Nos trabalhos citados, somente Pereira (2002) e Faturi et al. (2002) citaram a idade dos animais, que foram 30 e 19 meses, respectivamente, com ambas avaliações realizadas após maturação da carne. No presente experimento os animais estavam com aproximadamente 24 meses de idade no início do experimento, e as amostras de carne utilizadas para as determinações de qualidade não passaram por processo de maturação. O tempo de maturação e a velocidade de resfriamento podem influenciar na maciez da carne (FELÍCIO, 1997), bem como o sistema de alimentação ou o tipo de alimento, como sugerido no trabalho de Faturi et al. (2002).

Com relação às perdas ao cozimento, os valores obtidos (média de 16,69%) foram abaixo dos valores obtidos por Faturi et al. (2002) para animais Nelore, onde chegou-se a 20,64%, Abularach et al. (1998), com 27,11% e Vaz et al. (2001), 29,3%. O valor de PAC é um indicativo de capacidade de retenção de água pela carne, e segundo Pereira[1] (informação verbal) valores acima de 20% considerados ruins.

[1] PEREIRA, A.S.C. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP

Na quase totalidade dos trabalhos de desempenho revisados envolvendo FUG (Tabela 1), o marmoreio foi a única característica de qualidade de carne avaliada. Para a maioria dos trabalhos revisados onde se comparou o FUG com o milho, não houve diferença neste parâmetro (PARSONS et al., 2008; FARRAN et al., 2006; SINDT et al., 2002; RICHARDS et al., 1998; HAM et al., 1995; KREHBIEL et al., 1995), ou quando ocorreu, esta não foi explicada (MACKEN et al., 2004; SCOTT et al., 2003; HUSSEIN; BERGER, 1995).

A marmorização é uma característica muito importante na determinação de qualidade de carne nos EUA (STRYDON et al., 2000), pois confere sabor, suculência e aroma à carne. No Brasil, ainda não se dá importância a esta característica, sendo a gordura externa (ou subcutânea) do *Longissimus dorsi* o principal parâmetro para detecção do ponto de terminação. De acordo com os padrões americanos de classificação (MEAT EVALUATION HANDBOOK, 1973), a carne deste experimento pode ser classificada entre *Select* e *Choice*, o que confere certo grau de marmorização a esses animais zebuínos.

A luminosidade média L* (35,4) encontrou-se na faixa ideal de 34 a 39, recomendada por Purchas (1988, apud COSTA et al., 2007), mas os valores de a* foram abaixo do ideal de 18 a 22, resultando numa coloração pouco menos vermelha do que o ideal. A cor da carne desejada por consumidores é a vermelho-cereja brilhante, mas esta possui vida útil muito curta (FELÍCIO, 1999). A perda de cor na superfície da carne é inevitável, e é interpretada pelo consumidor como indicativo de produto menos saudável (BARACAT, 2006). A cor da carne pode ser afetada por vários fatores ao longo da cadeia produtiva. Dentre eles, estão as técnicas de abate e armazenamento da carne (FELÍCIO, 1997). A cor da carne depende do pH e da velocidade das reações químicas *post mortem* (glicólise), relacionado com o estresse pré-abate (SARANTOPOULOS; PIZZINATTO, 1990). Outros fatores como raça, idade, alimentação, variações durante o resfriamento, tempo e temperatura de maturação, distribuição e incidência de luz afetam a cor da carne (INSAUSTI et al., 1999 apud BARACAT et al., 2006).

De acordo com Lynch et al. (2002, apud BARACAT, 2006), a intensidade de vermelho (a*) é influenciada pelo sistema de produção, sendo que animais confinados possuem maior valor de a*. Este fato foi explicado pelos maiores níveis de α-tocoferol encontrados no tecido adiposo de animais confinados quando comparados aos àqueles terminados em pasto, aumentando a estabilidade lipídica, que por sua vez aumenta a vida da cor vermelha. Porém, Ladeira e Oliveira (2006), afirmam que é bastante controversa a influência dos ingredientes utilizados nas rações de

animais em confinamento na coloração do músculo. Por outro lado, a coloração da gordura é bastante afetada pelo sistema de produção ou pelo tipo de volumoso utilizado no confinamento, devido à quantidade de carotenóides presentes nas gramíneas.

