

SHIRLEY MOTTA DE SOUZA

**FARELO DE GLÚTEN DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE
VACAS EM LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

SHIRLEY MOTTA DE SOUZA

**FARELO DE GLÚTEN DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE
VACAS EM LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 14 de agosto de 2007.

Prof. Edenio Detmann
(Co-orientador)

Prof. Sebastião de C. Valadares Filho
(Co-orientador)

Prof^a. Rilene Ferreira D.Valadares

Prof. Rogério de Paula Lana

Prof. José Maurício de Souza Campos
(Orientador)

"Somos o que repetidamente fazemos. A excelência, portanto, não é um feito, mas um hábito." Aristóteles

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente em meus caminhos.

A Universidade Federal de Viçosa, pelo acolhimento desde a graduação.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade e apoio na realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor José Maurício de Souza Campos pela orientação, confiança e paciência.

Ao prof. Sebastião de Campos Valadares Filho e prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares pelas contribuições para realização deste trabalho.

Aos Professores, Edenio Detmann e Rogério de Paula Lana pelas valiosas sugestões para a conclusão deste trabalho.

Aos demais professores, pelos ensinamentos transmitidos, principalmente à Prof^a. Maria Ignez Leão pela sincera amizade.

Aos amigos de pós-graduação e em especial ao meu querido amigo André Soares e a minha irmã-científica Stefanie Alvarenga pelo apoio, discussões técnicas ao longo do curso e pela amizade nos momentos de diversão.

Aos meus amigos de turma, Kamila Andreatta, Bruna Pena, Bruno Lucchi, Beatriz Junqueira e a todos os demais pela valorosa amizade.

Aos meus amigos de departamento, em especial a Karina Zorzi, pela alegria e a todos os outros queridos amigos, pelo convívio.

A Nae e Maíra, minhas amigas-irmãs, por todos os bons momentos, pelo carinho, preocupação, alegria e companhia.

A todos do Convênio Nestlé, importantes na minha formação e em especial ao Christiano Nascif, por acreditar em mim e no meu trabalho.

Aos estagiários: Isabela, Juliana, Flávio, Tiago e Matheus pela importante ajuda durante a realização do experimento e ao Rafael e Janaína pela ajuda das análises laboratoriais, mas principalmente pela sincera amizade e carinho.

Ao meu pai (*in memoriam*), minha mãe e ao meu irmão que sempre me apoiaram e por abrirem mão de tantas coisas para que eu chegasse até aqui. A vocês minha eterna gratidão pelos valores que me ensinaram e, por sempre me incentivarem buscar uma boa formação.

Aos funcionários da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL), do laboratório de nutrição de ruminantes e da Zootecnia, que sempre estiveram prontos a ajudar e a ensinar, contribuindo para a realização deste trabalho.

Às vacas Ivete, Colônia, Gabiroba, Bolinha, Amanda, Brenda, Isadora, Holímpia, Diana, Doçura, Daiana e Danusa, que participaram diretamente deste trabalho.

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

BIOGRAFIA

SHIRLEY MOTTA DE SOUZA, filha de Joaquim Prates de Souza e Maria Auxiliadora Motta de Souza, nasceu em Colatina, Espírito Santo, em 17 de março de 1980.

Em março de 2000, ingressou no Curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, colando grau em 28 de janeiro de 2005.

Em agosto de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 14 de agosto de 2007.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	5
Desempenho produtivo e viabilidade econômica de vacas em lactação alimentadas com dietas à base de silagem de milho com diferentes níveis de inclusão de farelo de glúten de milho.....	6
INTRODUÇÃO.....	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
CONCLUSÕES.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
Eficiência de utilização de nitrogênio de dietas contendo farelo de glúten de milho para vacas em lactação.....	35
INTRODUÇÃO.....	37
MATERIAL E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
CONCLUSÕES.....	47
CONCLUSÃO GERAL.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

RESUMO

SOUZA, Shirley Motta, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2007. **Farelo de glúten de milho na alimentação de vacas em lactação.** Orientador: José Maurício de Souza Campos. Co-orientadores: Edenio Detmann e Sebastião de Campos Valadares Filho.

Desenvolveu-se este trabalho, com objetivo de avaliar o efeito da substituição da mistura contendo milho e farelos de soja e de trigo pelo farelo de glúten de milho, em dietas à base de silagem de milho para vacas de leite, sobre os consumos e a digestibilidade aparente, a produção e composição de leite, a variação de peso corporal dos animais, a economicidade das dietas, a excreção de uréia na urina, a concentração de uréia no plasma e no leite, o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, em sistema de confinamento em baias individuais, distribuídas em três quadrados latinos 4x4, de acordo com o período de lactação. As dietas foram isonitrogenadas, com 14% de proteína bruta, com base na matéria seca (MS). Foram utilizadas quatro dietas, com níveis crescentes de substituição da ração concentrada (RC) à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo, pelo farelo de glúten de milho (FGM), nos níveis 0, 33, 66 e 100%, com base na MS. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Willians (Willians, 1971), utilizando-se o programa SAS, e adotando nível de 1% de significância. Não se observaram diferenças nos consumos de MS (em kg/dia, %PV e g/kg^{0,75}) entre as dietas experimentais. Houve decréscimo nos consumos MO, PB, EE e CNF (P<0,01) a partir de 67% de substituição da RC pelo FGM em relação às demais as dietas. Os consumos de FDN (em kg/dia e % do PV) não diferiram entre si (P<0,01). O consumo de NDT foi menor (P<0,01) para a dieta contendo maior nível de inclusão de farelo de glúten de milho em relação aos demais tratamentos. Não foram verificadas diferenças nos CDMS, CDMO, CDPB, CDEE, CDCT, CDCNF e no teor de NDT entre os diferentes níveis de inclusão do FGM. Não foram encontradas diferenças para PL, PLC, para os níveis de 0 e 33%. Os teores de PB, GL, LA e ESD não diferiram entre as dietas experimentais. Até 33% de substituição da RC pelo farelo de glúten de milho verificou-se a viabilidade econômica, justificando a sua utilização para redução dos custos de alimentação, em dietas à base de silagem de milho. Não foram observadas diferenças para EU-urina, NUL, NUP e na relação NUL/NUP entre os diferentes tratamentos. Pode-se observar que o nitrogênio total ingerido foi menor (P<0,01) para o nível de maior inclusão do FGM, o que refletiu em um menor balanço de compostos

nitrogenado (g/dia) entre as dietas. O valor de N-leite também diferiu ($P < 0,01$) para a dieta que substituiu 100% da RC pelo FGM. Em dietas à base de silagem de milho, até o nível de 33% de substituição da mistura contendo milho, farelo de soja e trigo pelo farelo de glúten de milho, pode ser utilizado para vacas de leite com produção de 20-25 kg/dia, de acordo com a disponibilidade e conveniência econômica.

ABSTRACT

SOUZA, Shirley Motta, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2007. **Corn gluten bran in feeding of cows during lactation.** Adviser: José Maurício de Souza Campos. Co-Advisers: Edenio Detmann and Sebastião de Campos Valadares Filho.

The objective of this work was to evaluate the effect of the substitution of the mixture containing corn and soybean meal and wheat bran by corn gluten bran, in diets based of corn silage for milk cows, over the consumption and apparent digestibility, the milk production and composition, the body weight variation of the animals, the diet lower price, the urea excretion in the urine, the urea concentration in plasma and in milk, the balance of nitrogen compounds and the microbial protein synthesis. Twelve Holstein cows have been used in dry lot system in individual bails, distributed in three Latin squares 4X4, according the lactation period. The diets have been isonitrogenated, with 14% of crude protein, based on dry matter (DM). Four diets have been used, with increasing levels of substitution of the concentrated ration (CR) based of corn, soybean meal and wheat bran, by corn gluten bran (CGB), on levels 0, 33, 66 and 100%, based on DM. The data have been submitted to variance analysis and Willians test (Willians, 1971), using SAS software, adopting 1% significance level. It has not been observed differences on DM consumption (in kg/day, %PV and $g/kg^{0.75}$) between the experimental diets. A decrease in the MO, PB, EE and CNF occurred ($P<0,01$) beginning at 67% of CR substitution by CGB in relation to other diets. The FDN consumption (in kg/day and % of PV) did not differ between themselves ($P<0,01$). NDT consumption was smaller ($P<0,01$) for the diet containing higher level of inclusion of corn gluten bran in relation to the other treatments. It has not been verified any difference on CDMS, CDMO, CDPB, CDEE, CDCT, CDCNF and in the tenor of NDT between the different inclusion levels of FGM. It has not been found differences for PL, PLC, for the 0% and 33% levels. The tenors of PB, GL, LA and ESD did not differ between the experimental diets. Until 33% of substitution of the RC by the corn gluten bran it has been verified the economical viability, justifying its use for the feeding cost reduction in diets based of corn silage. It has not been observed differences for EU-urine, NUL, NUP and on NUL/NUP ratio between the different treatments. It can be observed that total nitrogen ingested was the smallest ($P<0,01$) for the level of higher CGB inclusion, what reflected in a minor balance of nitrogen compounds (g/day) between the diets. The N-milk value also differed ($P<0, 01$) for the diet which

substituted 100% of the CR by CGB. In diets based on corn silage, until the level of 33% of substitution of the mixture containing corn, soybean meal and wheat bran by corn gluten bran, can be used for milk cows with 20-25 kg/day production, according to the availability and economical convenience.

INTRODUÇÃO GERAL

A identificação de alimentos alternativos aos principais grãos (milho e soja) vem ocupando importante espaço nas preocupações dos pesquisadores e produtores de modo geral, tendo como razões principais, os aspectos de ordem econômica, uma vez que os concentrados conferem itens de custo elevados nos sistemas de produção de leite. A lucratividade da pecuária de leite depende do preço do leite, comparativamente aos preços dos insumos e fatores de produção, e também da quantidade produzida em relação às quantidades usadas dos fatores de produção.

A produção de leite ocupa posição de destaque no agronegócio brasileiro, com a perspectiva de assim permanecer ou mesmo expandir nos próximos anos. O agronegócio do leite e derivados tem se ajustado rapidamente às transformações na economia nacional, mediante a utilização de novas tecnologias e a ampliação da fronteira agrícola em direção a regiões de maior potencial produtivo e menores custos de produção (Vilela, 2002).

Para a otimização gerencial do sistema de produção de leite, o controle dos custos com a alimentação torna-se ponto chave, uma vez que estes representam aproximadamente 40 a 60% do custo total de produção. Sendo assim, melhorias na eficiência e a utilização de subprodutos refletirão diretamente em maiores lucros para o sistema produtivo (Ferguson & Galligan, 1991).

A utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos não constitui prática recente. Contudo, nos últimos anos, face à crescente preocupação com as questões ambientais e à grande oscilação de preços de *commodities* e alimentos tradicionais, como os grãos de cereais, o interesse pela introdução desses subprodutos nas rações de ruminantes tem crescido consideravelmente (Pedroso, 2006). Volume expressivo de subprodutos agroindustriais é produzido anualmente no Brasil, a partir do processamento de grande variedade de culturas para a produção de alimento ou fibra. Alguns são restritos a determinadas regiões. Assim, sua utilização depende da disponibilidade e conveniência econômica, além do conhecimento das características nutricionais. Rações baseadas na utilização de subprodutos devem ser eficientes produtiva e economicamente e devem permitir desempenhos semelhantes aos proporcionados pelos demais alimentos que venham substituir (Chandler, 1993).

O farelo de glúten de milho (FGM) constitui subproduto do processamento industrial do milho, obtido pela separação e secagem das fibras dos grãos durante o processo de moagem do cereal úmido. 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 purificado e xarope de milho, sendo 2/3 de conteúdo fibroso e 1/3 de licor concentrado de maceração (Blasi et al., 2001).

O processo industrial para a obtenção do FGM foi descrito por Pedroso & Carvalho (2004) e tem início com a chegada do milho à indústria, e sua limpeza para retirada de impurezas, palhas e outros materiais, através de peneiras e ciclones, ou por separadores pneumáticos, além de separadores magnéticos para separação de peças metálicas. Em seguida, os grãos vão para tanques de aço inoxidável, chamados maceradores, onde recebem água sulfitada a 45-50°C em corrente contínua, promovendo a assepsia do processo, além de evitar a germinação e auxiliar no amolecimento dos grãos. O tempo aproximado de maceração é de 42 horas, com o milho absorvendo água até atingir 50% de umidade.