4.3.1.4 Energia líquida das rações e energia metabolizável do milho

Os valores de energia líquida para manutenção e ganho observados e esperados estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Valores de energia líquida observada e esperada das rações experimentais

Item	Tratamentos[1]					Média	EPM[2]	P[2]
	M	MPC	MFUG	PFUG	PFSG			
EL observada da ração, Mcal/ kg de MS								
Manutenção	1,99	1,98	1,91	2,01	1,89	1,96	0,036	0,14
Ganho	1,34	1,33	1,27	1,35	1,25	1,31	0,032	0,15
EL da ração, observado/esperado, Mcal/ kg de MS								
Manutenção	0,92[b]	1,00[ab]	0,93[b]	1,08[a]	1,01[ab]	0,99	0,019	<0,01
Ganho	1,04[c]	1,14[bc]	1,05[bc]	1,29[a]	1,17[ab]	1,14	0,028	<0,01

[1]Tratamentos: M = milho; MPC = milho e polpa cítrica; MFUG = milho e farelo úmido de glúten de milho; PFUG = polpa cítrica e farelo úmido de glúten de milho; PFSG = polpa cítrica e farelo seco de glúten de milho
[2] Erro padrão da média
[ab] Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram entre si (P<0,05)

Os valores de energia líquida de manutenção e ganho das rações não foram diferentes (P>0,05), o que concorda com a ausência de diferença no desempenho dos animais.

De acordo com os valores estimados de NDT segundo Weiss et al. (1992) e com os valores tabulares do NRC (1996), seriam esperados valores energéticos mais altos na ração contendo milho (MFUG x PFUG) que na ração contendo polpa cítrica, o que não ocorreu. Ambas as rações contendo milho em maior quantidade (M e MFUG) apresentaram relações energia de manutenção observada:esperada menores que 1 (0,92 e 0,93 respectivamente). Para as rações contendo co-produtos (P, PFUG e PFSG) os valores observados de energia líquida de ganho foram maiores que os esperados.

Com base nesses dados, pode-se aferir que o milho *flint* utilizado no Brasil tem valor energético menor que o estimado pela metodologia de Weiss et al. (1992) ou que os valores tabulares do NRC (1996). Isto provavelmente é resultado da menor digestibilidade do amido no material brasileiro. A metodologia de Weiss et al. (1992) não é sensível a este fato, enquanto que os valores tabulares do NRC (1996) foram obtidos com milho dentado. Da mesma maneira pode se observar que os valores estimados de energia líquida para as rações que possuem co-produtos são menores que os observados, ou seja, a metodologia de Weiss et al. (1992) subestimou os valores energéticos da PC, do FUG e do FSG.

Foi calculado o valor de EM do milho moído fino através do método de substituição proposto por Zinn et al. (2002), com base na comparação dos tratamentos MFUG x PFUG. Tomando-se como base a polpa cítrica com valor de EM de 2,66 Mcal/kg, obtido a partir do valor de NDT estimado pela metodologia de Weiss et al. (1992), a EM estimada do milho moído fino foi de apenas 2,42 Mcal/kg.

4.3.1.5 Estimativa da digestibilidade do amido com base no teor de amido fecal.

Para o ensaio de digestibilidade foram colhidas amostras de todos os ingredientes imediatamente antes do início do ensaio (Tabela 15).

Tabela 15 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados no ensaio de digestibilidade do amido

Item [1]	Polpa cítrica	Milho moído fino	Farelo de soja	Nutri energia®	Feno de gramínea	Farelo seco de glúten de milho	Farelo úmido de glúten de milho
MS, %	90,2	92,88	90,7	96,3	92,7	86,6	36,7
MM, % da MS	7,32	1,5	7,22	15,4	6,1	7,5	6,6
FDN, % da MS	30,4	12,1	12,4	39,8	81,8	45,6	52,8
FDA, % da MS	21,1	6,0	8,8	24,0	41,5	11,3	13,2
Lignina, % da MS	2,7	1,32	1,4	5,2	4,5	0,9	0,8
EE, % da MS	3,1	4,1	3,2	18,0	0,9	1,2	0,9
PB, % da MS	5,7	8,9	43,1	13,4	11,9	21,2	22,8
Amido, % da MS	2,3	74	0,8	20,3	NA	4,2	5,4
NTD[2], % da MS	72,9	87,3	80,9	77,4	54,0	70,2	69,2

[1] MS = matéria seca; MM = matéria mineral; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta.
[2] Nutrientes digestíveis totais, calculado segundo metodologia de Weiss et al. (1992); NA = não analisado

A composição das rações avaliadas é apresentada na Tabela 16.