A água de maceração, com cerca de 6% de sólidos, é posteriormente evaporada até atingir 45-50% de matéria seca. Dessa forma, eventualmente, pode ser comercializada a granel para o setor de alimentação animal, ou também em tambores, como meio de cultura para fermentações industriais ou isca atrativa no combate à mosca de frutas em pomares.

Em seguida, a massa de grãos advinda dos tanques de maceração é moída em moinhos de disco, indo para os hidrociclones para a separação do gérmen, que sofre a extração do óleo comestível de alta qualidade. Deste processo resulta um co-produto denominado torta de gérmen ou gérmen desengordurado de milho.

O restante do material originado dos hidrociclones é constituído de amido, glúten e casca, que após uma segunda moagem em moinhos de disco, resulta em pasta. Esta passa por uma série de sarilhos e peneiras vibratórias ou por centrífugas verticais que recolhem as cascas deixando passar o amido e glúten. As cascas são deumidificadas, por prensagem, sendo posteriormente misturadas com água de maceração concentrada, e eventualmente com a torta de gérmen, dando origem ao farelo de glúten de milho.

O amido e o glúten, em suspensão aquosa, são separados em centrífugas verticais de alta rotação. Este último, na forma de pasta é seco e moído, transformando-se no co-produto denominado farelo de glúten de milho-60. O amido é então filtrado e

seco, podendo ser utilizado em sua forma natural ou transformado em glicose, maltose, dextrinas e amidos modificados, como ingredientes na fabricação de produtos industriais alimentícios e não alimentícios.

Nos EUA e Europa, o farelo de glúten de milho (FGM) é comercializado na forma úmida apresentando cerca de 40% de matéria seca (MS), ou na forma seca, com 90-92% de MS. O FGM úmido tem sua utilização restrita às proximidades das fontes produtoras, uma vez que em função do seu teor de umidade, os custos de transporte são inviáveis para localidades distantes. No Brasil comercializa-se principalmente FGM na forma seca, contendo cerca de 20% de proteína bruta (PB) com base na MS. Apresenta-se sob a forma farelada, contendo em média 90% de MS. O FGM é produzido no Brasil por quatro fábricas pertencentes a duas empresas distintas, sendo a disponibilidade anual do co-produto no país de aproximadamente 230 mil toneladas (Santos et al., 2004). Tradicionalmente, no Brasil o FGM tem sido comercializado na forma seca. Entretanto, a forma úmida do produto passou a ser comercializada a partir de 2004 por uma das empresas produtoras.

A fibra em detergente neutro (FDN) do FGM é caracterizada pela rápida e elevada degradação (Firkins et al., 1985). A digestibilidade total da FDN gira em torno de 61 a 68% o que caracteriza a fração fibrosa deste produto como de alta qualidade (Green et al., 1987).

Devido, principalmente, à sua característica – pobre em gordura e amido, e bastante rico em fibra altamente digestível - o FGM constitui alternativa para inclusão em rações baseadas em grãos e silagem de milho (Fellner & Belyea, 1991). Contudo, por apresentar concentrações mais elevadas de fibra em detergente ácido (FDA) e FDN do que os grãos de cereais, a utilização do FGM pode restringir a concentração energética e limitar o consumo das rações. Entretanto, os teores reduzidos de amido e elevados de fibra digestível podem ajudar a manter o pH ruminal em níveis desejáveis otimizando a digestão da fibra (Fellner & Belyea, 1991).

Em diversos estudos na literatura internacional demonstrou-se que o farelo de glúten de milho pode ser utilizado em substituição parcial ao concentrado ou ao concentrado e volumoso, sem apresentar grandes efeitos no desempenho de vacas em lactação, podendo constituir alternativa de custo vantajoso em relação à mistura milho e farelo de soja em determinadas épocas do ano (Blasi et al., 2001). Demonstrou-se que substituição de até 60% da MS da ração, promoveu aumento na porcentagem de proteína do leite (Fellner & Belyea, 1991).

Uma das dificuldades que se encontra na avaliação do potencial de utilização subprodutos ou co-produtos em sistemas de produção de leite é o pequeno número de trabalhos de pesquisa realizados no Brasil, especialmente para vacas de produção média mais elevada, acima dos 25 kg/dia. A maioria dos trabalhos revisados foi conduzida nos EUA.

O farelo de glúten de milho é um alimento comumente disponível no mercado nacional e bastante utilizado por parte dos produtores e técnicos, porém com pouco respaldo científico. Neste contexto, por assemelhar-se, em termos energéticos e protéicos, a um concentrado ou uma ração comercial alguns consultores técnicos (Educampo- Sebrae/MG) e produtores recomendam o uso exclusivo do FGM na alimentação de vacas em lactação. Porém, alguns produtores relatam problemas, outros não. Neste cenário, propôs-se a realização desse trabalho, esclarecer essas dúvidas e proporcionar uma resposta a técnico e produtores de leite brasileiros.

Assim, segundo os argumentos apresentados, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da substituição da ração concentrada convencional por farelo de glúten de milho (FGM) em dietas à base de silagem de milho para vacas de média produção de leite, sobre o consumo, e a digestibilidade aparente, a produção e composição do leite, o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana.

Os trabalhos a seguir foram elaborados segundo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia (RBZ).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLASI, D.A.; BROUK, M.J.; DROUILLARD, J. S.; MONTGOMERY, S. P. **Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle**. Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension, 2001. 14p.
- CHANDLER, P. All factors should be considered prior to use of alternative feeds. **Feedstuffs**, Minnetonka, v.65, n.11,p.13,1993.
- FELLNER, V.; R. L., BELYA. Maximizing gluten feed in corn silage diets for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 74(3):996-1005, 1991.
- FERGUSON, J.D.; GALLIGAN, D.T.; BLANCHARD, T. Blood urea nitrogen and conception rate:usfulness of test information. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.1,p.242,1991.
- FIRKINS, J. L.; BERGER, L. L.; FAHEY JUNIOR., G.C. Evaluation of wet and dry distillers grains and dry corn gluten feeds for ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.60, n.3, p.847-860, 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**, Champaign, v.65, n.6, p. 1655-1666, 1987.
- PEDROSO, A. M. **Substituição do milho em grãos por subprodutos da agroindústria na ração de vacas leiteiras em confinamento**. 2006. 119p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- PEDROSO, A. M.; CARVALHO, M. P. **Utilização de subprodutos na alimentação de ruminantes com eficiência técnica e econômica** – Curso online Agripoint, 2004.
- 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.261-297.
- VILELA, D. Perspectivas para a produção de leite no Brasil. In: Sinleite - Avanços em produção e manejo de bovinos leiteiros, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.225-248.

Desempenho produtivo de vacas em lactação alimentadas com dietas à base de silagem de milho com diferentes níveis de inclusão de farelo de glúten de milho

Resumo - O objetivo neste estudo foi avaliar o efeito da substituição da mistura contendo milho e farelos de soja e de trigo pelo farelo de glúten de milho, em dietas à base de silagem de milho para vacas de leite, sobre os consumos e a digestibilidade aparente, a produção e composição de leite, a variação de peso corporal dos animais e a economicidade das dietas. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, em sistema de confinamento em baias individuais, distribuídas em três quadrados latinos 4x4, de acordo com o período de lactação. As dietas foram isonitrogenadas, com 14% de proteína bruta, com base na matéria seca (MS) Foram utilizadas quatro dietas, com níveis crescentes de substituição da ração concentrada (RC) à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo, pelo farelo de glúten de milho (FGM), nos níveis 0, 33, 66 e 100%, na base da MS. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Willians (Willians, 1971), utilizando-se o programa SAS, adotando um nível de 1% de significância. Não foram observadas diferenças nos consumos de MS (em kg/dia, %PV e g/kg^{0,75}) entre as dietas experimentais. Houve decréscimo nos consumos de MO, PB, EE e CNF (P<0,01) para o tratamento de 100% de substituição da RC pelo FGM em relação às demais as dietas. Os consumos de FDN (em kg/dia e % do PV) não diferiram entre si (P<0,01). O consumo de NDT foi menor (P<0,01) para a dieta contendo maior nível de inclusão de farelo de glúten de milho em relação aos demais tratamentos. Não foram verificadas diferenças nos CDMS, CDMO, CDPB, CDEE, CDCT, CDCNF e no teor de NDT entre os diferentes níveis de inclusão do FGM. Não foram encontradas diferenças para PL, PLC, para os níveis de 0 e 33%. Os teores de PB, GL, LA e ESD não diferiram entre as dietas experimentais. Até 33% de substituição da RC pelo farelo de glúten de milho verificou-se a viabilidade econômica, justificando a sua utilização para redução dos custos de alimentação, em dietas à base de silagem de milho. Em dietas à base de silagem de milho, até o nível de 33% de substituição da mistura contendo milho, farelo de soja e trigo pelo farelo de glúten de milho, pode ser utilizado para vacas de leite com produção de 20-25 kg/dia, de acordo com a disponibilidade e conveniência econômica.

Palavras-chave: avaliação econômica, composição do leite, consumo, digestibilidade, produção de leite.

Productive performance of cows during lactation fed with diets based on corn silage with different levels of corn gluten bran inclusion

Abstract- The objective of this study was to evaluate the effect of the substitution of the mixture containing corn and soybean meal and wheat bran by corn gluten bran, in diets based of corn silage for milk cows, over the consumption and apparent digestibility, the milk production and composition, the body weight variation of the animals, the diet lower price. Twelve Holstein cows have been used in drylot system in individual bails, distributed in three Latin squares 4X4, according the lactation period. The diets have been isonitrogenated, with 14% of crude protein, based on dry matter (DM). Four diets have been used, with increasing levels of substitution of the concentrated ration (CR) based of corn, soybean meal and wheat bran, by corn gluten bran (CGB), on levels 0, 33, 66 and 100%, based on DM. The data have been submitted to variance analysis and Willians test (Willians, 1971), using SAS software, adopting 1% significance level. It has not been observed differences on DM consumption (in kg/day, %PV and $g/kg^{0,75}$) between the experimental diets. A decrease in the MO, PB, EE and CNF occurred (P,0,01) beginning at 67% of CR substitution by CGB in relation to other diets. The FDN consumption (in kg/day and % of PV) did not differ between themselves (P,0,01). NDT consumption was smaller (P,0,01) for the diet containing higher level of inclusion of corn gluten bran in relation to the other treatments. It has not been verified any difference on CDMS, CDMO, CDPB, CDEE, CDCT, CDCNF and in the tenor of NDT between the different inclusion levels of FGM. It has not been found differences for PL, PLC, for the 0% and 33% levels. The tenors of PB, GL, LA and ESD did not differ between the experimental diets. Until 33% of substitution of the RC by the corn gluten bran it has been verified the economical viability, justifying its use for the feeding cost reduction in diets based of corn silage In diets based on corn silage, until the level of 33% of substitution of the mixture containing corn, soybean meal and wheat bran by corn gluten bran, can be used for milk cows with 20-25 kg/day production, according to the availability and economical convenience.

Keywords: economical evaluation, milk composition, consumption, digestibility, milk production.

INTRODUÇÃO

O farelo de glúten de milho (FGM) constitui subproduto do processamento industrial do milho, obtido pela separação e secagem das fibras dos grãos 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 purificado e xarope de milho, sendo 2/3 de conteúdo fibroso e 1/3 de licor concentrado de maceração (Blasi et al., 2001). A disponibilidade anual do co-produto no país é de aproximadamente 230 mil toneladas (Santos et al., 2004).

Devido às suas características, ou seja, concentrações mais elevadas de fibra detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do que os encontrados em grãos de cereais é comum encontrar-se trabalhos em que o FGM substitui parte do volumoso, gerando grande dificuldade de se comparar resultados.

Em diversos estudos na literatura internacional demonstrou-se que o farelo de glúten de milho pode ser utilizado em substituição parcial ao concentrado ou ao concentrado e volumoso, sem apresentar grandes efeitos no desempenho de vacas em lactação, podendo constituir alternativa de custo vantajoso em relação à mistura milho e farelo de soja em determinadas época do ano (Blasi et al., 2001). Uma das dificuldades que se encontra na avaliação do potencial de utilização de subprodutos ou co-produtos em sistemas de produção de leite é o pequeno número de trabalhos de pesquisa realizados no Brasil, especialmente para vacas de produção média a alta, sendo a maioria dos trabalhos revisados conduzida nos EUA.