Tabela 16 - Composição química das rações experimentais, em porcentagem da MS

Item [1]	Tratamentos [2]	
	M	MFUG
MS, %	92,8	73,7
MM, % da MS	6,5	6,8
FDN, % da MS	22,4	32,2
FDA, % da MS	11,8	12,1
Lignina, % da MS	2,1	1,7
EE, % da MS	5,2	4,4
PB, % da MS	12,8	14,1
Amido, % da MS	52,7	37,3

[1] MS = matéria seca; MM = matéria mineral; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta.
[2] Tratamentos: M = milho; MFUG = milho e farelo úmido de glúten de milho;

Os valores de amido fecal e digestibilidade do amido (ZINN et al., 2002) são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 - Teores de amido nas fezes, na ração e digestibilidades do amido no trato total

	Tratamentos[1]	
	M	MFUG
IMS[1], kg	7,9	8,0
Teor de amido, %		
Nas fezes	14,8	10,0
Nas rações	52,7	37,3
DTA[1], %	90,8	94,4
ELm, Mcal/kg	2,24	2,33
ELg, Mcal/kg	1,55	1,64

[1]IMS = ingestão de matéria seca; DTA = digestibilidade do amido no trato total
[2]Tratamentos: M = milho; MFUG = milho e farelo úmido de glúten de milho;
[3] Valores de energia do milho moído (Zinn et al., 2002)

Os valores de energia obtidos para o milho utilizado no experimento são semelhantes aos valores tabulados para o milho quebrado americano (EL de manutenção e de ganho de 2,24 e 1,55 Mcal/kg respectivamente), e superiores ao do milho moído. Esses valores não corroboram com os menores valores energéticos observados em relação aos esperados, nas rações experimentais (Tabela 14). Os valores de amido fecal de 14,8% com rações contendo 67,8% de milho *flint* moído (tratamento M) foram próximos aos valores relatados por Corona et al. (2005) (16,15%) com milho dentado moído fino. Nas rações com farelo úmido de glúten de milho (MFUG), o teor de amido fecal de 10%, também foi próximo ao relatado (11,8%) por Macken et al. (2006) com rações contendo 60% de milho dentado moído fino e 25% de FUG.

4.4 Conclusões

A substituição de 71% do milho moído por polpa cítrica não altera o desempenho animal quando o teor de forragem da ração é reduzido de 11 para 7%.

A substituição do milho moído por mistura de polpa cítrica e FUG ou FSG não altera o desempenho animal quando o teor de forragem da ração é reduzido de 11 para 5%.

Ao contrário do estimado pela equação de Weiss et al. (1992), o valor energético do milho *flint* utilizado no Brasil é similar ou inferior ao valor energético da polpa cítrica.

O valor energético do milho *flint* moído utilizado no Brasil é inferior ao valor tabular do NRC (1996).

Os teores de amido fecal obtidos no presente estudo, não subsidiam a hipótese de menor digestibilidade do amido do milho *flint* em comparação ao milho dentado utilizado nos trabalhos americanos revisados.

No presente estudo a estimativa de energia líquida do milho, calculada com base nos teores de amido fecal, não explicou os valores estimados de energia com base no desempenho dos animais.

Referências

ABULARACH, M.L.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contrafilé (músculo *L. dorsi)* de touros jovens da raça nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, maio/jul. 1998.

AFERRI, G. **Desempenho e carcaterísticas de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de gordura.** 2003. 49 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 15th ed. Arlington, 1990. 1117 p.

BAMPIDIS, V.; ROBINSON, P. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 128, p. 175-217, 2005.

BARACAT, R.S. Avaliação do processo por embalagem do tipo atmosfera modificada na conservação de carne bovina porcionada. 2006. 72 p. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

BLASI, D.A.; DROUILLARD, J.; BROUK, M.J.; MONTGOMERY, S.P. **Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle.** Kansas State University, Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service, 2001. 14 p. (Bulletin, MF-2488).