Assim, neste contexto, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da substituição da ração concentrada por farelo de glúten de milho (FGM) em dietas à base de silagem de milho para vacas de produção média diária de 20 a 25 Kg leite, sobre o consumo, a digestibilidade aparente, a produção e a composição do leite.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia (DZO), na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, entre fevereiro a maio de 2006.

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, distribuídas em três quadrados latinos 4 X 4, definidos de acordo com o período de lactação. Os animais iniciaram o experimento com média de 152 dias de lactação e apresentaram no final do experimento menos de 150 dias de gestação.

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 18 dias cada um, sendo os 10 primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para avaliação do consumo, da digestibilidade aparente dos nutrientes e da produção e composição do leite.

Os animais foram alimentados com quatro dietas a base de silagem de milho (*Zea mays*, híbrido AG-1051) com níveis crescentes de substituição da ração concentrada (RC) à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo, pelo farelo de glúten de milho (FGM), nos níveis 0, 33, 66 e 100%, com base da MS.

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, com 14% de PB, de forma a atender as exigências nutricionais de uma vaca com 550 kg de peso corporal, 30 semanas de lactação, produzindo diariamente 20 kg de leite com 3,5% de gordura (NRC, 2001). Na Tabela 1, é apresentada a composição química das dietas experimentais. A composição percentual dos ingredientes das dietas, proporção dos ingredientes da ração concentrada, na base da MS e a composição química dos alimentos utilizados podem ser observadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Composição percentual dos ingredientes da dieta e da ração concentrada com base na matéria seca

Ingrediente	Dieta			
	0	33	66	100
Silagem de milho	60,00	60,00	60,00	60,00
Milho em grão	17,10	11,40	5,70	0,00
Farelo de soja	11,30	7,60	3,80	0,00
Farelo de trigo	9,50	6,30	3,10	0,00
Farelo de glúten de milho	0,00	12,60	25,30	37,90
Uréia + SA (9:1)	0,90	0,90	0,90	0,90
Suplemento mineral ²	1,20	1,20	1,20	1,20
	Concentrado			
Milho em grão	42,75	28,50	14,25	0,00
Farelo de soja	28,25	19,00	9,50	0,00
Farelo de trigo	23,75	15,75	7,75	0,00
Farelo de glúten de milho	0,00	31,50	63,25	94,75
Uréia + SA (9:1)	2,25	2,25	2,25	2,25
Suplemento mineral ²	3,00	3,00	3,00	3,00

¹-RC= ração convencional e FGM= farelo de glúten de milho ² Composição: 87,95% fosfato bicálcico; 5,86% calcário; 4,88% cloreto Na; 1,00% sulfato de Zn; 0,25% sulfato de Cu; 0,03% iodato de K; e 0,03% sulfato de Co.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), compostos nitrogenados não protéicos (NNP), insolúveis em detergente neutro (NIDN) e insolúveis em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), lignina, NDT estimado e energia líquida (EL), obtidos nas dietas experimentais

Itens	Níveis de substituição da RC pelo FGM ¹ (%)			
	0	33	66	100
MS (%)	65,62	63,11	63,22	64,02
MO ²	96,37	95,79	95,20	94,61
PB ²	14,44	14,20	13,94	13,68
NNP ³	32,36	36,28	38,71	38,95
NIDN ³	11,66	10,01	10,96	15,22
NIDA ³	7,19	6,99	7,23	7,74
EE ²	2,83	2,29	1,76	2,22
FDN ²	41,72	43,94	46,19	48,45
FDNcp ²	39,59	40,64	44,23	47,11
CNF ²	41,05	39,96	36,98	33,93
LIGNINA ²	7,94	10,25	11,79	12,29
NDT _{manutenção} ⁴	69,74	68,95	68,16	67,36
EL _p ⁴ (Mcal/kg)	1,71	1,69	1,67	1,65

¹-RC= ração convencional e FGM= farelo de glúten de milho;²- %MS; ³- % do N total; ⁴- estimado pelas equações do NRC (2001).

No sétimo dia de adaptação e no final de cada período experimental foram feitas pesagens individuais dos animais para avaliar a variação de peso corporal. Os pesos dos animais corresponderam às médias de duas pesagens, feitas antes do fornecimento das alimentações e após as ordenhas. Para o cálculo da variação diária de peso (VP), foram considerados os pesos do sétimo dia de adaptação e do final de cada período experimental.

Os animais foram alojados em baias individuais, tipo “tie stall”, providas de comedouro e bebedouro automático e a alimentação foi oferecida *ad libitum* na forma de mistura completa, duas vezes ao dia, após as ordenhas da manhã e da tarde (8:00 e às 17:00). Diariamente, foram feitas pesagens das quantidades fornecidas e das sobras de cada tratamento permitindo-se 10% de sobras em relação ao oferecido. Ao final de cada período de coleta, elaborou-se amostra composta por animal, sendo armazenada em sacos plásticos e congelada a -20°C.

As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia, às 6h00 e 16h00, sendo as produções de leite medidas diariamente para acompanhamento do desempenho dos animais. Através de dispositivo acoplado à ordenhadeira, foram coletadas amostras de leite, nos 14º e 15º dias de cada período, proporcional às produções da manhã e da tarde, fazendo-se amostras compostas, segundo Broderick & Clayton (1997). Posteriormente, as amostras de leite foram acondicionadas em fracos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2 e 6°C e encaminhadas ao Laboratório de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora – MG, para fins de análises dos teores de proteína, gordura, lactose e cálculo extrato seco total, pelo processo de infravermelho através do analisador Bentley 2000 (Bentley Instruments®), segundo descrito por International Dairy Federation (1996).

A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLG) pela equação citada por Sklan et al. (1992); onde:

$$PLG = (0,432 + 0,1625 \times G) \times \text{kg de leite, em que } G = \% \text{ de gordura no leite.}$$

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), compostos nitrogenados não protéicos (NNP), insolúveis em detergente neutro (NIDN) e insolúveis em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), lignina e NDT estimado, obtidos para os alimentos

Itens	Farelo de soja	Farelo de glúten de milho	Milho	Farelo de trigo	Silagem de milho
MS (%)	87,58	84,76	87,33	87,02	38,24
MO ¹	93,74	94,34	98,94	94,19	96,35
PB ¹	49,78	20,67	8,94	17,62	5,76
NNP ²	19,52	44,76	21,13	20,14	44,35
NIDN ²	3,96	10,02	7,14	19,02	16,55
NIDA ²	2,25	4,23	4,25	3,84	23,43
EE ¹	2,00	1,28	4,00	2,28	2,71
FDN ¹	11,27	48,25	12,82	44,40	45,74
FDNcp ¹	10,02	38,53	10,23	38,74	44,59
CNF ¹	34,00	33,86	75,77	35,50	43,29
LIGNINA ¹	1,29	2,70	1,97	4,41	4,53
NDT _{manutenção}	76,75	70,50	81,28	68,68	67,74
EL _p ³ (Mcal/kg)	1,88	1,73	1,99	1,68	1,66

¹- %MS; ²- % do N total; ³- estimado pelas equações do NRC (2001).

Para a estimação dos coeficientes de digestibilidade aparente foi utilizada a fibra insolúvel em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno, obtida após 264 horas (Casali, 2006) de incubação *in situ* dos alimentos fornecidos, sobras e fezes, utilizando sacos Ankon® (filter bag F57), segundo Cochran et al. (1986). Alternativa a este material destaca-se o tecido não-tecido (TNT – 100g/m²), que também foi utilizado no presente trabalho. As amostras foram incubadas em duplicata (20 mg MS/cm²) no rúmen de duas vacas da raça Holandesa recebendo dieta mista por 264 horas. Após este período o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente ácido (Mertens, 2002) para quantificação dos teores de FDAi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por intermédio da relação entre consumo e concentração fecal de FDAi.

As amostras de fezes foram coletadas a intervalos de 26 horas a partir do 11º até o 16º dia do período experimental, tendo início às 8h00 e término às 18h00, respectivamente.

Após o término do experimento, as amostras de alimentos, fezes e sobras foram descongeladas, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65° C, durante 72 a 96 horas e posteriormente moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm. As análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra em detergente em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e lignina em H₂SO₄ 72% p/p (LIG) foram feitas segundo métodos descritos por Silva & Queiroz (2002). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram estimados segundo recomendações de Mertens (2002). As correções no tocante aos teores de cinzas e proteína contidos na FDN e na FDA foram conduzidas conforme recomendações de Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

A quantificação do nitrogênio não protéico (NNP) dos alimentos foi realizada segundo Licitra et al. (1996).

Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) em que: $CT = 100 - (\% PB + \% EE + \% \text{ de cinzas})$

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000), sendo: $CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivada de uréia} + \% \text{ uréia}) + \% FDN + \% EE + \% \text{ Cinzas}]$.

Os teores de PDR e PNDR das dietas foram calculados utilizando-se a degradabilidade efetiva determinada para cada um dos ingredientes dietéticos (farelos de soja, trigo e glúten de milho, fubá de milho e silagem de milho), conforme descrito a seguir.

Para o ensaio de degradação utilizaram-se sacos de náilon medindo 6x11 cm, com porosidade de 50 μ , onde se adicionou 3g de amostras de silagem de milho, farelo de soja, milho em grão, farelo de trigo ou farelo de glúten de milho. Os tempos de incubação utilizados foram de 0, 2, 4, 8, 16, 24 e 48 horas, sendo feita à incubação sequencial proposta pelo AFRC (1992). As amostras foram incubadas em duplicata no rúmen de dois animais por intermédio da fístula ruminal, fixados a uma corrente de aço com peso na extremidade, permitindo a imersão das amostras no conteúdo ruminal. Decorrido o tempo de incubação, os sacos foram lavados em água e levados à estufa a 65°C por 72 horas, sendo posteriormente avaliados os teores de MS e PB dos resíduos da incubação, conforme Silva & Queiroz (2002).

Os parâmetros da dinâmica de degradação da MS e PB foram estimados utilizando o modelo de crescimento assintótico de primeira ordem reparametrizado por Ørskov & McDonald (1979) descrito pela função: $Y_t = a + b * (1 - e^{-kd*t})$; em que: Y_t = fração degradada no tempo “t”; a = fração solúvel; b = fração insolúvel potencialmente degradável; kd = taxa de degradação de b; e t = variável independente tempo. A degradação efetiva da PB e da MS foi calculada pelo modelo: $DE = a + b * Kd / (Kd + kp)$; em que: kp taxa de passagem do alimento pelo rúmen.

A taxa de passagem foi calculada de acordo com o NRC (2001), usando as seguintes equações: Kp para silagem = $3,054 + 0,614 \times CMS$ e Kp para concentrado = $2,904 + 1,375 \times CMS - 0,020 \times \% \text{ do concentrado na dieta}$, onde CMS é o consumo de matéria seca expresso em %PV, sendo o CMS utilizado o obtido no presente trabalho.

Também foi avaliado no presente trabalho, o efeito do material (sistema Ankon®, e tecido não-tecido (TNT – 100g/m²) e a utilização de dois indicadores (FDNi ou FDAi) na estimativa da excreção de matéria seca fecal (EMSF), do coeficiente de digestibilidade dos nutrientes e dos teores de NDT.

Os dados obtidos de consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite, foram submetidos à análise de variância e teste de Willians (Willians, 1971), utilizando-se o programa SAS, utilizando um nível de 1% de significância. As médias

foram monotonicamente ordenadas, segundo os procedimentos exigidos para a aplicação do teste.

As variáveis foram analisadas segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + (P/Q)_{ik} + (V/Q)_{il} + Q \times T_{ij} + e_{ijkl}, \text{ sendo:}$$

Y_{ijkl} = observação na vaca 1, no período k, submetida ao tratamento j, no quadrado latino i;

μ = constante geral;

Q_i = efeito do quadrado latino i, sendo $i = 1, 2, 3$;

T_j = efeito do tratamento j, sendo $j = 1, 2, 3, 4$;

$(P/Q)_{ik}$ = efeito do período k, dentro do quadrado latino i, sendo $k = 1, 2, 3, 4$;

$(V/Q)_{il}$ = efeito da vaca 1, dentro do quadrado latino i, sendo $l = 1, 2, 3, 4$;

$Q \times T_{ij}$ = efeito de interação entre o quadrado latino i e o tratamento j; e

e_{ijkl} = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID $(0; \sigma^2)$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) são apresentados na Tabela 4. De acordo com a interpretação do procedimento de comparação múltipla de médias desenvolvido por Willians (1971), observa-se que os consumos de MS (em kg/dia e %PV) não diferiram entre as dietas experimentais.

Tabela 4 – Médias e coeficientes de variação (CV) para os consumos diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidrato não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) para as dietas experimentais

Itens	Níveis de substituição da RC pelo FGM ^{1,2} (%)				CV (%)
	0	33	67	100	
	kg/dia				
MS	18,43	17,69	18,30	16,89	8,3
MO	17,45	16,73	17,26	15,90*	8,3
PB	2,50	2,38	2,37	2,15*	11,5
EE	0,54	0,54	0,54	0,49*	7,6
CT	14,64	14,13	14,66	13,61	8,0
FDN	6,72	6,86	7,37	7,25	8,3
CNF	7,92	7,27	7,29	6,36*	8,2
NDT	12,45	12,04	12,35	10,90*	10,7
	% do PV				
MS	3,15	3,05	3,21	2,95	8,0
MO	2,98	2,89	3,02	2,78	13,5
FDN	1,15	1,18	1,29	1,27	8,2

¹RC = ração concentrada; ²FGM = farelo de glúten de milho

Médias seguidas por (*) indicam o nível de substituição a partir do qual se observa diferença em relação ao tratamento controle (nível zero) pelo teste de Williams (P<0,01).

O consumo de matéria seca é de fundamental importância nutricional, pois determina o nível de ingestão de nutrientes pelo animal e estabelece a quantidade de nutrientes disponíveis para manutenção e produção. A regulação da ingestão envolve sinais de fome e saciedade que operam através de vários mecanismos hormonais e neurais que não são completamente compreendidos (Mertens, 1994).

Mesmo não tendo sido detectado diferença estatística para o consumo de MS em kg/dia, em termos absolutos é possível observar que houve redução de 1,54 kg de matéria seca para o nível de 100% de substituição do FGM, quando comparado à dieta contendo a RC.

Os resultados de consumo utilizando o FGM são poucos conclusivos. Armentano & Dentine (1988), trabalhando com FGM em substituição ao volumoso e ao concentrado, em até 36% da MS; Bernard et al. (1991), também em substituição ao volumoso e ao concentrado, em 27,1% da MS e Gunderson et al. (1988), substituindo apenas o concentrado e utilizando 30% da MS também não encontraram diferenças no CMS. De outra forma Sarwar et. al. (1991) utilizando 40% de substituição e FGM úmido e Fellner et.al. (1988), trabalhando com os níveis 21,2; 38,5 e 57,1% do FGM úmido em substituição também ao concentrado encontram redução no CMS. DeLost et al.(1989) concluíram que até 25% de substituição do FGM à silagem e ao milho

representou aumento no consumo de matéria seca, o que também está de acordo com os resultados de Firkins et.al. (1991) substituindo forragem e concentrado, em até 20% da MS total da dieta. Já Kononoff et al. (2006) avaliaram a inclusão do FGM úmido em rações de vacas leiteiras em substituição ao volumoso (silagem de milho, feno de alfafa e silagem pré-seca de alfafa) e parte do concentrado (milho, farelo de soja e caroço de algodão) e concluíram o CMS aumentou até o nível de 37,9% de substituição da MS total da dieta. Ferdinand et al. (2001) observaram que a inclusão de 20% FGM úmido, substituindo 10% do feno de alfafa, 5% da silagem de milho, e 5% ao milho, resultou em tendência de aumento de CMS em 1,3 a 1,8 kg/vaca/dia. Esse aumento no consumo de matéria seca foi explicado pelos autores devido à alta taxa de passagem deste subproduto (Kampman et. al., 1898; Kononoff et. al., 2006).

Houve decréscimos, em 100% substituição da RC pelo FGM nos consumos PB, EE e CNF ($P < 0,01$). As reduções nos consumos de PB, EE e CNF provavelmente é reflexo do menor consumo de MO, que pode ser observado na Tabela 4. A inclusão de FGM com alto teor de FDN quando comparado à dieta controle implica em maior ação dos mecanismos físicos, o que em 100% de substituição passou a restringir o consumo de MO, o que pode ser reforçado pela constância no consumo de FDN, observado na Tabela 4. Não foram verificadas diferenças nos CDMO, CDPB, CDEE, e CDCNF, sendo o consumo altamente correlacionado com a digestibilidade, ou seja, os resíduos não digeridos exercem influência negativa sobre a capacidade de consumo e, isso corrobora para queda no consumo desses nutrientes obtidos para as dietas experimentais.

Os consumos de FDN (em kg/dia e % do PV) não foram afetados entre si para as dietas experimentais. No presente estudo, o consumo de FDN em relação ao peso vivo, variou de 1,15% para a dieta controle e 1,27% PV para o tratamento de 100% de substituição da RC pelo FGM, estando de acordo com o valor observado por Mertens (1994) de 1,25% ($\pm 0,1\%$), o que permitira uma máxima ingestão de MS e energia de vacas em lactação, maximizando a produção de leite.

A forte correlação entre a FDN e a fase de regulação física do consumo se dá principalmente em virtude do alto volume ocupado pela fração da parede celular (Mertens, 1994), bem como às suas características de baixa densidade e de degradação mais lenta quando comparada ao conteúdo celular (Van Soest, 1994; NRC, 2001). A distensão no compartimento rúmen-reticular provocada pelo enchimento estimula receptores na camada muscular localizados, principalmente, em nível de retículo e saco

cranial (Allen, 1996), em que mecanorreceptores são excitados por estímulos mecânicos e químicos e tensoreceptores respondem à distensão em si (Allen, 2000), estimulando o final de alimentação (Detmann et al., 2003). Assim, o comportamento encontrado por esses indica que, possivelmente, a mudança da predominância de mecanismo regulador de físico para metabólico não é pontual e, sim transitória. Logo a inclusão de FGM, não afetou o CFDN ($P<0,01$) mantendo-se constante entre as dietas.

O consumo de proteína bruta (PB) foi menor ($P<0,01$), provavelmente em razão do menor consumo de MO. Com relação ao extrato etéreo (EE), o decréscimo pode ser explicado devido ao maior teor de EE no farelo de trigo (2,28%) e farelo de soja (2,00%) quando comparado ao farelo de glúten de milho (1,28% na MS).

Mesmo sendo a FDN do FGM altamente degradável, a substituição de CNF da RC por maiores valores de FDN do FGM implica em aumento do efeito de repleção ruminal da ração total, o que pode acarretar queda no consumo de nutrientes. Isso, provavelmente, pode explicar a redução no consumo de MO ($P<0,01$), encontrado em 100% de substituição.

O consumo de NDT reduz em 100% de substituição da RC pelo FGM ($P<0,01$). Provavelmente devido ao reflexo do menor consumo de MO e menor porcentagem de NDT entre as dietas experimentais, o que pode ser observado na Tabela 1.

Na Tabela 5 encontram-se os valores estimado de exigências de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida (EL) segundo o NRC (2001), de vacas lactantes com 550 kg de peso corporal, produzindo 20 kg/dia em média com 3,5% de gordura, com ganho de peso de 0,20 kg/dia e 30 semanas de lactação, expressos em kg/dia. Observa-se que houve um déficit de proteína de -0,25 kg/dia para o tratamento de 100% de substituição da RC pelo FGM em relação às exigências recomendada pelo NRC (2001). Os consumos de NDT foram maiores que às exigências, em todas as dietas contendo farelo de glúten de milho.

Tabela 5 –Valores observados e exigências de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida (EL) segundo o NRC (2001), de vacas lactantes com 550 kg de peso corporal, produzindo 20 kg/dia em média com 3,5% de gordura, com ganho de peso de 0,20 kg/dia e 30 semanas de lactação, expressos em kg/dia

Itens	Exigências	Níveis de substituição da RC pelo FGM ^{1,2} (%)			
		0	33	67	100
PB (kg/dia)	2,40	2,50	2,38	2,37	2,15
Diferença		+0,10	-0,02	-0,03	-0,25
NDT (kg/dia)	10,51	12,45	12,04	12,35	10,90
Diferença		+1,94	+1,53	+1,84	-0,39

As médias diárias e os respectivos coeficientes de variação (CV%) para as excreções de MS fecal (EMSF) e os coeficientes para as digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados utilizando-se FDNi e FDAi como indicadores internos em comparação com TNT e Ankon encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Médias diárias e os respectivos coeficientes de variação (CV%) para as excreções de MS fecal (EMSF) e coeficientes os para as digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDTobs estimados utilizando-se FDNi e FDAi como indicadores internos em comparação com TNT e Ankon

Variável	Média					Efeito		
	Ankon		TNT		CV%	Material	Indicador	M x I
	FDNi	FDAi	FDNi	FDAi				
EMSF	6,59	6,22	8,24	7,79	21,31	*	ns	ns
CDMS	63,24	65,03	53,89	56,31	11,34	*	ns	ns
CDMO	64,94	64,49	56,02	58,33	10,97	*	ns	ns
CDPB	64,01	64,84	55,15	57,19	13,72	*	ns	ns
CDEE	76,65	76,68	70,41	72,41	10,84	*	ns	ns
CDFDN	51,47	50,69	39,25	42,10	25,46	*	ns	ns
CDCNF	78,73	78,64	72,65	74,78	7,58	*	ns	ns
NDTobs	64,14	66,68	57,24	59,56	22,26	*	*	*

Não houve efeito do indicador (FDNi ou FDAi) para as médias diárias de excreções de MS fecal (EMSF) e os coeficientes para as digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF), porém houve efeito ($P < 0,05$) para os nutrientes digestíveis totais (NDT) a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pode-se observar que houve efeito da interação entre os fatores, sendo assim, os valores de Ankon com FDAi, ficando mais próximos ao NDT estimado.

A caracterização do valor nutritivo dos alimentos, que envolve consumo, digestibilidade e eficiência de utilização do alimento (Freitas et al., 2002) tem grande importância para os ruminantes, pois possibilita inferir sobre sua utilização por esses animais. Ítavo (2001) estimou a digestibilidade aparente de gramíneas através de indicadores internos FDNi ou FDAi e verificou diferenças significativas entre os indicadores para dietas à base de feno de capim Tifton 85, relatando maior precisão para FDAi. Já Piaggio et al. (1991) relataram problemas com o uso da FDAi, obtida após a incubação *in situ* como indicador interno.

O surgimento do sistema Ankon® proporcionou praticidade e precisão para a avaliação da digestibilidade *in situ*. Porém o alto custo por saco, cerca de US\$ 2,00/saco pode limitar a sua utilização. Uma forma alternativa a este material na utilização do sistema Ankon® destaca-se o tecido não-tecido (TNT – 100g/m²) a custo inferior, cerca de US\$ 0,01/ saco, segundo Casali (2006).

Diversos autores (Hvelplund & Weisbjerg, 2000; Berchielli et al., 2001) tem apontado a perda de partículas como o principal fator de comprometimento sobre a exatidão de procedimentos de avaliação de alimentos *in situ*. Lippke et al., (1986) afirmaram que a falta de uniformidade de partícula, comumente encontrado entre alimentos e fezes, pode ser responsável, ao menos, parcialmente pela baixa recuperação fecal de FDNi nas fezes (Casali, 2006).

Todavia, embora seja o sistema NRC (2001) amplamente difundido e, teoricamente, satisfatório para o uso em condições temperadas, esse conjunto de equações não tem apresentado eficiência de predição satisfatória quando aplicado a alimentos obtidos em condições tropicais, tornando as estimativas substancialmente desviadas dos valores observados *in vivo* (Costa, 2002; Rocha Jr. et al., 2003; Silva, 2004; Oliveira, 2005).

A digestibilidade aparente média para a MS (CDMS), demais nutrientes, e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas e respectivos coeficientes de variação estão apresentados na Tabela 7. Não foram verificadas diferenças nos CDMS,

Tabela 7 – Coeficientes médios de digestibilidade aparente e coeficientes de variação (CV) para matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDCT), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos não fibrosos (CDCNF), e teores de nutrientes digestíveis totais observados (NDT) obtidos para as dietas experimentais

Itens	Níveis de substituição da RC pelo FGM ^{1,2} (%)				CV (%)
	0	33	67	100	
CDMS	65,23	62,36	62,97	61,63	9,0
CDMO	67,01	64,08	64,41	63,37	8,4
CDPB	66,39	64,91	64,94	64,82	10,8
CDEE	76,21	78,44	77,35	75,20	9,8
CDCT	67,30	67,44	67,02	64,07	12,0
CDFDN	51,42	48,90	50,94	53,07	15,7
CDCNF	80,18	84,02	82,38	75,82	14,6
NDT	67,56	67,88	67,27	64,75	9,9

¹RC = ração concentrada. ²FGM = farelo de glúten de milho

Médias seguidas por (*) indicam o nível de substituição a partir do qual se observa diferença em relação ao tratamento controle (nível zero) pelo teste de Williams (P<0,01).

CDMO, CDPB, CDEE, CDCT, CDCNF e no teor de NDT entre as dietas experimentais.

Conforme Van Soest (1994), a digestibilidade e utilização dos nutrientes são uma descrição qualitativa do consumo dos alimentos. Neste contexto, pode-se observar que as digestibilidades aparentes dos nutrientes não variaram em função da substituição da RC pelo FGM (Tabela 8), assim como também os consumos de MS (em kg/dia, %PV e g/kg^{0,75}) que não diferiram entre as dietas experimentais (Tabela 4).

De acordo com Firkins, et al., (1985), a fibra em detergente neutro (FDN) do FGM é caracterizada pela alta e rápida digestão *in vitro* (5,13%/h⁻¹) e a degradabilidade *in situ* (4,7%/h⁻¹). A digestibilidade da FDN em torno de 61 a 68% caracteriza a fração fibrosa deste produto como de alta qualidade (Green et al., 1987). Sendo essa alta degradabilidade uma possível explicação para a ausência de diferenças nas digestibilidades dos nutrientes, verificadas quando esta substituiu o amido do fubá de milho.

Os dados de consumo de matéria seca e matéria orgânica digerida encontram-se na Tabela 8. Observa-se que a partir do nível de 67% de substituição da RC pelo FGM, o consumo de matéria seca (CMS) e matéria orgânica digerida (CMO) foi menor

($P < 0,01$). A MO representa os componentes capazes de fornecer energia, proteína e ácidos graxos para síntese de leite na glândula mamária e, assim a queda no consumo de MO explica a queda na produção de leite.

Tabela 8 - Médias e os respectivos coeficientes de variação (CV%) para o CMS digerida, CMO digerida obtidos para as dietas experimentais

Itens	Níveis de substituição da RC pelo FGM ^{1,2} (%)				CV (%)
	0	33	67	100	
CMS digerida	12,40	12,76	10,55*	9,19	8,3
CMO digerida	12,09	12,43	10,10*	8,19	7,9

¹RC = ração concentrada. ²FGM = farelo de glúten de milho

Médias seguidas por (*) indicam o nível de substituição a partir do qual se observa diferença em relação ao tratamento controle (nível zero) pelo teste de Williams ($P < 0,01$).

Na Tabela 9 encontram-se as estimativas dos parâmetros de degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) dos alimentos usados nas dietas experimentais. As degradabilidades efetivas médias calculadas para a MS dos alimentos foram, respectivamente, 32,45; 52,17; 61,74; 68,60 e 48,32 para a silagem de milho, farelo de glúten de milho, farelo de soja, farelo de trigo e fubá de milho, utilizando-se as taxas de passagem médias calculadas de $0,0495.h^{-1}$ e $0,0635.h^{-1}$ para a silagem de milho e os alimentos concentrados. As degradabilidades efetivas médias calculadas para a PB dos alimentos foram, respectivamente, 71,54; 81,10; 65,12; 75,99 e 49,40 para a silagem de milho, farelo de glúten de milho, farelo de soja, farelo de trigo e fubá de milho, utilizando as mesmas taxas de passagem médias calculadas para a degradabilidade efetiva da MS dos alimentos. Os valores encontrados, para as degradabilidades da MS (32,45%) e da PB (71,54%) para a silagem de milho no presente trabalho estão abaixo dos relatados por Pereira (2003) de 44,04 e 78,59 respectivamente e também abaixo dos valores encontrados por Pina (2005) que formam de 50,77 e 84,54% respectivamente. Os valores de degradabilidade da MS e PB para o FGM, 52,17 e 81,10%, respectivamente também ficou abaixo dos dados encontrados na literatura. Já os demais ingredientes, farelo de soja (61,74 e 65,12%), farelo de trigo (68,60 e 75,99%) e fubá de milho (48,32 e 49,40%) utilizando taxas de passagem de $0,0495.h^{-1}$ e $0,0635.h^{-1}$ para a silagem de milho e o concentrado, respectivamente ficaram próximos dos valores relatados por Valadares Filho et al., (2002).

Tabela 9 – Estimativa dos coeficientes a (%), b (%), Kd (h⁻¹) das equações ajustadas para a degradabilidade da MS e PB, degradabilidade efetiva (DE) e desvio-padrão assintótico (DA) para os alimentos utilizados

Alimentos	Parâmetros			DE	DA
	a	b	kd		
Matéria Seca					
Silagem de Milho	20,60	49,68	0,0155	32,45	3,0
FGM	42,14	32,37	0,0285	52,17	4,7
Farelo de Soja	30,00	67,17	0,0569	61,74	5,0
Farelo de Trigo	43,21	38,42	0,1237	68,60	3,3
Milho	21,78	69,87	0,0389	48,32	2,8
Proteína Bruta					
Silagem de Milho	59,54	32,56	0,0289	71,54	1,0
FGM	72,78	16,64	0,0635	81,10	5,8
Farelo de Soja	18,96	80,00	0,0866	65,12	6,9
Farelo de Trigo	49,66	39,89	0,1233	75,99	2,6
Milho	24,63	72,01	0,0333	49,40	5,7

Os valores médios e os coeficientes de variação para a produção diária de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC), variação diária de peso (VP, teores no leite e produções diárias de proteína bruta (PB), gordura (GL), lactose (LA), extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD) são apresentados na Tabela 10. De acordo com a interpretação do procedimento de comparação múltipla de médias desenvolvido por Willians (1971), observa-se que a partir do nível de 67% de substituição da RC pelo FGM, a PL e a PLC diminuem ($P < 0,01$). Os teores de PB, GL, LA e ESD não diferiram entre as dietas experimentais.

O desempenho animal é na essência uma função do consumo, do teor de nutrientes digestíveis da dieta e da eficiência do animal em converter os nutrientes consumidos em produto (Noller, 1997). Portanto, redução ($P < 0,01$) na produção de leite e na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura pode ser entendida pela redução no consumo de nutrientes, observado na Tabela 4, o que também refletiu em uma menor síntese de proteína microbiana.

Dos constituintes do leite, a porcentagem de gordura é o parâmetro mais afetado pelo FGM e de acordo com Bernard et.al. 1991, esse fato se deve às concentrações molar de acetato e propionato. No presente trabalho não foi possível fazer tal comparação, mas, apesar dos teores de gordura não diferirem significamente entre as dietas experimentais houve uma tendência à diminuição entre os diferentes tratamentos. Os teores de EST diferiram entre as dietas, o que pode ser explicado através do menor

coeficiente de variação encontrado para esse parâmetro, o que permitiu identificar tal diferença. As diferenças para cada componente, embora haja queda de 0 para 100%, não foram suficientes para a detecção de significância. Contudo, o EST engloba soma destas pequenas diferenças, permitindo assim a detecção da diferença.

Tabela 10 - Médias e coeficientes de variação (CV) para produção diária de leite sem (PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLC), variação diária de peso (VP), teores no leite e produção de proteína bruta (PB), gordura (GL), lactose (LA), extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD) em função das dietas experimentais

Itens	Níveis de substituição da RC pelo FGM ^{1,2} (%)				CV (%)
	0	33	67	100	
PL (kg/dia)	23,78	22,90	22,10*	21,22*	4,9
PLC (kg/dia)	24,54	23,57	22,09*	21,60*	5,3
Gordura (%)	3,72	3,69	3,52	3,56	8,3
Proteína (%)	3,32	3,28	3,27	3,22	3,4
Lactose (%)	4,33	4,28	4,32	4,31	2,2
EST ¹ (%)	12,58	12,43	12,25	12,13*	3,0
ESD (%)	8,83	8,82	8,71	8,68	3,0
VP ³ (kg/dia)	0,68	0,48	0,31	-0,17	-

¹RC = ração concentrada. ²FGM = farelo de glúten de milho

Médias seguidas por (*) indicam o nível de substituição a partir do qual se observa diferença em relação ao tratamento controle (nível zero) pelo teste de Williams (P<0,01).

³Não analisado estatisticamente

Apesar do maior nível de FDN nas dietas com maior inclusão do subproduto, possivelmente a quantidade de fibra fisicamente efetiva pode ter diminuído com a maior participação do FGM, o que pode contribuir para uma diminuição de substrato para a síntese de proteína microbiana e, conseqüentemente menor atividade ruminal e menor aporte de nutrientes na glândula mamária. Os dados obtidos podem refletir uma possível falta de energia para maximizar a síntese de proteína microbiana, o que reduziria a disponibilidade de proteína metabolizável no intestino delgado, com reflexos negativos na síntese de precursores na glândula mamária.

De maneira geral, os dados de literatura mostram pouca variação nos componentes do leite. Mas uma dificuldade na interpretação dos resultados é justamente devido às características do próprio farelo de glúten de milho que às vezes entra substituindo o volumoso e ora a concentrado e, em na grande maioria em ambos os casos. Blasi et. al. (2001) revisando 11 trabalhos e 23 tratamentos, variando o nível de inclusão do FGM de 20 a 60% da MS da dieta, comprovam isso, a inclusão do subproduto tem pouco efeito na composição do leite.

Nesta pesquisa a variação corporal foi de 0,68; 0,48; 0,31 e -0,17 kg/dia respectivamente para as dietas experimentais. Porém a curta duração dos períodos experimentais dificulta a avaliação desse parâmetro.

Na Tabela 11 estão apresentados os preços do leite, dos concentrados e do volumoso em função das dietas experimentais. Verificou-se diminuição de custo com o aumento da inclusão do farelo de glúten de milho, porém os animais perderam peso no nível máximo de substituição.

Tabela 11 – Custo com alimentação e saldo por litro e por vaca, com e sem variação de peso vivo para as dietas experimentais

Itens	Níveis de substituição da RC pelo FGM ¹ (%)			
	0	33	67	100
Desempenho				
Produção de leite (L/dia)	23,78	22,90	22,10	21,22
Variação de peso (kg/dia)	0,680	0,480	0,310	-0,170
Consumo (kg de MN)				
Silagem de milho (kg/vaca/dia)	38,87	37,58	38,64	36,50
Concentrado (kg/vaca/dia)	8,04	7,39	7,99	7,39
Relação PL/consumo de concentrado	2,96	3,10	2,77	2,87
Preço dos produtos e alimentos				
Preço do leite ¹ (R\$/litro)	0,53	0,53	0,53	0,53
Preço do peso corporal (R\$/kg)	1,50	1,50	1,50	1,50
Preço do concentrado ² (R\$/kg)	0,47	0,44	0,41	0,38
Preço da silagem de milho (R\$/kg)	0,06	0,06	0,06	0,06
Valor da produção por vaca				
Produção de leite (R\$/vaca/dia)	12,60	12,14	11,71	11,25
Variação de peso (R\$/vaca/dia)	1,02	0,72	0,47	-0,26
Total (R\$/vaca/dia)	13,62	12,86	12,18	10,99
Valor da produção por litro				
Produção de leite (R\$/litro)	0,53	0,53	0,53	0,53
Variação de peso (R\$/litro)	0,04	0,03	0,02	-0,01
Total (R\$/litro)	0,57	0,56	0,55	0,52
Gasto com alimentação por vaca				
Volumoso (R\$/vaca/dia)	2,33	2,26	2,32	2,19
Concentrado (R\$/vaca/dia)	3,78	3,25	3,28	2,81
Total (R\$/vaca/dia)	6,11	5,51	5,59	5,00
Gasto com alimentação por litro				
Volumoso (R\$/litro)	0,098	0,098	0,105	0,103
Concentrado (R\$/litro)	0,159	0,142	0,148	0,132
Total (R\$/litro)	0,257	0,241	0,253	0,236
Saldo sem a variação de peso				
Por vaca (R\$/dia)	6,49	6,63	6,12	6,25
Por litro (R\$/dia)	0,273	0,289	0,277	0,294
Saldo com a variação de peso				
Por vaca (R\$/dia)	7,51	7,35	6,58	5,99
Por litro (R\$/dia)	0,32	0,32	0,30	0,28
Gastos % valor da produção de leite				
Volumoso (%)	18,50	18,58	19,79	19,47
Concentrado (%)	29,99	26,81	27,97	24,96
Total (%)	47,28	44,65	47,42	44,50

¹ Preço do leite médio praticado em Minas Gerais durante o ano de 2006

² Preços médios dos ingredientes durante o ano de 2006 em Minas Gerais

A partir da análise da produção de leite, variação de peso vivo, receita obtida e proporcionalidade de redução entre receita, lucro e custo, em relação às dietas experimentais, é possível afirmar que a inclusão de 33% de farelo de glúten de milho foi técnica e economicamente viável. Apresentando um menor gasto com alimentação por vaca (R\$ 5,51), além de apresentar maior saldo por vaca (R\$ 6,63) sem considerar a variação de peso dos animais e um saldo por vaca de R\$ 7,35 e por litro de R\$ 0,32, quando se considera a variação de peso vivo.

CONCLUSÕES

Em dietas à base de silagem de milho, até o nível de 33% de substituição da mistura contendo milho e farelo de soja e trigo pelo farelo de glúten de milho, pode ser utilizado para vacas produzindo 20-25 kg de leite/dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL-AFRC. Nutritive requirements of ruminants animals protein. Nutrition Abstracts and reviews (Series B), v.62,n.12,p.787-835,1992.
- ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, n.12, p. 3063 – 3075, 1996.
- ALLEN, M. S. Effects of diets on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.83, n.7, p. 1598 – 1624, 2000.
- ARMENTANO, L.E.; DENTINE, M.R. Wet corn gluten feed as a supplement for lactating dairy cattle and growing heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71, n.4, p. 990-995, 1988.
- BERCHIELLI, T.T.; SADER, A.P.O.; TONANI, F.I. et al. Avaliação da determinação da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido pelo sistema ANKON. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1572-1578,2001.
- BERNARD, J. K.; DeLOST, R. C.; MUELLER, F.J. MILLER, J.K; MILLER, W.M. Effect of wet or dry corn gluten feed on nutrient digestibility and Milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.11 p. 3913-3919, 1991.
- BERNARD, J.K.;McNEILL, W.W. Effect of high fiber energy supplements on nutrient digestibility and Milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.3 p. 991-995, 1991.
- BLASI, D.A.; BROUK, M.J.; DROUILLARD, J.S.; MONTGOMERY, S.P. Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle. Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension, 2001. 14p.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- CASALI, A.O.; **Procedimentos metodológicos *in situ* na avaliação do teor de compostos indigestíveis em alimentos e fezes de bovinos**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2006.

- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- COSTA, M.A.L. **Desempenho de novilhos zebuínos e validação das equações do NRC (2001) para predizer o valor energético dos alimentos em condições brasileiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- DeLOST, R.C.; MILLER, J.K.; MULLER, F.L.; RAMSEY, N.; BERNARD, J.K.; MONTGOMERY, M.J. HOLMES, C.R. Performance of lactating dairy cows fed wet or dry corn gluten feed. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72 supl.1, p. 511-512, 1989.
- DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R. et al. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1763-1777, 2003 (supl.1).
- FELLNER, V.; BELYEA, R. L. Maximizing gluten feed in corn silage diets for cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.3, p.996-1005, 1991.
- FELLNER, V.; BELYEA, R.L.; STEEVENS, B.J.; RICKETTS, R.E.. Nutritive value and feeding management of corn gluten feed. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71, Supl.1, p.215, 1988.
- FERDINAND, E.E.; SHIRLEY, J.E.; TITGEMEYER, E.C.; PARK, A.F.; DEFRAIN, J.M. Performance of Holstein cows fed wet corn gluten feed or soyhull-steep liquor pellets during early lactation. **Kansas State University Dairy Day**, Hutchinson, p.44-46, 2001.
- FIRKINS, J. L.; BERGER, L. L.; FAHEY JUNIOR., G.C. Evaluation of wet and dry distillers grains and dry corn gluten feeds for ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.60, n.3, p.847-860, 1985.
- FIRKINS, J.L.; EASTRIDGE, M.L.; PALMQUIST, D.L. Replacement of corn silage with dry corn gluten feed and sodium bicarbonate for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.6, p.1944-1952, 1991.
- FREITAS, D.; BERCHIELLI, T.T.; SILVEIRA, R.N. et al. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca e matéria orgânica estimados através de indicadores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31. P.1521-1530, 2002.

- 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**, Champaign, v.65, n.6, p. 1655-1666, 1987.
- GUNDERSON, S.L.; AGUILAR, A.A.; JOHNSON, D.E.; OLSON, J.D. Nutritional value of wet corn gluten feed for sheep and lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71,n.5,p.1204-1210,1988.
- HALL, M.B.. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida,2000. P.A-25(Bulletin 339, April-2000).
- HOPKINS, B.A.; WHITLON, L.W. Recommendations for feeding selected by-product feeds to dairy cattle. Fargo: **Noth Carolina State University Cooperative Extension Service**, 2002. 4p. (ANS 01-205D).
- HVELPLUND, T; WEISBJERG,M.R. *In situ* techniques for the estimation of protein degradability and postrumen availability in: GIVENS, D.I.; OWEN, E.; AXFORD,R.F.E. et al. (Eds) **Forage evaluation in ruminant nutrition**. London: CAB International, 200.p.233-258.2000.
- IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Whole milk. Determination of milk fat, protein and lactose content Guide for the operation of mid-infra-red instruments**. Bruxelas: 1996. 12p. (IDF Standard 141 B).
- ÍTAVO, L.C.V. **Consumo, digestibilidade e eficiência microbina de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado, utilizando diferentes indicadores e períodos de coleta**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- KAMPMAN, K.A.; LOERCH, S.C. Effects of dry corn gluten feed on feedlot cattle performance and fiber digestibility. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.67, n.2, p.501-512, 1989.
- KONONOFF, P.J.; IVAN, S.K.; MATZKE, W.; GRANT, R.J. STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J. Milk production of dairy cows fed wet corn gluten feed during the dry period and lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.89, n.7, p.2608-2617,2006.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

- LIPPKE, H.; ELLIS, W.C.; JACOBS, B.F. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. **Journal of Dairy Science**, v.69,p.403-412,1986.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylasetreated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, v.85, p.1217-1240,2002.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C., (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION. American Society of Agronomy. 1994. p.450-493.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. Ed.National Academic Press. Washington, D.C.: 2001. 381p.
- NOLLER, C. R. Nutritional requirements of the grazing animal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...**Viçosa:UFV,1997,p.145.
- OLIVEIRA, A.S. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.2, p.499-503, 1979.
- PEREIRA, M.L.A. **Proteína nas dietas de vacas nos terços inicial e médio da lactação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 105p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- PIAGGIO, L.M.; PRATES, E.R.; PIRES, F.F. et AL. Avaliação das cinzas insolúveis em ácido, fibra em detergente ácido indigestível e lignina em detergente ácido indigestível como indicadores internos da digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20. p.306-312, 1991.
- PINA, D.S. **Fontes de proteína para vacas em lactação**.Viçosa, MG: UFV, 2005. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- ROCHA JR., V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos e validação das equações propostas pelo NRC (2001). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.480-490, 2003.

- 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.261-297.
- SARWAR, M.; FIRKINS, J.L.; ESATRIDGE, M.L. Effect of replacing neutral detergent fiber of forrage with soyhulls and corn gluten feed for dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74,n.3,p,106-107,1991.
- SAS. Institute User's Guide: statistics. Cary, North Carolina, 2000.965p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 1.reimpressão. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, P.A. **Valor energético do capim-elefante em diferentes idades de rebrota e estimativa da digestibilidade *in vivo* da fibra em detergente neutro**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- SKLAN, D., ASHKENAZI, R., BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.S. et al. **A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets**. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*. V.70. n.11.p.3562-3577.1992.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. 1ª Edição Suprema Gráfica Ltda. Viçosa:UFV; DZO: DPI, 2002, 297p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. London: Constock Publishing Associates, USA, 1994. 476p.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; ST. PIERRE, N.R. A theoretically-based model for predicting total digestible values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**. V.39,p.95-110.1992.
- WILLIAMS, D. A. **A test for differences between treatment means when several dose levels are compared with a zero dose control**. *Biometrics*, v.27, p. 103-117,1971.

Eficiência de utilização de compostos nitrogenados de dietas contendo farelo de glúten de milho para vacas em lactação

Resumo - Desenvolveu-se este trabalho, com objetivo de avaliar o efeito da substituição da mistura contendo milho e farelo de soja e de trigo pelo farelo de glúten de milho, em dietas à base de silagem de milho para vacas de leite, sobre, a excreção de uréia na urina (EU), a concentração de uréia no plasma (NUP) e no leite (NUL), o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, em sistema de confinamento em baias individuais, distribuídas em três quadrados latinos 4x4, de acordo com o período de lactação. As dietas foram isonitrogenadas, com 14% de proteína bruta, com base na matéria seca (MS). Foram utilizadas quatro dietas, em substituição da ração concentrada (RC) à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo, pelo farelo de glúten de milho (FGM), nos níveis 0, 33, 66 e 100%, na base da MS. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Willians (Willians, 1971), utilizando-se o programa SAS, e adotando um nível de 1% de significância. Não foram observadas diferenças para EU-urina, NUL, NUP e na relação NUL/NUP entre os diferentes tratamentos. Pode-se observar que o nitrogênio total ingerido foi menor ($P<0,01$) para o nível de maior inclusão do FGM, o que refletiu em um menor balanço de compostos nitrogenado (g/dia) entre as dietas. O valor de N-leite também diferiu ($P<0,01$) para a dieta que substituiu 100% da RC pelo FGM. Em dietas à base de silagem de milho, até o nível de 33% de substituição da mistura contendo milho, farelo de soja e trigo pelo farelo de glúten de milho, pode ser utilizado para vacas de leite com produção de 20-25 kg/dia, de acordo com a disponibilidade e conveniência econômica.

Palavras-chave: eficiência do nitrogênio, silagem de milho, produção de leite.

Use efficiency of nitrogen compounds of diets containing corn gluten bran for cows during lactation

Abstract- The objective of this study was to evaluate the effect of the substitution of the mixture containing corn, soybean meal and wheat bran by corn gluten bran, in diets based on corn silage for milk cows, over the urea excretion in the urine (UE), the urea concentration in plasma (NUP) and in milk (NUL), the balance of nitrogen compounds and the microbial protein synthesis. Twelve Holstein cows have been used in dry lot system in individual bails, distributed in three Latin squares 4X4, according the lactation period. The diets have been isonitrogenated, with 14% of crude protein, based on dry matter (DM). Four diets have been used, with increasing levels of substitution of the concentrated ration (CR) based of corn, soybean meal and wheat bran, by corn gluten bran (CGB), on levels 0, 33, 66 and 100%, based on DM. The data have been submitted to variance analysis and Willians test (Willians, 1971), using SAS software, adopting 1% significance level. It has not been observed differences on DM consumption (in kg/day, %PV and g/kg^{0,75}) between the experimental diets. A decrease in the MO, PB, EE and CNF occurred (P,0,01) beginning at 67% of CR substitution by CGB in relation to other diets. The FDN consumption (in kg/day and % of PV) did not differ between themselves (P,0,01). NDT consumption was smaller (P,0,01) for the diet containing higher level of inclusion of corn gluten bran in relation to the other treatments. It has not been verified any difference for EU-urine, NUL, NUP and on NUL/NUP ratio between the different treatments. It can be observed that total nitrogen ingested was the smallest (p<0,01) for the level of higher FGM inclusion, what reflected in a minor balance of nitrogen compounds (g/day) between the diets. The N-milk value also differed (P,0,01) for the diet which substituted 100% of the CR by FGM. In diets based on corn silage, until the level of 33% of substitution of the mixture containing corn, soybean meal and wheat bran by corn gluten bran, can be used for milk cows with 20-25 kg/day production, according to the availability and economical convenience.

Keywords: efficiency of dietary nitrogen, corn silage, milk production.

INTRODUÇÃO

A identificação de alimentos alternativos aos principais grãos (milho e soja) vem ocupando importante espaço nas preocupações dos pesquisadores e produtores de modo geral, tendo como razões principais, os aspectos de ordem econômica, uma vez que os concentrados conferem itens de custo elevados nos sistemas de produção de leite. A lucratividade da pecuária de leite depende do preço do leite, comparativamente aos preços dos insumos e fatores de produção, e também da quantidade produzida em relação às quantidades usadas dos fatores de produção.

Para a otimização gerencial do sistema de produção de leite, o controle dos custos com a alimentação torna-se ponto chave, uma vez que estes representam aproximadamente 40 a 60% do custo total de produção. Sendo assim, melhorias na eficiência e a utilização de subprodutos refletirão diretamente em maiores lucros para o sistema produtivo (Ferguson & Galligan, 1991).

A utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos não constitui prática recente. Contudo, nos últimos anos, face à crescente preocupação com as questões ambientais e à grande oscilação de preços de *commodities* e alimentos tradicionais, como os grãos de cereais, o interesse pela introdução desses subprodutos nas rações de ruminantes tem crescido consideravelmente (Pedroso, 2006). Volume expressivo de subprodutos agroindustriais é produzido anualmente no Brasil, a partir do processamento de grande variedade de culturas para a produção de alimento ou fibra. Alguns são restritos a determinadas regiões. Assim, sua utilização depende da disponibilidade e conveniência econômica, além do conhecimento das características nutricionais. Rações baseadas na utilização de subprodutos devem ser eficientes produtiva e economicamente e devem permitir desempenhos semelhantes aos proporcionados pelos demais alimentos que venham substituir (Chandler, 1993).

O farelo de glúten de milho (FGM) constitui subproduto do processamento industrial do milho, obtido pela separação e secagem das fibras dos grãos durante o processo de moagem do cereal úmido. 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 purificado e xarope de milho, sendo 2/3 de conteúdo fibroso e 1/3 de licor concentrado de maceração (Blasi et al., 2001).

Em diversos estudos na literatura internacional demonstrou-se que o farelo de glúten de milho pode ser utilizado em substituição parcial ao concentrado ou ao

concentrado e volumoso, sem apresentar grandes efeitos no desempenho de vacas em lactação, podendo constituir alternativa de custo vantajoso em relação à mistura milho e farelo de soja em determinada época do ano (Blasi et al., 2001). Demonstrou-se que substituição de até 60% da MS da ração promoveu aumento na porcentagem de proteína do leite (Fellner & Belyea, 1991).

O farelo de glúten de milho é um alimento comumente disponível no mercado nacional e bastante utilizado por parte dos produtores e técnicos, porém com pouco respaldo científico. Neste contexto, por assemelhar-se, em termos energéticos e protéicos, a um concentrado ou uma ração comercial alguns consultores técnicos (Educampo- Sebrae/MG) e produtores recomendam o uso exclusivo do FGM na alimentação de vacas em lactação. Porém, alguns produtores relatam problemas, outros não. Neste cenário, propôs-se a realização desse trabalho, esclarecer essas dúvidas e proporcionar uma resposta a técnico e produtores de leite brasileiros.

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal de aminoácidos provenientes, principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética não-degradada no rúmen. A tentativa de maximização da produção de proteína microbiana justifica-se por ser de alta qualidade e possuir perfil aminoacídico próximo a da proteína do leite.

Os ruminantes estão na dependência dos microrganismos ruminais para atender suas exigências de proteína e energia (Coelho da Silva & Leão, 1979; Valadares Filho e Valadares, 2001). Sob este aspecto a busca pela eficiência nos sistemas de alimentação requer a otimização do crescimento microbiano e, conseqüentemente, a minimização das perdas de nutrientes (Oliveira, 2005).

Os teores de nitrogênio uréico plasmático (NUP) e nitrogênio uréico no leite (NUL) têm sido utilizados com a finalidade de fornecer informações adicionais sobre o *status* da nutrição protéica de ruminantes, envolvendo a resposta metabólica destes a determinada dieta. Desta forma podem-se evitar as perdas econômicas advindas do fornecimento excessivo de nitrogênio na dieta e, os possíveis prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais. Sob o aspecto energético, ressalta-se que a síntese de uréia no fígado (ciclo da uréia) acarreta gastos substanciais de energia, que deixa de ser aproveitada para a produção (Amaral-Phillips, 2003).

A uréia é uma pequena molécula orgânica resultante do metabolismo protéico, solúvel em água e permeável a todas as células e tecidos do corpo animal. Níveis de uréia podem ser analisados no sangue e no leite e são altamente correlacionados devido

à livre difusão da uréia através do tecido mamário. Gustafsson & Palmquist (1993) observaram que a concentração de uréia presente no sangue demora cerca de uma a duas horas para se equilibrar com a concentração de uréia do leite presente na cisterna da glândula mamária.

A concentração de uréia no leite está sujeita aos mesmos fatores de variação que afetam a concentração no sangue, ao longo do dia, só que no leite, observa-se uma menor oscilação em função deste ser armazenado na glândula mamária e ser em geral ordenhado em apenas duas ocasiões (Ferguson, 2001). Assim, a concentração de N-uréia no leite constitui-se em uma forma rápida, de baixo custo e não-invasiva de pesquisar a dinâmica da concentração de N-uréia no plasma (Butler et al., 1995). Concentrações de NUP e NUL são altamente correlacionadas de forma que NUL serve como índice para NUP (Broderick, 1995). NUP geralmente atinge o máximo quatro a seis horas após a alimentação, além disso, as flutuações diárias são geralmente pequenas em vacas alimentadas com dietas completas.

Sendo assim, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da substituição da ração concentrada por farelo de glúten de milho (FGM) em dietas à base de silagem de milho para vacas de média produção de leite, sobre a excreção de uréia na urina, a concentração de uréia no plasma e no leite, o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia (DZO), na Universidade Federal de Viçosa (UFV) Viçosa-MG, entre fevereiro e maio de 2006.

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, distribuídas em três quadrados latinos 4 X 4, definidos de acordo com o período de lactação. Os animais iniciaram o experimento com média de 152 dias de lactação e apresentaram no final do experimento menos de 150 dias de gestação.

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 18 dias cada um, sendo os 10 primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para avaliação da excreção de uréia na urina, a concentração de uréia no plasma e no leite, o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana, comparadas à dieta contendo ração concentrada (RC).

Os animais foram alimentados com quatro dietas à base de silagem de milho (*Zea mays*, híbrido AG-1051) com níveis crescentes de substituição da ração concentrada (RC) à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo, pelo farelo de glúten de milho (FGM), nos níveis 0, 33, 66 e 100%, com base na base da MS.

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, com 14% de PB, de forma a atender as exigências nutricionais de uma vaca com 550 kg de peso corporal, 30 semanas de lactação, produzido diariamente 20 kg de leite com 3,5% de gordura (NRC, 2001). Na Tabela 1, é apresentada composição química das dietas experimentais e dos concentrados. A composição percentual dos ingredientes das dietas, na base da MS pode ser observada na Tabela 2.

No sétimo dia de adaptação e no final de cada período experimental foram feitas pesagens individuais dos animais para avaliar a variação de peso corporal. Os pesos dos animais corresponderam às medias de duas pesagens, feitas antes do fornecimento das alimentações e após as ordenhas. Para o cálculo da variação diária de peso (VP), foram considerados os pesos do sétimo dia de adaptação e do final de cada período experimental.

Tabela 1 – Composição percentual dos ingredientes da dieta e da ração concentrada com base na matéria seca

Ingrediente	Dieta			
	0	33	66	100
Silagem de milho	60,00	60,00	60,00	60,00
Milho em grão	17,10	11,40	5,70	0,00
Farelo de soja	11,30	7,60	3,80	0,00
Farelo de trigo	9,50	6,30	3,10	0,00
Farelo de glúten de milho	0,00	12,60	25,30	37,90
Uréia + SA (9:1)	0,90	0,90	0,90	0,90
Suplemento mineral ²	1,20	1,20	1,20	1,20
	Concentrado			
Milho em grão	42,75	28,50	14,25	0,00
Farelo de soja	28,25	19,00	9,50	0,00
Farelo de trigo	23,75	15,75	7,75	0,00
Farelo de glúten de milho	0,00	31,50	63,25	94,75
Uréia + SA (9:1)	2,25	2,25	2,25	2,25
Suplemento mineral ²	3,00	3,00	3,00	3,00

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), compostos nitrogenados não protéicos (NNP), insolúveis em detergente neutro (NIDN) e insolúveis em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), lignina, NDT estimado e energia líquida (EL), obtidos nas dietas experimentais

Itens	Níveis de substituição da RC pelo FGM ¹ (%)			
	0	33	66	100
MS (%)	65,62	63,11	63,22	64,02
MO ²	96,37	95,79	95,20	94,61
PB ²	14,44	14,20	13,94	13,68
NNP ³	32,36	36,28	38,71	38,95
NIDN ³	11,66	10,01	10,96	15,22
NIDA ³	7,19	6,99	7,23	7,74
EE ²	2,83	2,29	1,76	2,22
FDN ²	41,72	43,94	46,19	48,45
FDNcp ²	39,59	40,64	44,23	47,11
CNF ²	41,05	39,96	36,98	33,93
LIGNINA ²	7,94	10,25	11,79	12,29
NDT _{manutenção} ⁴	69,74	68,95	68,16	67,36
EL _p ⁴ (Mcal/kg)	1,71	1,69	1,67	1,65

¹-RC= ração convencional e FGM= farelo de glúten de milho;²- %MS; ³- % do N total; ⁴- estimado pelas equações do NRC (2001).

As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia, às 6h00 e 16h00, sendo as produções de leite medidas diariamente para acompanhamento do desempenho dos animais. Através de dispositivo acoplado a ordenhadeira, foram coletadas amostras de leite, nos 14º e 15º dias de cada período, proporcional às produções da manhã e da tarde, fazendo-se amostras compostas segundo, Broderick & Clayton (1997). Posteriormente, as amostras de leite foram acondicionadas em fracos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2 e 6°C e, encaminhadas ao Laboratório de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora – MG, para fins de análises dos teores de proteína bruta, gordura, lactose e extrato seco total, pelo processo de infravermelho através do analisador Bentley 2000 (Bentley Instruments®), segundo descrito por International Dairy Federation (1996).

Uma alíquota da amostra composta foi desproteïnizada, pela filtração em papel de filtro da mistura de 10 mL de leite com 5 mL de ácido tricloroacético a 25 %, por

aproximadamente 30 minutos, e congelada a -20°C , para posteriormente serem feitas análises de uréia e alantoína.

A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLG) pela equação citada por Sklan et al. (1992); onde:

$$\text{PLG} = (0,432 + 0,1625 \times G) \times \text{kg de leite, em que } G = \% \text{ de gordura no leite.}$$

Amostras de sangue foram coletadas no 17º dia por punção da veia coccígea, utilizando tubos de ensaio com anticoagulante (EDTA). Imediatamente foram centrifugadas por 20 minutos a $2700 \times G$, sendo então retiradas amostras de plasma que foram acondicionadas em recipientes de vidro e congeladas a -15°C para análises de uréia.

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N-total) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes), na urina (N-urina) e no leite (N-leite). A determinação do nitrogênio total na fezes e na urina foi feita segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Coletas *spot* de urina foram realizadas nos 13º e 16º dia do período experimental, quatro horas após o fornecimento da alimentação aos animais, no período da manhã, sendo que, alíquotas de 10 mL de urina foram diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036 N e congeladas a -20°C , para posteriormente serem feitas análises para a determinação de derivados de purinas (ácido úrico e alantoína), creatinina e uréia, como descrito por Valadares et al. (1997).

A uréia foi quantificada na amostra *spot* de urina diluída, no plasma e no leite desproteínizado, e a creatinina e o ácido úrico foram determinados na urina diluída, utilizando-se *kits* comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.). O N-uréico foi obtido, multiplicando-se o teor de uréia no plasma e no leite por 0,466.

As análises de alantoína na urina *spot* diluída e no leite desproteínizado foram feitas pelo método colorimétrico, conforme método de Fujihara et al. (1987), descrito por Chen & Gomes (1992).

O volume urinário total diário foi estimado, dividindo-se as excreções urinárias diárias de creatinina pelos valores observados de concentração de creatinina na urina, segundo Valadares Filho & Valadares (2001). As amostras de urina foram centrifugadas para eliminar possíveis cromógenos ou contaminantes. A excreção urinária diária de creatinina foi estimada a partir da proposição de 24,05 mg/kg de peso vivo (PV) de creatinina (Chizzotti, 2004). A excreção total de derivados de purina foi calculada pela

soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina e das quantidades de alantoína secretadas no leite, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/dia), por intermédio da equação $Y=(X-0,385PV^{0,75})/0,85$, em que 0,85 é a recuperação das purinas absorvidas como derivados de purina e $0,385PV^{0,75}$ é a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990). A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, gN/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação de Chen & Gomes, (1992): $Y = 70X/(0,83 \times 0,134 \times 1000)$, em que 70 é o conteúdo de N nas purinas (mgN/mmol); 0,134 a relação N-purina / N-total nas bactérias (Valadares et al., 1999); e 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas.

As amostras de fezes foram coletadas em intervalos de 26 horas a partir do 11º até o 16º dia do período experimental, tendo início às 8h00 e término às 18h00, respectivamente.

Os dados obtidos de concentração de nitrogênio uréico no leite e no plasma, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana, foram submetidos à análise de variância e teste de Willians (Willians, 1971), utilizando-se o programa SAS, utilizando nível de 1% de significância. As médias foram monotonicamente ordenadas segundo os procedimentos exigidos para a aplicação do teste.

As variáveis foram analisadas segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + (P/Q)_{ik} + (V/Q)_{il} + Q \times T_{ij} + e_{ijkl}, \text{ sendo:}$$

Y_{ijkl} = observação na vaca l, no período k, submetida ao tratamento j, no quadrado latino i;

μ = constante geral;

Q_i = efeito do quadrado latino i, sendo $i = 1, 2, 3$;

T_j = efeito do tratamento j, sendo $j = 1, 2, 3, 4$;

$(P/Q)_{ik}$ = efeito do período k, dentro do quadrado latino i, sendo $k = 1, 2, 3, 4$;

$(V/Q)_{il}$ = efeito da vaca l, dentro do quadrado latino i, sendo $l = 1, 2, 3, 4$;

$Q \times T_{ij}$ = efeito de interação entre o quadrado latino i e o tratamento j; e

e_{ijkl} = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID ($0; \sigma^2$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de excreção urinária de uréia (EU-urina), as concentrações de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP) e a relação NUL/NUP obtidos para as dietas estão apresentados na Tabela 3. Não foram observadas diferenças para EU-urina, NUL, NUP e na relação NUL/NUP entre as dietas experimentais.

Tabela 3 – Médias e coeficientes de variação (CV) para a excreção urinária de uréia (EU-urina), concentração de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP), e relação NUL/NUP obtidos para as dietas experimentais

Itens	Níveis de substituição da RC pelo FGM ^{1,2} (%)				CV (%)
	0	33	67	100	
EU-urina(mg/kg PV)	225,64	213,07	194,41	168,53	36,0
NUL (mg/dL)	21,42	22,68	19,90	24,16	24,1
NUP (mg/dL)	20,51	21,33	22,06	22,86	18,0
NUL/NUP	1,17	1,05	1,05	0,89	28,7

¹RC = ração concentrada. ²FGM = farelo de glúten de milho

Médias seguidas por (*) indicam o nível de substituição a partir do qual se observa diferença em relação ao tratamento controle (nível zero) pelo teste de Williams (P<0,01).

A concentração de NUP apresenta alta correlação positiva com os teores dietéticos de proteína bruta (Broderick & Clayton, 1997; Jonker et al., 1998; Chizzotti, 2004; Hojman et al., 2004 e Nousiaine et al., 2004) e proteína degradável no rúmen (Oliveira et al., 2001; Chizzotti, 2004 e Hojman et al., 2004). O valor médio observado para a concentração de NUL (22,04 mg/dL) está acima do considerado adequado de balanceamento de energia e proteína, de 12 a 17 mg/dL (Broderick, 1995), 11 a 17 mg/dL (Harris, 1996), 12 a 16 mg/dL (Jonker et al., 1998) e 10 a 14 mg/dL (Machado & Cassoli, 2002). Por outro lado, está abaixo da faixa de 24 e 25 mg/dL a partir do qual ocorreriam perdas de compostos nitrogenados (Oliveira et al., 2001).

A relação NUL/NUP média encontrada para as dietas (1,04) reflete alta correlação entre as duas variáveis, observados em diversos trabalhos (Broderick & Clayton, 1997; Jonker et al., 1998; Chizzotti, 2004). Broderick & Clayton (1997), utilizando dados de 482 vacas da raça Holandesa, recomendaram a seguinte equação para estimar NUP a partir de NUL: $NUP = 1,021NUL + 0,339$ ($r^2 = 0,918$), que superestimou em 7,65%, 9,22%, 6,36% e 8,25% o NUP entre as dietas experimentais.

Os valores de consumo de compostos nitrogenados totais (NT), excreções de compostos nitrogenados nas fezes (N-fecal), na urina (N-urina) e no leite (N-leite), balanço de nitrogênio (BN) e médias das excreções em relação ao NT obtidas para as dietas estão apresentadas na Tabela 4.

O balanço de compostos nitrogenados em g/dia ($P < 0,01$) manteve-se até o nível de 67% de substituição da RC pelo FGM, provavelmente em função do menor consumo de MO. A MO representa os componentes capazes de fornecer energia, proteína e ácidos graxos para síntese de leite na glândula mamária, assim a queda no consumo de MO explica a queda na produção de leite, e o que justifica também a diminuição do nitrogênio total ingerido ($P < 0,01$).

O valor de N-leite também diferiu ($P < 0,01$) para a dieta que substituiu 100% da RC pelo FGM. Este resultado pode ser explicado pelo consumo de proteína não ter suprido as exigências dos animais na dieta com maior nível de participação do FGM.

Tabela 4 – Médias e coeficientes de variação (CV) para os consumos de componentes nitrogenados totais (NT), excreção de compostos nitrogenados nas fezes (N-fecal), na urina (U-urina) e no leite (N-leite), balanço de N (BN) e médias

Itens	Níveis de substituição da RC pelo FGM ^{1,2} (%)				CV (%)
	0	33	67	100	
NT (g/dia)	387,45	360,61	362,76	327,06*	11,5
N-fecal (g/dia)	135,88	133,90	139,51	132,01	20,7
N-urina (g/dia)	22,22	18,45	17,88	19,00	39,6
N-leite (g/dia)	125,25	115,88	118,75	105,44*	14,6
BN (g/dia)	104,11	92,38	86,63	70,61*	23,5
N-fecal (% NT)	35,39	38,87	38,97	40,34	15,2
N-urina (% NT)	5,81	5,47	5,01	6,11	44,2
N-leite (% NT)	32,44	32,95	32,78	32,74	9,0
BN (% NT)	26,36	22,71	23,23	20,81	30,4

¹RC = ração concentrada. ²FGM = farelo de glúten de milho.

Médias seguidas por (*) indicam o nível de substituição a partir do qual se observa diferença em relação ao tratamento controle (nível zero) pelo teste de Williams ($P < 0,01$).

Na Tabela 5 as excreções de alantoína na urina (ALU), no leite (ALL), ácido úrico na urina (ACU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PA) em mmol/dia, síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), em g/dia e eficiência microbiana (Emic), cujas variáveis não foram influenciadas pelas dietas ($P < 0,01$). As excreções de alantoína na urina (ALU), no leite (ALL), ácido úrico na urina (ACU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PA) em mmol/dia, síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), em g/dia e eficiência microbiana (Emic), cujas variáveis não foram influenciadas pelas dietas ($P < 0,01$).

Tabela 5 – Médias e coeficientes de variação (CV) para as excreções de alantoína na urina (ALU), no leite (ALL), ácido úrico na urina (ACU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PA) em mmol/dia, síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), em g/dia e eficiência microbiana (Emic) em função das dietas experimentais

Itens	Níveis de substituição da RC pelo FGM ^{1,2} (%)				CV (%)
	0	33	67	100	
ALU (mmol/dia)	296,84	269,90	266,35	225,53	26,1
ALL (mmol/dia)	4,21	4,22	3,95	3,80	24,6
ACU (mmol/dia)	48,32	40,05	36,04	37,07	59,0
PT (mmol/dia)	349,36	314,17	306,34	266,69	26,5
ALU (% das PT)	86,23	87,17	88,09	84,84	6,9
PA (mmol/dia)	357,03	315,64	307,48	260,50	31,1
Nmic (g/dia)	259,57	229,49	223,55	189,40	31,1
Emic(gPB/kgNDT)	130,35	121,41	113,88	108,83	30,6

¹RC = ração concentrada. ²FGM = farelo de glúten de milho.

Médias seguidas por (*) indicam o nível de substituição a partir do qual se observa diferença em relação ao tratamento controle (nível zero) pelo teste de Williams ($P < 0,01$).

Porém, mesmo não tendo dado diferença estatística, talvez pelo maior coeficiente de variação que não permitiu identificar tal diferença, sendo a variação percentual entre o nível zero e 100% de 16,5%, o refletiu no valor médio obtido para a eficiência microbiana de 118,62 g de PB microbiana/kg de NDT ficando abaixo do recomendado pelo NRC (2001) que é de 130 g de PB microbiana/kg de NDT.

CONCLUSÕES

Em dietas à base de silagem de milho, até o nível de 67% de substituição da mistura contendo milho e farelo de soja e trigo pelo farelo de glúten de milho, pode ser utilizado para vacas de produção média diária de 20-25 kg de leite/dia, sem comprometer a eficiência de utilização de nitrogênio dietético e a síntese de proteína microbiana ruminal.

CONCLUSÃO GERAL

Em dietas à base de silagem de milho, até o nível de 33% de substituição da mistura contendo milho e farelo de soja e trigo pelo farelo de glúten de milho, pode ser utilizado para vacas produzindo 20-25 kg de leite/dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLASI, D.A.; BROUK, M.J.; DROUILLARD, J. S.; MONTGOMERY, S. P. **Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle**. Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension, 2001. 14p.
- BUTLER, W.R.; CHERNEY, D.J.R.; ELROD, C.C. Milk urea nitrogen (MUN) analysis: field trial results on conception rates and dietary inputs. In: CORNELL PROCEEDINGS CONFERENCE, 1., 1995. Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1995. p.89 – 95.
- CHANDLER, P. All factors should be considered prior to use of alternative feeds. **Feedstuffs**, Minnetonka, v.65, n.11,p.13,1993.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details (Occasional publication). INTERNATIONAL FEED RESOURCES UNIT. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute. 21p. 1992.
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- FELLNER, V.; R. L., BELYA. Maximizing gluten feed in corn silage diets for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 74(3):996-1005, 1991.
- FERGUSON, J.D.; GALLIGAN, D.T.; BLANCHARD, T. Blood urea nitrogen and conception rate:usufullness of test information. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.1,p.242,1991.
- FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, n.1, p.7-12, 1987.
- HARRIS Jr., B. Using milk urea nitrogen and blood urea values as management tools. In: LYONS, T.P.; JACQUES, K.A. **Biotechnology in the feed industry**. Nottingham: Nottingham University Press,1996,p.75-81.

- HOJMAN, D.; KROLL, O.; ADIN, G. et al. Relationships between milk urea and production, nutrition, and fertility traits em Israeli dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1001-1011, 2004.
- IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Whole milk. Determination of milk fat, protein and lactose content Guide for the operation of mid-infra-red instruments**. Bruxelas: 1996. 12p. (IDF Standard 141 B).
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to National Research Council recommendations. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.6, p.1261-1273, 1999.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.81, n.10, p.2681-2692, 1998.
- MACHADO, P.F.; CASSOLI, L.D. In: III SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE LEITE Lavras. **Anais...** p.161-179, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. Ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2001. 381p.
- NOUSIAINEN, J.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.386-398, 2004.
- OLIVEIRA, A.S. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 109p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- PEDROSO, A. M.; CARVALHO, M. P. **Utilização de subprodutos na alimentação de ruminantes com eficiência técnica e econômica** – Curso online Agripoint, 2004.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de proteína na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: estimativa da produção de proteína microbiana por intermédio dos derivados de purinas na urina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2003. CD-ROM. Nutrição de ruminantes.
- SAS. Institute User's Guide: statistics. Cary, North Carolina, 2000. 965p.

- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 1.reimpressão. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SKLAN, D., ASHKENAZI, R., BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. CQBAL 2.0**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Suprema Gráfica Ltda. 2002. 297p.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. London: Constock Publishing Associates, USA, 1994. 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.
- WILLIAMS, D. A. A test for differences between treatment means when several dose levels are compared with a zero dose control. **Biometrics**, v.27, p. 103-117,1971.