BLOCK, H.C.; MACKEN, C.N.; KLOPFENSTEI, T.J.; ERICKSON, G.E.; STOCK, R.A. Optimal wet corn gluten feed and protein levels in steam-flaked corn-based finishing diets for steers calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 83, p. 2798-2805, 2005.

CORONA, L.; RODRIGUEZ, S.; WARE, R.A.; ZINN. A. Comparative effects of whole, ground, dry-rolled, and steam-flaked corn on digestion and growth performance in feddlot cattle. **The Professional Animal Scientist**, Nebraska, v. 21, p. 200-206, 2005.

CORREA, C.E.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N.; LAUER, J.G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 85, n. 11, p. 3008-3012, 2002.

COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L.; SAVASTANO, S.; ARRIGONI, M.B.; SILVEIRA, A.C.; ROÇA, R.O.; MOURÃO, G.B. Efeito da castração sobre a qualidade da carne de bovinos superprecoces. **Veterinária e Zootecnia**, v. 14, n. 1, p. 115-123, 2007.

CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S.C. Comparisons of *Bos Indicus* and *Bos Taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 67, p. 2661-2668, 1989.

DOMICIANO, B.Z. **Utilização de diferentes níveis de nutri energia em dietas para recria e terminação de cordeiros em confinamento.** 2007. 105 p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

FARRAN, T.B.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MACKEN, C.N.; LINDQUIST, R.U. Wet corn gluten feed and alfafa hay levels in dry-rolled corn finishing diets: effects of finishing performance and feedlot nitrogen mass balance. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 84, p. 1205-1214, 2006.

FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; SILVA, J.H.S.; ARBOITTE, M.Z.; CARRILHO, C.O.; PEIXOTO, L.A.O. Características da carcaça e da carne de novilhos de diferentes grupos genéticos alimentados com confinamento com diferentes proporções de grão de aveia e grão de sorgo no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 31, n. 5, p. 2024-2035, 2002.

FELÍCIO, P.E. Fatores *ante et post mortem* que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P. de (Ed.). **Produção do novilho de corte.** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 79-97.

FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. 1999. Disponível em <http://www.sic.org.br/PDF/qc_caracteristicas.pdf> Acesso em 02 nov. 2008

FIRKINS, J.L.; BERGER, L.L.; FAHEY Jr., G.C. Evaluation of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 60, p. 847, 1985.

GREEN, D.A.; STOCK, R.A.; GOEDEKEN, F.K.; KLOPFENSTEIN, T.J. Energy value of corn wet milling by product feeds for finishing ruminants. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 65, p. 1655, 1987.

HAM, G.A.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; HUFFMAN, R.P. Determining the net energy value of wet and dry corn gluten feed in beef growning and finishing diets. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 73, p. 353-359, 1995.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; ALLEONI, G.F.; COUTINHO FILHO, J.L.V. Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 33, n. 2, p. 463-470, 2004.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

HOUBEN, J.H. VAN DIJK, A.; EIKELENBOON, G.; HOVING-BOLINK, A. H. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on color stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science,** Barking, v. 55, p. 331-336, 2000.

HUSSEIN, H.S.; BERGER, L.L. Effects of feed intake and dietary level of wet corn gluten feed on feedlot performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of growning-finishing beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3246-3252, 1995.

KNUDSEN, B. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 67, p. 319-338, 1997.

KOOHMARAIE, M.; WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D. **Beef tenderness:** regulation and prediction. Washington: USDA, ARS, Meat Animal Research Center, 1994. 11 p.

KREHBIEL, C.R. STOCK, R.A.; HEROLD, D.W.; SHAIN, D.H.; HAM, G.A.; CARULLA, J.E. Feeding wet corn gluten feed to reduce subacute acidosis in cattle. **Journal of Animal Science**, Albany,v. 73, p. 2931-2938, 1995.

KUBOTA, E.H.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Maturação da carne, um processo enzimático. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, p.12-15, 1999.

LADEIRA, M.M.; OLIVEIRA, R.L. Estratégias nutricionais para melhoria da carcaça bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2006, Brasília.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina.** São Paulo: O Autor, 2000. 134 p.

MACKEN, C.N.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Effects of corn processing method and protein concentration in finishing diets containing wet corn gluten feed on cattle performance. **The Professional Animal Science,** Nebraska, v. 22, p. 14-22, 2006.

MACKEN, C.N.; ERICKSON, G. E.; KLOPFENSTEIN, T. J.; STOCK, R. A. Effects of concentration of wet corn gluten feed in steam-flaked corn-basedfinishing diets. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 82, p. 2718-2723, 2004.

McCOY, R.A.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; SHAIN, D.H.; KLEMESRUD, M.J. Effect of energy source and escape protein on receiving and finishing performance and health of calves. **Journal Animal Science**, Albany, v. 76, p. 1488-1498, 1998.

MEAT EVALUATION HANDBOOK. **National live stock and meat board.** Chicago, 1973. 70 p.

MONTGOMERY, S.P.; DROUILLARD, J.S.; TITGEMEYER, E.C.; SINDT, J.J.; FARRAN, T.B.; PIKE, J.N.; COETZER, C.M.; TRATER, A.M.; HIGGINS, J.J. Effectes of wet corn gluten feed and intake level on digestibility and ruminal passage rate in steers. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 82, p. 3526-3536, 2004.

MONTGOMERY, S.P; DROUILLARD, J.S.; SINDT, J.J.; FARRAN, T.B.; PIKE, J.N.; TRATER, A.M.; COETZER, C.M.; LaBRUNE, H.J.; HUNTER, R.D.; STOCK, R.A. Combinations of alfafa hay and wet corn gluten feed in limit-fed growning diets for beef cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 81, p. 1671-1680, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle.** 6th ed. Washington: National Academy Press, 1984.

_____. **Nutrient requeriments of beef cattle.** 7th ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242 p.

OWENS, F.N.; ZINN, R.A**.** Corn grain for cattle: influence of processing on site and extent of digestion. In: SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2005. **Proceedings…** p. 86-112.

PARSONS, C.H.; VASCONCELOS, J.T.; SWINGLE, R.S.; DEFOOR, P.J.; NUNNERY, G.A.; SALYER, G.B.; GALYEAN, M.L. Effects of wet corn gluten feed and roughage levels on performance, carcass characteristics, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 85, p. 3079-3089, 2007.

PEREIRA, A.S.C. **Qualidade de carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) suplementados com vitamina E.** 2002. 100 p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

PEREIRA, E.P.; SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.M.; COSTA, D.F.A.; IMAIZUMI, H.; BITTAR, C.M.M. Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 216-224, 2007.

PESCE, D.M.C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, carcateristicas quantitativas de carcaça e qualitativas de carne de novilhos Nelore confinados.** 2008. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

PRADO, I.N.; PINHEIROS, A. D.; ALCALDE, C. R.; ZEOULA, L. M.; NASCIMENTO, W. G.; SOUZA, N. E. Níveis de substituição do milho pela polpa de citros peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2135-2141, 2000.

PRINGLE, T. D.; WILLIAMS, S.E.; LAMB, B.S.; JOHNSON, D.D.; WEST, R.L. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 75, p. 2955-2961, 1997.

RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; BULLE, M.LM.; LIMA, C.G.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; LANNA, D.P.D. Características de carcaça e qualidade de carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 31, n. 2, p. 749-756, 2002.

RICHARDS, C.J.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; SHAIN, D.H. Effect of wet corn gluten feed, supplemental protein, and tallow on steers finishing performance. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 76, p. 421-428, 1998.

SAMPAIO, A.A.M.; ANDRADE, P.; OLIVEIRA, M. S. Uso de rações com diferentes níveis de proteína e fontes de energia na alimentação de bovinos confinados. Fase II. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 13, n. 4, p. 528-533, 1984.

SANTOS, F.A.P.; MOSCARDINI, M.C. Substituição de fontes de amido por subprodutos ricos em pectina ou fibra de alta digestibilidade na ração de bovinos confinados. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 3., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Grupo Nutrir, 2007. p. 35-52.

SANTOS, F.A.P.; PEREIRA, E.M.; PEDROSO, A.M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 262-297.

SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J. C.; Greco, L. F.; CARARETO, R.; PENATI, M. A. Suplementação de vacas sob pastejo: considerações técnicas e econômicas visando maior rentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 8., 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2007. p. 249-300.

SARANTOPOULOS, C.I.G.L.; PIZZINATTO, A. Fatores que afetam a cor das carnes. **Coletânea do ITAL,** Campinas, v. 20, n. 1, p. 1-12, 1990.

SAS INSTITUTE. **SAS:** user's guide: statistics. Cary, 1999. 965 p.

SCOTT, T.L.; MILTON, C.T.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 3182-3190, 2003.

SKACKELFORD, S.D.; PURSER, D.E.; SMITH, G.C.; GRIFFIN, C.L.; STIFFLER, D.M.; SAVELL, J.W. Lean color characteristics of bullock and steer beef. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, p. 465-469, 1992.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos:** métodos químicos biológicos. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária, 2002. 265 p.

SINDT, J.J.; DROUILLARD, J.S.; TITGEMEYER, E.C.; MONTGOMERY, S.P.; COETZER, C.M.; FARRAN, T.B.; PIKE, J.N.; HIGGINS, J.J.; ETHINGTON, R.T. Wet corn gluten feed and alfafa hay combinations in steam-flaked corn finishing cattle diets. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 81, p. 3121-3129, 2003.

SINDT, J.J.; DROUILLARD, J.S.; THIPPAREDDI, H.; PHEBUS, R.K.; LAMBERT, D.L.; MONTGOMERY, S.P.; FARRAN, T.B.; LaBRUNE, H.J.; HIGGINS, J.J.; ETHINGTON, R.T. Evaluation of finishing performance, carcass characteristics, acid-resistant E. coli and total coliforms from steers fed combinations of wet corn gluten feed and steam flaked corn. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 80, p. 3328-3335, 2002.

SOUZA, A. A cana avança a fronteira pecuária. **ABCZ,** Uberaba, v. 7, n. 36, p. 30-33, jan./fev. 2007.

STOCK, R.A. LEWIS, J.M.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MILTON, C.T. **Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets.** Proceedings of the american Society of Animal Science, 2000. 12 p.

STRYDON, P.E.; NAUDE, R. T.; SMITH, M. F.; SCHOLTZ, M. M.; VAN WYK, J. B. Characterization of indigenous African cattle breeds in relation to meat quality traits. **Meat Science,** Barking, v. 55, n. 1, p. 79-88, 2000.

TRENKLE, A.H. **Use of wet corn gluten feed in no roughage diets for finishing cattle.** Ames: Iowa State University, Animal Science, 1987. 65 p. (Leaflet, R442).

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G.L.D.; BRONDANI, I.L.; ROSA, J.R.P.; SANTOS, A.S.C. Qualidade e composição química da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 30, n. 2, p. 518-525, 2001.

VAN SOEST, P.J. Collaborative study of acid detergent fibre and lignin. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 56, p. 781-784, 1973.

VAN SOEST, P. **Nutritional ecology of the ruminants.** Corvallis: OB Books, 1982. 374 p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for raçãory fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science,** Amsterdam, v. 74, p. 3583-3596, 1991.

VIJCHULATA, P.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B.; POTTER, S.G.; PALMER, A.Z.; BECKER, H.N. Effect of dried citrus pulp and cage layer manure in combination with monensin

on performance and tissue mineral composition in finishing steers. **Journal Animal Science,** Albany, v. 50, n. 6, p. 1022-1030, 1980.

WHEELER, T.J.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. **Shear force procedures for meat tenderness mesuarement.** Washington: USDA, 2001.

WEISS, W.P; CONRAD, H.R.; St. PIERRE, N.R. A theorically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 39, p. 95-110, 1992.

WING, J.M. Effect of physical form and amount of citrus pulp on utilization of complete feeds for dairy cattle. **Journal of Dairy Science,** Albany, v. 58, n. 1, p. 63-66, 1975.

YU, P.; HUBER, J.T.; SANTOS, F.A.P.; SIMAS, J.M.; THEURER, C.B. Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 81, p. 777-783, 1998.

ZINN, R.A.; SHEN, Y. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 76, p. 1280-89, 1998.

ZINN, R.A.; OWENS, F.N.; WARE, R.A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance on feedlot cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 80, p. 1145-1156, 2002.

ZINN, R.A.; BARRERAS, A.; CORONA, L.; OWENS, F.N.; WARE, R.A. Starch digestion by feedlot cattle: Predictions from analysis of feed and fecal starch and nitrogen. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 85, p. 1727-1730, 2007.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo