

CARLA APARECIDA SOARES

**UTILIZAÇÃO DO FARELO DE TRIGO EM SUBSTITUIÇÃO AO FUBÁ DE
MILHO NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Tese 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
2002

CARLA APARECIDA SOARES

**UTILIZAÇÃO DO FARELO DE TRIGO EM SUBSTITUIÇÃO AO FUBÁ DE
MILHO NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Tese 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: 5 de Abril de 2002

**Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Conselheiro)**

**Prof. Augusto César de Queiroz
(Conselheiro)**

Prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares

Prof. Rogério de Paula Lana

**Prof. José Maurício de Souza Campos
(Orientador)**

A Deus, por sempre iluminar o meu caminho

Aos meus pais, que apesar de estarem longe
sempre estiveram presentes com orações, me incentivando
nos momentos mais difíceis

A minha querida madrinha e cunhada Tânia, pelo amor
e pela presença em minha vida

A Edilson e a minha filha Maria Eduarda, meus grandes amores,
por terem dado um novo sentido a minha vida

Aos meus irmãos pelo apoio e por estarem
sempre ao meu lado

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização deste curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor José Maurício de Souza Campos, pelos valiosos ensinamentos, pela orientação e profissionalismo.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho pela competência e imprescindíveis sugestões na realização deste trabalho.

A professora Rilene Ferreira Diniz Valadares pela valiosa ajuda nas análises estatísticas e sugestões na realização deste trabalho.

Aos membros da Banca examinadora, Professor Augusto César de Queiróz e Rogério de Paula Lana, pela atenção e pelas sugestões.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos e pelos exemplos de vida profissional.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao Adilson, Cláudio Paulon, Raimundo, Venâncio, Celeste, Márcia, Rosana, Fernando, Valdir e Vera, pelo apoio, pela amizade e pelo agradável convívio.

Em especial ao funcionário do Laboratório de Nutrição Animal, Monteiro pela grande ajuda na realização das análises laboratoriais

Aos meus pais Franklin e Maria, aos meus irmãos José, Rute das Graças, Adalto, Cláudio, José Hermes (in memoriam) e aos meus sobrinhos, Ana Paula, Natália, Petrônio, Michelaine, "Riquinho" e Lucas a quem devo a realização deste trabalho, pois sempre acreditaram em mim e propiciaram condições para minha formação pessoal e profissional.

Carinhosamente, agradeço aos meus amigos da pós-graduação, Andreia, Dalton, Débora, Flávio Hashimoto, Guilherme ("Zangado"), Jean, José Geraldo, Michella, Mirella, "Tatinha" e Tereza, pela amizade e pelo agradável convívio em diversos momentos de estudos e confraternizações.

Aos colegas de pós-graduação, Anderson, Josué, Daniel e Humberto.

Agradeço, em especial, ao colega Sandro pela amizade e ajuda na realização deste trabalho.

Aos funcionários do Estábulo pela ajuda na condução do experimento.

Ao estagiários André, Daniel, Juliane, Shirley, Marcos e Lucas.

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

BIOGRAFIA

CARLA APARECIDA SOARES, filha de Franklin Gonçalves Soares e Maria Gonçalves Soares, nasceu em Teófilo Otoni, MG, em 22 de junho de 1975.

Em março de 1995, iniciou, na Universidade Federal de Viçosa, o curso de graduação em Zootecnia, concluindo-o em Janeiro de 2000.

Em março de 2000, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição de Ruminantes, nessa mesma Universidade, submetendo-se à defesa de tese em 10 de abril de 2002.

ÍNDICE

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	6
Consumos, Digestibilidades Aparentes, Produção e Composição do Leite e Economicidade da Dieta de Vacas Alimentadas com Níveis Crescentes de Farelo de Trigo em Substituição ao Fubá de Milho.....	8
INTRODUÇÃO	10
MATERIAL E MÉTODOS	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
Produção de Proteína Microbiana, Estimativas das Excreções de Derivados de Purinas e de Uréia Através de Coletas <i>Spot</i> e Avaliação dos Parâmetros Ruminais em Vacas Lactantes Alimentadas com Níveis Crescentes de Farelo de Trigo em Substituição ao Fubá de Milho.....	27
INDRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34

CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CONCLUSÃO GERAL.....	41

RESUMO

SOARES, Carla Aparecida, M.S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2002.
Utilização do farelo de trigo em substituição ao fubá de milho na dieta de vacas em lactação. Orientador: José Maurício de Souza Campos. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Augusto César de Queiroz

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão em Gado de Leite da Universidade Federal de Viçosa-MG (UEPE-GL), utilizando-se 12 vacas em lactação holandesas distribuídas em três quadrados latinos balanceados 4x4. Cada período experimental teve duração de 15 dias, sendo 10 dias para adaptação e cinco para coletas de amostras. As quatro rações experimentais isoprotéicas foram formuladas para conter na base da matéria seca 70% de silagem de milho e 30% de uma mistura de fubá de milho e ou farelo de trigo, farelo de soja, sais minerais e uréia, utilizando-se níveis crescentes de farelo de trigo em substituição ao fubá de milho na ração (0, 33, 67 e 100%). Foram avaliadas a produção e a composição do leite, os consumos e digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT) e o consumo de carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), a produção de proteína microbiana utilizando-se a excreção total de derivados de purinas a partir de coletas *spot* de urina, as concentrações de uréia e N-uréia no plasma e no leite e as excreções urinárias de uréia e N-uréia, assim como o pH e concentrações de amônia ruminal. As amostras de silagem de milho e sobras foram coletadas diariamente e as fezes no 10^o e 13^o dia de cada período experimental. As amostras *spot* de urina foram

obtidas no 13º dia para análise de creatinina, uréia, alantoína e ácido úrico, assim como as amostras de sangue que foram coletadas também no 13º dia para avaliar a creatinina e uréia. As amostras de leite coletadas no 11º e 14º dia de cada período experimental foram analisadas para gordura, proteína bruta, extrato seco total, extrato seco desengordurado, alantoína e uréia. Foram coletadas amostras do líquido ruminal no 15º dia de cada período experimental para medição do pH e avaliação da concentração de amônia ruminal. Para todos os tratamentos cinco dias foram suficientes para adaptação dos animais as rações. Ao se elevarem os níveis de farelo de trigo da ração, não houve variação nos consumos de MS, MO, PB, EE, CT e NDT, entretanto o consumo de FDN aumentou linearmente e o consumo de CNF diminuiu. As digestibilidades aparentes da MS, MO, PB e CT decresceram linearmente, enquanto as digestibilidades aparentes do EE e FDN não variaram. A produção de leite corrigida ou não para 3,5% de gordura e a sua composição não variaram com os níveis crescentes de farelo de trigo da ração. A avaliação econômica da dieta apresentou um decréscimo nos custos a medida que aumentava os níveis de farelo de trigo da dieta. As excreções urinárias de uréia, alantoína, purinas totais, purinas absorvidas e N-microbiano não variaram com os níveis de farelo de trigo da ração, entretanto a excreção de ácido úrico apresentou um comportamento quadrático. As concentrações de uréia no plasma também apresentaram um comportamento quadrático, enquanto as concentrações de uréia no leite não variaram. O pH e concentração de amônia ruminal também não variaram com os tratamentos.

ABSTRACT

SOARES, Carla Aparecida, M.S., Universidade Federal de Viçosa, April of 2002.

Wheat Middlings as a Replacement for Corn Meal in Diets of Milking Cows.

Adviser: José Maurício de Souza Campos. Committee Members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Augusto César de Queiroz

The experiment was conducted in the Unit of Education Research and Extension in Dairy Cattle of the Federal University of Viçosa - MG (UEPE-GL), using 12 Holstein cows in lactation distributed in three balanced 4x4 Latin squares. Each experimental period lasted 15 days, being 10 days for adaptation and five for collections of samples. Four isoproteic experimental rations, were formulated to contain 70% of corn silage and 30% of corn meal and or wheat middlings, soybean meal, minerals and urea, by using increasing levels of wheat middlings in substitution to corn meal in the ration (0, 33, 67 and 100%). The milk production and composition, the consumptions and apparent digestibilities of the dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), ether extract (EE), total carbohydrate (TC), the total consumption of non fibrous carbohydrate (NFC) and total digestible nutrients (TDN) were evaluated, as well as the microbial protein production using total excretion of purine derivatives from spot collections of urine, the concentrations of urea and N-urea in the plasma and milk and the excretions of urea and N-urea, and ruminal pH and ammonia. The samples of corn silage and Orts were collected daily and samples of feces in the 10th and 13th day of each experimental period. The spot samples of urine were obtained in the 13th day for creatinine, urea, allantoin and uric acid analyses, and the

samples of blood were collected also in the 13th day to evaluate the creatinine and urea. The milk samples collected in the 11th and 14th day of each experimental period were analyzed for fat, milk protein, milk dry matter, deffated milk, allantoin and urea. For measurement of pH and evaluation of the ruminal ammonia concentration samples of the ruminal liquid were collected in the 15th. For all treatments five days were enough for adaptation of the animals to the rations. The increasing levels of wheat middlings in the ration did not change the DM OM, CP, EE, TC and TDN consumptions, however the NDF consumption increased linearly and the NFC consumption diminished. The apparent digestibilities of the DM, OM, CP and TC decreased linearly, while the apparent digestibilities of EE and NDF did not changed. The milk production and 3.5% corrected milk did not changed with the increasing levels of wheat middlings in the ration. The economic evaluation of the diet presented a decrease in the costs with increasing levels of wheat middlings in the diet. The urinaries excretions of urea, allantoin, total purines, absorbed purines and microbial-N did not changed with the levels of wheat middlings in the ration, however the excretion of uric acid presented a quadratic response. The urea concentrations in the plasma had also presented a quadratic response, while the urea concentrations in milk did not change. Ruminal pH and ammonia concentration did not change with the treatments.

1. INTRODUÇÃO

O cenário demográfico mundial tem apontado para um crescimento geométrico da população mundial e, conseqüentemente, para uma maior demanda por alimentos. Aliada a este fator, mudanças dos mercados dos produtos e insumos agropecuários introduzidas, principalmente, pela abertura do mercado interno ao Mercosul e pelas próprias políticas agrícolas que vêm procurando estimular a competitividade do setor, exigem um processo produtivo eficiente.

Neste contexto, o gerenciamento dos negócios agropecuários torna-se mais complexo. A redução dos custos unitários de produção e a conseqüente melhoria dos índices de eficiência técnica e econômica são metas centrais que devem ser perseguidas pelo processo administrativo da empresa rural, como meio de sobreviver à concorrência internacional, aumentar a oferta interna de alimentos e melhorar os índices de rentabilidade do setor.

Em qualquer atividade econômica, o custo de produção é um importante instrumento de administração da empresa. Dentre os itens de maior peso no custo de produção dos ruminantes, a alimentação destaca-se como o principal, tornando salutar o desenvolvimento de alternativas para baratear o custo da alimentação dos animais.

No Brasil, por ocasião da colheita das principais culturas, mais de 150 milhões de toneladas de resíduos são produzidos anualmente, somando-se a estes, os resíduos advindos do beneficiamento dos cereais e da industrialização dos produtos agrícolas, que

podem em maior ou menor grau, dependendo do resíduo, serem aproveitados na alimentação dos animais, substituindo parcialmente os ingredientes mais nobres.

O sistema digestivo peculiar dos ruminantes permite que eles convertam em produtos de alta qualidade materiais grosseiros, produtos fibrosos das plantas e subprodutos diversos que não teriam outra utilidade se não retornar ao solo.

O trigo é o principal cereal produzido no mundo e diferentemente do milho, é usado prioritariamente na alimentação humana, sendo que o seu beneficiamento gera valiosos alimentos para os animais domésticos. Na obtenção da farinha de trigo, 28% do grão não é aproveitado, originando o subproduto farelo de trigo.

O farelo de trigo é um dos mais populares alimentos para o gado leiteiro e, geralmente, é fornecido com alimentos mais ricos em proteína (Andrigueto et al., 1986).

Campos et al. (1995) afirmam que nos moinhos o farelo e o farelinho de trigo correm em bicas separadas; entretanto, no mercado brasileiro, a rotina é o emprego dos dois, formando um produto único com o nome de farelo de trigo comercial. De forma geral contém cerca de 16,79% de proteína bruta e 72,74% de NDT (Valadares Filho et al., 2002). É uma boa fonte de energia para bovinos e, tradicionalmente, no Brasil tem sido usado como substituto do milho.

É extremamente rico em fibras e seu consumo melhora a fisiologia intestinal do animal, entretanto o seu consumo demasiado pode provocar um efeito laxante indesejável para o animal, sendo necessário conhecer bem a interação desse subproduto com os demais ingredientes da ração animal, para balanceá-la adequadamente em função do peso e da espécie consumidora (Hansted, 2001).

O farelo de trigo é largamente utilizado na alimentação dos animais. Entretanto são escassas na literatura informações quanto ao seu uso, principalmente sobre a produção de leite. Na avaliação de alimentos para os animais, uma série de aspectos devem ser levados em consideração, como consumo e digestibilidade. Também são de extrema importância seu efeito sobre os parâmetros ruminais como amônia e pH, bem como a eficiência com que este alimento levará a síntese de proteína microbiana, já que qualquer distúrbio em um destes parâmetros levará diretamente a queda da produção de leite, resultando em sérios prejuízos ao produtor de leite.

A determinação da contribuição da proteína microbiana para os bovinos tem sido importante área de estudo na nutrição protéica de ruminantes. Os métodos correntes para a medida da quantidade de compostos nitrogenados microbianos incluem a utilização de marcadores internos tais como RNA e ácido diaminopimélico (DAPA), ou marcadores

externos como ^{15}N e ^{35}S , tornando necessária a utilização de animais fistulados no abomaso ou intestino delgado. Em consequência disso, tem havido interesse crescente no desenvolvimento de técnicas não invasivas para estimar a produção microbiana. Assim, a excreção urinária de derivados de purinas (DP) pode constituir um método simples, não invasivo para estimar a produção microbiana no rúmen. Este método requer coleta total de urina, entretanto tem o potencial de vir a ser simplificado para ser usado em condições de campo (Oliveira, 2000). Uma alternativa interessante seria um método baseado em amostras spot de urina, relacionando a proporção de DP com a excreção de creatinina.

A relação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purinas foi primeiramente demonstrada por Blaxter e Martin em 1962 e Topps e Elliot em 1965, citados por Fujihara et al. (1987). Esta técnica admite que os ácidos nucleicos no duodeno são de origem predominantemente microbiana e após digestão intestinal e absorção, os derivados de purinas são recuperados na urina na forma de alantoína, mas também como hipoxantina, xantina, e ácido úrico (Perez et al., 1996). Entretanto, na urina de bovinos há predominância de alantoína e ácido úrico, devido a alta atividade da xantina oxidase, no sangue e tecidos, que converte hipoxantina e xantina a ácido úrico e este por sua vez é degradado em alantoína pela ação da uricase.

A excreção de DP está diretamente relacionada com a absorção de purinas e, com o conhecimento da relação N purinas/N total na massa microbiana, a absorção de N microbiano pode ser calculada a partir da quantidade de purina absorvida, que é estimada a partir da excreção urinária de DP (Chen & Gomes, 1992).

Outras alternativas para estimativa da produção microbiana, incluiriam as concentrações de alantoína no plasma ou leite (Oliveira, 2000). No entanto, os resultados de pesquisas ainda são contraditórios no que diz respeito se estes seriam bons indicadores do fluxo de proteína microbiana para o duodeno em vacas lactantes.

A proteína dietética pode sofrer proteólise, principalmente pelas bactérias ruminais, resultando em peptídeos e aminoácidos (Hoover & Stokes, 1991), enquanto a uréia dietética ou endógena, assim que entra em contato com o líquido ruminal, sofre hidrólise pela urease bacteriana, transformando-se em CO_2 e amônia. Todos estes compostos, peptídeos, aminoácidos ou amônia podem ser utilizados pelos microorganismos do rúmen para síntese de proteína. A disponibilidade ruminal de carboidratos, segundo Russell et al. (1992), tem grande efeito sobre a utilização de N no rúmen, em razão de os microorganismos utilizarem peptídeos e aminoácidos para o crescimento ou fermentarem aminoácidos, quando há deficiência de carboidratos, produzindo amônia.

A absorção de amônia através da parede do rúmen constitui-se na principal rota para a amônia que não foi assimilada pelos microorganismos, sendo removida da circulação portal pelo fígado, onde entra no ciclo da uréia (Vissek, 1979) sendo esta a forma principal pela qual o N é eliminado do organismo de mamíferos.

A concentração plasmática de uréia é positivamente relacionada com a ingestão de N, sendo que esta se equilibra rapidamente com os compartimentos líquidos do organismo, como o leite, e se admite que a concentração de N-uréia no leite reflete a concentração de N-uréia plasmática. A concentração de uréia no leite pode ser um potente indicador do metabolismo protéico em vacas (Roseler et al., 1993; Jonker et al., 1998).

A creatinina é formada no tecido muscular pela remoção irreversível do fosfato de creatinina, originada do metabolismo de aminoácidos (Harper et al., 1982). Oliveira (2000) afirmou que é possível a utilização de creatinina como marcador para a estimativa do volume urinário, o que permite estimar a excreção de derivados de purinas e de outros compostos sem a coleta total de urina.

Os microorganismos ruminais são agrupados pelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) em duas categorias: os microorganismos que fermentam carboidratos estruturais têm crescimento lento e utilizam apenas amônia como fonte de nitrogênio e os que fermentam carboidratos não estruturais têm crescimento mais rápido e utilizam tanto amônia como peptídeos e aminoácidos como fonte de nitrogênio, além de produzirem amônia (Russell et al., 1992). Portanto, a amônia é indispensável para o crescimento microbiano desde que associada a fontes adequadas de energia, de acordo com Orskov (1988) é desejável uma média de 7mg/100ml. Já Leng & Nolan (1984) recomenda níveis de amônia ruminal entre 15 e 20mg/100ml.

O pH e taxa de renovação são fatores químicos e fisiológicos que influenciam o crescimento microbiano, e ambos são influenciados pela dieta e por outros fatores correlacionados, como o nível de consumo, o manejo alimentar, a quantidade e qualidade da forragem, além da proporção volumoso: concentrado da dieta. A diminuição do pH diminui a degradabilidade da proteína, celulose, hemicelulose e pectina, embora seus efeitos sejam menores sob a digestão do amido. Redução do pH de 6,5 para 5,5 diminuiu a eficiência de síntese microbiana (Hoover & Stokes, 1991).

O presente trabalho foi realizado utilizando-se vacas lactantes alimentadas com rações constituídas, na base da matéria seca, de 70% de silagem de milho e 30% de concentrado, o qual era constituído de níveis crescentes de farelo de trigo em substituição ao fubá de milho na proporção de 0, 33, 67 e 100%, com os objetivos de avaliar: 1) a

produção e composição do leite, 2) os consumos e as digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e os consumos de nutrientes digestíveis totais (NDT) e carboidratos não fibrosos (CNF), 3)Economicidade das dietas, 4) estimar a produção de proteína microbiana, utilizando-se a excreção total de derivados de purinas 4) avaliar as concentrações de uréia no plasma e no leite e a excreção de uréia, 5) pH e amônia ruminal.

Os artigos a seguir foram editorados com base nos critérios da Revista Brasileira de Zootecnia, publicada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, com adaptações das normas para elaboração de tese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. *Nutrição Animal*. v. 1, 4. ed., São Paulo: Nobel, 1986. 395p.
- CAMPOS, O.F.; LIZIEIRE, R.S.; DAYRELL, M.S. et al. Características e composição de alguns alimentos concentrados utilizados na alimentação de vacas de leite. Circular técnica n.38, Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL, 1995, 29p.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (occasional publication). 21p.
- FUJIIHARA, 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, p. 7-12, 1987.
- HANSTED, K. M. Entenda o porquê da queda do preço da farelo nos últimos meses. <http://www.trigonet.com.br/artigos/artigos.asp?artigo-90>. 2001
- HARPER, H. A.; RODWELL, V. W.; MAYES, P. A. *Manual de Química Fisiológica*. 5 ed. São Paulo: Atheneu, 1982. 736p.
- HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. ***Journal of Dairy Science***, v. 74, p. 3630-3644, 1991.
- 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, p. 2681-2692, 1998.
- LENG, R. A.; NOLAN, J. V. Nitrogen Metabolism in the Rumen. ***Journal of Dairy Science***, v. 67, p. 1072-1089, 1984.
- OLIVEIRA, A.S. **Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite, produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos**. Viçosa, MG:UFV, 2000. 94p. Dissertação (Mestrado em Veterinária)- Universidade Federal de Viçosa, 2000.

ORSKOV, E. R. Nutrición proteica de los rumiantes. 1. ed. Zaragoza: Acribia, 1988. 178p.

PEREZ, J. F.; BALCELLS, J.; GUADA, J. A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ^{15}N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. **British Journal of Nutrition**, v. 75, p. 699-709, 1996.

ROSELER, D. K.; FERGUSON, J. D.; SNIFFEN, C. J. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 525-534, 1993.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**. v. 70, p. 425-441, 1992.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos Para Bovinos. Viçosa: UFV; DZO; DPI, 2001. 297p.

WISECK, W. J. Ammonia metabolism, urea cycle capacity and their biochemical assessment. **Nutr. Rev.**, v. 37, p. 273-282, 1979.

**Consumo, Digestibilidade Aparente, Produção e Composição do Leite e
Economicidade da Dieta de Vacas Alimentadas com Níveis Crescentes de
Farelo de Trigo em Substituição ao Fubá de Milho**

RESUMO - Foram objetivos dessa pesquisa determinar o tempo necessário para adaptação dos animais as rações e medição do consumo e avaliar o efeito de níveis crescentes de farelo de trigo em substituição ao fubá de milho na ração sobre a produção e composição do leite, os consumos e digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), proteína bruta (PB), consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) e carboidratos não fibrosos (CNF), assim como a economicidade das dietas. Utilizaram-se 12 vacas Holandesas distribuídas em três quadrados latinos (QL) balanceados 4 x 4, de acordo com o período de lactação. As quatro rações experimentais foram formuladas para conter na base da matéria seca 70% de silagem de milho e 30% de uma mistura contendo fubá de milho e ou farelo de trigo, farelo de soja, farelo de algodão, uréia e sais minerais. Foram utilizados níveis crescentes de farelo de trigo no concentrado (0, 33, 67, e 100%) para os tratamentos 1, 2, 3, e 4, respectivamente. Todas as dietas foram isoprotéicas (15% PB). Os resultados de consumo de MS indicaram que 5 dias são suficientes para adaptação dos animais aos tratamentos. Níveis crescentes de farelo de trigo resultaram em aumento linear do consumo de FDN expressos em kg/dia e %PV e decréscimo linear do consumo de CNF, entretanto os consumos de MS, MO, PB, EE, CT e NDT não variaram. As digestibilidades aparentes totais da MS, MO, CT e PB apresentaram comportamento linear decrescente com o aumento dos níveis de farelo de trigo da dieta. Entretanto as digestibilidades do EE e FDN não variaram. A produção de leite corrigida ou não para 3,5% de gordura, os teores de proteína e gordura, os extratos secos totais e desengordurados não foram influenciados pelos níveis de farelo de trigo da ração. A avaliação econômica da dieta apresentou um decréscimo nos custos a medida que aumentava os níveis de farelo de trigo da dieta.

Palavras chave: avaliação econômica, consumo, digestibilidade, farelo de trigo, produção de leite, vacas em lactação

**Intake, Apparent Digestibility, Milk Production and Composition and Economic
Evaluation of Diets Fed to Lactating Cows by Using Increasing level of Wheat
Middlings as a Replacement for Corn Meal**

ABSTRACT- The objectives of this research were to detect how many days were necessary to animals adapt to the diets, by measuring intake; to evaluate the effect of crescent levels of wheat middlings as a replacement for corn meal in the diets on the milk production and composition, the intake and apparent digestibilities of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), ether extract (EE), total carbohydrates (TC), crude protein (CP), intake of total digestible nutrient (NDT) and non fiber carbohydrate (NFC), as well as diets economical evaluation. Twelve Holstein cows were allotted to four balanced 4 x 4 Latin square design in accordance with the lactation period. The four experimental diets were formulated to contain 70% corn silage and 30% corn meal and or wheat middlings, soybean meal, urea and mineral mix. Crescent levels of wheat middlings were used in the concentrate (0, 33, 67 e 100%) for the treatment 1, 2, 3 and 4, respectively. All diets were isoproteics, with approximately 15% CP. Five days was enough for adaptation of the animals to the rations. There was linear increase in the intake of NDF, expressed as kg/day and %LW and linear decrease in the intake of NFC, however there was no change in the intake of DM, OM, CP, EE, TC and TDN. The total apparent digestibilities of DM, OM, TC and CP presented a linear decrease response, with increasing levels of wheat middlings in the diets. However, the total apparent digestibilities of EE and NDF did not change. The milk production corrected or not for 3,5% fat and milk protein, fat, milk dry matter and deffated milk contents were not influenced by the wheat middlings levels in diets. The economic evaluation of the diets presented a decrease in the costs with increasing levels of wheat middlings in the diets.

Key Words: lactating cows, digestibility, intake, wheat middlings, milk production, economic evaluation

Introdução

Na prática de criação de ruminantes, a alimentação tem sido responsável pela maior parte dos custos (60 a 70%), sejam esses animais criados confinados ou extensivamente. É pois de fundamental importância conhecer os princípios básicos sobre os alimentos em si e seu balanceamento ao formular rações.

A avaliação do valor nutritivo dos alimentos consumidos pelos animais tem sido um desafio para os nutricionistas. As variedades dos alimentos, que podem e são utilizados na alimentação de ruminantes, são muito grandes, mas seu valor nutricional é determinado por uma complexa interação entre os seus constituintes e por sua interação com os microrganismos do trato digestivo, nos processos de digestão, na absorção, no transporte e na utilização de metabólitos, além da própria condição fisiológica do animal. Para que o ruminante possa aproveitar seu potencial genético máximo, é importante o fornecimento dos níveis adequados de nutrientes por intermédio de uma ração balanceada (Dutra et al., 1997).

O avanço das técnicas de alimentação e manejo na pecuária leiteira tem levado os criadores a buscarem a racionalização da criação de animais, empregando métodos eficientes e econômicos que reflitam numa maior oferta de leite para o mercado. Dentro deste contexto, o preço dos concentrados pode ser um fator limitante na alimentação de vacas, devendo o criador dispor de alternativas viáveis com vistas a minimizar custos (Signoretti et al., 1997). Dentro de algumas opções de alimentos concentrados para o gado leiteiro, o farelo de trigo pode ser uma alternativa viável.

O trigo é o principal cereal produzido no mundo e diferentemente do milho, é usado prioritariamente na alimentação humana, sendo que o seu beneficiamento gera valiosos alimentos para os animais domésticos. Na obtenção da farinha de trigo, 28% do grão não é aproveitado, originando o subproduto farelo de trigo.

O farelo de trigo é um dos mais populares alimentos para o gado leiteiro e, geralmente, é fornecido com alimentos mais ricos em proteína (Andrigueto et al., 1986).

Campos et al. (1995) afirmam que nos moinhos o farelo e o farelinho de trigo correm em bicas separadas; entretanto, no mercado brasileiro, a rotina é o emprego dos dois, formando um produto único com o nome de farelo de trigo comercial. De forma geral contém cerca de 16,79% de proteína bruta e 72,74% de NDT (Valadares Filho et al., 2002).

É uma boa fonte de energia para bovinos e, tradicionalmente, no Brasil tem sido usado como substituto do milho.

É extremamente rico em fibras e seu consumo melhora a fisiologia intestinal do animal, entretanto o seu consumo demasiado pode provocar um efeito laxante indesejável para o animal, sendo necessário conhecer bem a interação desse subproduto com os demais ingredientes da ração animal, para balanceá-la adequadamente em função do peso e da espécie consumidora (Hansted, 2001).

O farelo de trigo é largamente utilizado na alimentação dos animais. Entretanto são escassas na literatura informações quanto ao seu uso, principalmente sobre a produção de leite. Na avaliação de alimentos para os animais, uma série de aspectos devem ser levados em consideração, como consumo e digestibilidade. Também são de extrema importância seu efeito sobre os parâmetros ruminais como amônia e pH, bem como a eficiência com que este alimento levará a síntese de proteína microbiana, já que qualquer distúrbio em um destes parâmetros levará diretamente a queda da produção de leite, resultando em sérios prejuízos ao produtor de leite.

O consumo de matéria seca é um importante critério quando se vai formular dietas, especialmente para vacas de alta produção. Algumas vezes é impossível atender os requerimentos de energia quando a ingestão de matéria seca por vacas de alta produção é limitante, um problema que resulta em perda de peso e conseqüentemente uma baixa produção de leite. A quantidade de matéria seca consumida pelas vacas depende de algumas variáveis incluindo peso vivo, nível de produção de leite, estágio de lactação, condições ambientais, fatores sociais e de manejo, histórico de alimentação, condição corporal e tipo e qualidade dos ingredientes da ração, particularmente volumosos (NRC, 1989).

Maximizar o consumo de um animal é um componente chave no desenvolvimento de rações e estratégias de alimentação que irão otimizar a rentabilidade da produção. É importante então distinguir entre os dois mecanismos básicos de regulação do consumo, denominados de "curta e longa duração". Mecanismos de controle de curta duração referem-se a eventos diários que afetam a frequência, tamanho e padrão da alimentação e está relacionado aos estímulos que iniciam o processo de fome e saciedade. A regulação de longa duração do consumo de alimentos refere-se ao consumo médio diário, por um extenso período de tempo, durante o qual o equilíbrio de peso é atingido e mantido (Rodrigues, 1998).

Segundo Mertens em 1987, no sistema de estimação de consumo, um conceito a ser levado em consideração, é que a predição do consumo é estabelecida em função do animal, do alimento e das condições de alimentação. Quando rações com alta energia e baixo teor de fibra são fornecidas, as vacas irão regular o consumo para satisfazer seus requisitos de energia (o rúmen não ficará cheio), e quando rações com alto teor de fibra e baixa energia são fornecidas, o consumo de alimentos pela da vaca será limitado pelo efeito de enchimento do rúmen.

A presença da fibra influencia o consumo dos animais e consequentemente seu desempenho, o nível ótimo de FDN que irá maximizar o consumo de energia de vacas no início de lactação varia entre 25 a 35% da MS. Deve-se considerar também que entre 65 e 75% da fibra total (% FDN) seja oriunda das forragens (Rodrigues, 1998).

Os carboidratos totais contribuem de um modo geral com 75% da matéria seca das forragens, sendo consequentemente a principal fonte de energia para os ruminantes (Coelho da Silva e Leão, 1979).

A interação entre proteína e suprimento de energia no rúmen de vacas de alta produção é muito importante. Um consumo adequado de proteína degradável no rúmen é essencial para maximizar ambos consumo e digestibilidade ruminal.

A digestibilidade é um dos parâmetros mais importantes para avaliação do valor nutritivo de um alimento. Estudos de digestão parcial dos nutrientes das rações são importantes, pois permitem estudar quantitativamente a utilização destes nos diferentes compartimentos do sistema digestivo, proporcionando melhor avaliação das diferenças existentes entre rações, além de poderem, também, estimar a eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen (Dutra et al., 1997).

O experimento foi realizado com os objetivos de avaliar o efeito de níveis crescentes de farelo de trigo em substituição ao fubá de milho na dieta de vacas em lactação sobre o período de adaptação das vacas as dietas, produção e composição do leite, os consumos e digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), e o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) e carboidratos não fibrosos (CNF), assim como a economicidade das dietas utilizadas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão em Gado de Leite/UEPE-GL do Departamento de Zootecnia (DZO), da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG), durante o período de outubro a dezembro de 2000.

Foram utilizadas 12 vacas no terço médio da lactação, da raça Holandesa preto e branco, puras e mestiças, com peso médio de 540 kg, distribuídas em três Quadrados Latinos, 4 X 4, balanceados, conforme a duração da lactação.

O experimento foi constituído de quatro períodos com duração de 15 dias cada um. Para avaliar a adaptação das vacas as dietas os períodos foram divididos em três sub-períodos de cinco dias para coleta de amostras para medição do consumo. Foram utilizados 10 dias de adaptação dos animais as rações e os últimos cinco dias para coleta, além da medição do consumo foram avaliados também o consumo de nutrientes, suas digestibilidades aparentes, produção e composição do leite e economicidade das dietas.

Os animais receberam quatro dietas completas, contendo 0, 33, 67 e 100% de farelo de trigo em substituição ao fubá de milho. Foram usados no balanceamento das dietas, como alimento concentrado farelo de trigo, fubá de milho, farelo de soja, farelo de algodão, uréia, premix mineral e vitamínico e como volumoso silagem de milho. A relação volumoso:concentrado foi de 70:30, base da matéria seca. Após análise dos ingredientes disponíveis, as dietas foram formuladas conforme requerimentos do NRC (1989).

Periodicamente foram feitas estimativas do teor da matéria seca do volumoso, para ajuste da relação volumoso:concentrado das dietas ao longo dos períodos experimentais.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia, fazendo-se o registro da produção de leite. As amostras de leite foram coletadas na ordenha da manhã e da tarde no 11^o e 14^o dia, para fins de análise dos teores de proteína bruta, gordura do leite e estimativa do extrato seco total e desengordurado. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLC) pela equação citada por Sklan et al. (1992): $PLC = (0,432 + 0,1625 \times G) \times \text{kg de leite}$.

A proporção dos ingredientes na mistura de concentrados e nas dietas experimentais na base MS é mostrada na tabela 1, a composição química dos concentrados e da silagem de milho pode ser visualizada na Tabela 2, e a composição das rações totais é mostrada na Tabela 3.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nas misturas de concentrados e nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca, em função dos níveis de substituição do fubá de milho pelo farelo de trigo

Ingredientes (%)	Níveis de farelo de trigo (%)			
	0	33	67	100
Composição do concentrado				
Fubá de Milho	43,93	29,09	14,55	0
Farelo de trigo	0	14,55	29,12	43,69
Farelo de Soja	50,58	44,43	37,43	31,15
Farelo de Algodão	0	6,75	14,01	20,29
Uréia/Su.de amônio	2,01	2,01	2,01	2,01
Mistura Mineral ¹	3,47	3,154	2,864	2,83
Total	100	100,00	100,00	100,00
Composição dieta (%)				
Silagem de Milho	70,00	70,00	70,00	70,00
Farelo de trigo	0	4,30	8,60	12,90
Fubá de Milho	13,00	8,60	4,30	0
Farelo de Soja	15,15	13,30	11,20	9,31
Farelo de Algodão	0	2,05	4,25	6,15
Uréia/Su.de amônio	0,68	0,68	0,68	0,68
Mistura Mineral	1,17	1,06	0,96	0,95
Total	100	100	100	100

1- A mistura de macro e microminerais foi formulada para suprir 100% da exigências dos animais

Tabela 2 – Teores médios 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), fibra em detergente ácido e lignina obtidos para os concentrados e a silagem de milho

Itens	Níveis de farelo de trigo (%)				Silagem de milho
	0	33	67	100	
MS (%)	88,86	88,92	88,98	89,07	26,30
MO ¹	92,19	91,91	91,48	90,03	93,80
PB ¹	33,28	33,57	33,62	33,73	7,50
EE ¹	2,55	2,44	2,35	2,27	2,87
CT ¹	57,23	56,80	56,44	55,12	84,20
FDN ¹	12,60	19,34	26,26	32,86	61,70
CNF ¹	44,63	37,46	30,18	22,26	22,45
FDA ¹	6,57	9,43	12,39	15,1	33,63
LIG ¹	1,64	2,62	3,65	4,59	6,12

1 - % na MS

Tabela 3 – Teores médios 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), fibra em detergente ácido (FDA), nutrientes digestíveis totais e lignina obtidos para as dietas experimentais

Itens	Níveis de farelo de trigo (%)			
	0	33	67	100
MS (%)	45,06	45,08	45,10	45,13
MO ¹	93,31	93,23	93,10	92,66
PB ¹	15,23	15,32	15,33	15,36
EE ¹	2,77	2,74	2,71	2,69
CT ¹	76,11	75,98	75,87	75,47
FDN ¹	46,97	48,99	51,07	53,05
CNF ¹	29,14	26,99	24,80	22,42
FDA ¹	25,51	26,37	27,25	28,07
NDT ¹	72,06	71,21	67,96	63,06
LIG ¹	4,77	5,06	5,37	5,65

1 - % na MS

A alimentação era fornecida em duas refeições diárias, “ad libitum”, às 8:00 e às 16 horas, permitindo-se sobras de até 10% de MS.

Durante todo o período experimental, as sobras de cada animal foram pesadas diariamente, retirando-se uma alíquota que foi acondicionada em sacos plásticos e armazenada a -20° C. A cada cinco dias foi feita uma amostra composta das sobras, sendo o mesmo procedimento realizado para a silagem de milho. Foram coletadas também amostras dos concentrados.

As fezes foram coletadas diretamente na ampola retal após as ordenhas da manhã e da tarde no 10° e 13° dia de cada período experimental, sendo posteriormente acondicionados em sacos plásticos e armazenados a -20° C.

Ao término do período de coletas, as amostras de silagem de milho, sobras e fezes foram descongeladas, secas em estufa de ventilação forçada a 65° C durante 72 a 96 horas e posteriormente, moídas em moinho com peneira dotada de crivos de 1 mm e armazenadas para posteriores análises.

A fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) foi utilizada como indicador interno para determinar a digestibilidade aparente dos alimentos, conforme metodologia descrita por Craig et al. (1984), exceto para a incubação que foi feita diretamente no rúmen por seis dias.

Os carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) em que:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%CINZAS);$$

$$CNF = CT - FDN$$

$$NDT = (PB_{ing} - PB_{fecal}) + (CT_{ing} - CT_{fecal}) + 2,25(EE_{ing} - EE_{fecal}),$$

Onde: PB_{ing} = proteína bruta ingerida; CT_{ing} = carboidratos totais ingerido e EE_{ing} = extrato etéreo ingerido.

A determinação do extrato seco total e desengordurado do leite, foi feita pelo método de Gerber (Behmer, 1984).

O teor de nitrogênio total do leite, analisado pelo método micro Kjeldahl (SILVA, 1990), foi multiplicado pelo fator 6,38 para determinação da proteína bruta (PB) do mesmo.

Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), UFV (1998), adotando-se um nível de significância de 5%. Para analisar o consumo de matéria seca nos sub-períodos 1, 2 e 3, utilizou-se a metodologia de identidade de modelos recomendada por REGAZZI (1996). Como o tratamento é uma variável contínua (nível de substituição), os graus de liberdade deste efeito foram desdobrados em efeito linear, quadrático e cúbico.

Resultados e Discussão

Na Tabela 4 são apresentadas as médias de consumo de matéria seca para os sub-períodos 1, 2, 3, expressos em kg/dia e em percentagem de peso vivo (%PV)

Através do teste de identidade de modelos encontrou-se que em nenhum dos sub-períodos os consumos de matéria seca foram influenciados pelos níveis de farelo de trigo das dietas. O que permite sugerir que um sub-período foi suficiente para adaptação das vacas as rações e que o consumo de MS pode ser medido em apenas cinco dias. Desta forma o período experimental poderá ser reduzido para apenas 10 dias, o que resultará em economia de aproximadamente 33% de tempo e alimentos utilizados nas dietas. Resultados semelhantes foram encontrados por Valadares Filho et al. (2000) e Oliveira et al. (2001).

Tabela 4 - Consumos médios diários de matéria seca estimados para os três sub-períodos em função dos níveis de farelo de trigo na dieta e suas respectivas médias e coeficiente de variação (CV)

Sub-período	Níveis de farelo de trigo (%)				Média geral	CV (%)
	0	33	67	100		
CMS(kg/dia)						
1	17,00	16,28	16,95	16,37	= 16,65	7,75
2	17,65	17,63	17,10	17,23	= 17,40	7,19
3	17,26	16,46	16,45	17,04	= 16,80	7,59
CMS(%PV)						
1	3,19	3,05	3,18	3,07	= 3,13	7,51
2	3,33	3,33	3,21	3,24	= 3,27	6,82
3	3,25	3,10	3,08	3,20	= 3,16	7,63

As médias referentes aos consumos diários de MS, MO, FDN, EE, PB, CT, CNF, e NDT, expressas em quilogramas por dia e em percentagem do peso vivo (%PV), os coeficientes de variação e as equações de regressão encontram-se na Tabelas 5.

O consumo de MS expresso em kg/dia e em %PV não foram influenciados pelo aumento dos níveis de farelo de trigo das dietas, ficando em média 16,80 kg/dia e 3,16%PV

TABELA 5 - 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) das dietas experimentais com suas respectivas equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV)

Itens	Níveis de farelo de trigo				Equações de regressão	R^2	CV(%)
	0	33	67	100			
	Consumos						
MS kg/dia	17,26	16,46	16,45	17,04	=16,8		7,59
MS %PV	3,25	3,10	3,08	3,20	=3,16		7,63
MO kg/dia	16,1	15,33	15,64	15,74	=15,7		5,79
PB kg/dia	2,91	2,83	2,80	2,91	=2,86		6,34
EE Kg/dia	0,498	0,450	0,453	0,468	=0,467		11,25
CT Kg/dia	11,90	11,25	11,73	11,91	=11,7		6,43
FDN kg/dia	6,42	8,10	8,12	9,29	= 6,696+0,025NT	0,88	7,66
FDN %PV	1,19	1,50	1,51	1,73	= 1,242+0,005NT	0,89	7,07
CNF Kg/dia	5,34	4,52	4,13	3,79	= 5,205-0,015NT	0,94	10,12
NDT Kg/dia	11,65	10,82	11,08	10,31	=10,96		10,26

Dalke et al. (1997) estudando o efeito de substituição do fubá de milho (0, 5, 10, e 15%) ou feno de alfafa (5 e 10%) pelo farelo de trigo peletizado em dietas de novilhos em terminação, encontraram um aumento linear do consumo de MS e da conversão alimentar quando o milho foi substituído pelo farelo de trigo, no entanto, quando este substituiu o feno de alfafa a ingestão de MS diminuiu, mas a conversão alimentar não mudou. Os ganhos de pesos diários e o peso final não foram afetados em nenhum dos dois casos.

Os consumos de MO, PB, EE, CT, e NDT não foram influenciados pelos níveis de farelo de trigo das rações, apresentando média 15,7; 2,86; 0,467; 11,7 e 10,96 kg/dia respectivamente. Semelhantemente Dhakad et al. (2002), não encontram diferença para o consumo de MS, MO e NDT, quando avaliaram a substituição do milho triturado (0, 50 e 100% da MS) por farelo de trigo na ração concentrada de ovinos em crescimento.

Entretanto, os consumos de FDN apresentaram comportamento linear crescente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de farelo de trigo das dietas, uma vez que, a medida que aumentava os níveis de farelo de trigo das rações aumentava também o teor de FDN, isto devido ao fato do farelo de trigo ser extremamente rico em fibras, em torno de 44,48% de FDN. Desta forma o consumo de FDN em relação ao peso vivo foi acima do valor de $1,2\pm0,1\%$ proposto por Mertens (1996), para os tratamentos em que o fubá de milho foi substituído pelo farelo de trigo, como valor para se obter consumo ótimo de MS, para dietas mistas. Porém no Brasil vários autores encontraram consumo de FDN entre 1,3 a 1,6% do PV (Araújo, 1995; Malafaia, 1996; Almeida, 1997; Campos, 1998; Moreira, 2000).

Os consumos médios diários de CNF decresceram linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de farelo de trigo das rações.

Os coeficientes de digestibilidades aparente da MS, MO, PB, EE, FDN, e CT, com seus respectivos coeficientes de variação, coeficientes de determinação e equações de regressão são mostrados na tabela 6.

Neste experimento, com o aumento dos níveis de farelo de trigo da ração, houve um decréscimo linear ($P<0,05$) da digestibilidade aparente da MS, MO, CT e PB, provavelmente devido ao aumento do teor de FDN da ração a medida que aumentava os níveis de farelo de trigo. Já as digestibilidades aparentes do EE e FDN não variaram, apresentando média de 87,94 e 60,33; respectivamente.

A relação entre digestibilidade de MS, MO, CT e PB e os níveis de farelo de trigo na ração indicou que a cada unidade de percentagem de farelo de trigo na ração ocorreu um decréscimo de aproximadamente 0,1; 0,1; 0,1 e 0,05% nas suas digestibilidades, respectivamente.

Estes resultados estão de acordo com Dalke et al. (1997), que encontraram um decréscimo linear da digestibilidade da MS e MO quando o farelo de trigo substituiu o fubá de milho, entretanto, quando este substituiu o feno de alfafa as digestibilidades aumentaram linearmente.

Já Dhakad et al. (2002), quando avaliaram a substituição do milho triturado (0, 50 e 100% da MS) por farelo de trigo na ração concentrada de ovinos em crescimento, constataram que a digestibilidade da MS, MO, PB, FDN, FDA e EE não variaram, indicando que a substituição do milho pelo farelo de trigo em níveis tão elevados quanto 100% não alterou a digestibilidade dos nutrientes.

Tabela 6 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS) matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), com suas respectivas equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV)

Itens	Níveis de farelo de trigo				Equações de regressão	R^2	CV(%)
	0	33	67	100			
CDMS	73,54	73,43	68,10	64,37	$Y=74,7853-0,0984957NT$	0,90	8,63
CDMO	75,24	74,71	70,61	66,29	$Y=76,3551-0,092754NT$	0,92	8,40
CDPB	74,38	74,52	74,10	69,11	$Y=75,4516-0,0484405NT$	0,63	7,52
CDEE	88,57	87,78	88,81	86,59	$Y=87,94$		4,01
CDCT	72,53	71,56	67,46	62,54	$Y=73,6299-0,102066NT$	0,93	9,67
CDFDN	58,28	66,45	59,26	57,35	$Y=60,33$		13,05

A tabela 7 mostra as exigências recomendadas pelo NRC (1989) e os consumos observados no presente estudo de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

Tabela 7 – Exigências (Exig) recomendadas pelo NRC (1989) para vacas com 540 kg de peso vivo produzindo 21 kg de leite/dia com 3,5% de gordura e ganho de peso de 330 g/dia e ingerido (Ing) observado no presente estudo de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT)

Item	PB		NDT	
	Exig	Ing	Exig	Ing
	1989		1989	
kg/dia	2,30	2,86	11,04	10,96
% MS	13,70	17,02	65,71	65,24
Diferença ¹ (kg/dia)	0,56		-0,47	

1 – Ingerido – Exigência

Não houve diferença para os consumos de proteína bruta, observando-se um valor médio de 2,86 kg, valor este acima em 0,56 kg PB em relação ao recomendado pelo NRC (1989), conforme pode-se visualizar na Tabela 6. Também, a percentagem de proteína na matéria seca consumida, que foi 17,02%, está acima do teor utilizado no balanceamento da dieta como mostra a Tabela 3. Isto ocorreu, provavelmente devido ao fato de que as vacas utilizadas, estavam no início do experimento no terço médio da lactação e desta forma o

consumo de MS verificado foi menor do que o esperado, havendo portanto uma maior concentração de PB na dieta. Como as dietas foram balanceadas para serem isoprotéicas e os consumos de matéria seca e matéria orgânica não diferiram entre os tratamentos, pode ter sido estes os fatores que mais contribuíram para não haver diferença no consumo de proteína bruta.

A produção e composição do leite, com suas respectivas médias e coeficientes de variação encontram-se na tabela 7.

Tabela 8 - Produção de leite corrigida (PLG) ou não (PL) para 3,5% de gordura e teores médios de gordura (G), proteína (PTN), extrato seco total (EST) e extrato seco desidrogenado (ESD) com suas respectivas médias e coeficientes de variação (CV)

Itens	Níveis de farelo de trigo				Média geral	CV (%)
	0	33	67	100		
PL (kg/vaca/dia)	21,10	21,30	20,20	20,00	Y=20,63	8,11
PLG (kg/vaca/dia)	22,50	21,50	21,40	21,10	Y=21,64	8,85
G (%)	3,90	3,60	3,90	3,80	Y=3,82	7,35
PTN (%)	3,10	3,00	3,10	3,00	Y=3,06	4,54
EST (%)	12,80	12,30	12,90	12,80	Y=12,70	2,64
ESD (%)	8,90	8,70	9,00	8,90	Y=8,87	1,95

As médias para PL (kg/dia), PLG(kg/dia), %G, %PTN, %EST, e %ESD foram 20,63; 21,64; 3,82; 12,7 e 8,87 respectivamente, não sendo observado efeito dos níveis de farelo de trigo sobre os mesmos, o que reflete os consumos verificados e que a queda na digestibilidade das dietas não interferiu nos níveis de produção e na qualidade do leite.

Contrário aos resultados encontrados, Moraes et al (1982), estudando a produção de leite de vacas mantidas em pastagens de braquiária, com acesso a banco de proteínas, e recebendo níveis crescentes de farelo de trigo, encontraram que para cada 1 Kg de farelo de trigo ingerido ocorreu um incremento de 324 g de leite/dia.

Os custos diários com alimentação, receita bruta e margem bruta, relativos às dietas experimentais estão mostradas na tabela 9.

Tabela 9 - Custos com alimentação, receita bruta com produção de leite, margem bruta e custo do leite, obtidos para os diferentes tratamentos

Itens	Níveis de farelo de trigo (%)			
	0	33	67	100
A. Custo com alimentação (R\$/vaca/dia)	4,565	4,465	4,315	4,205
Concentrado oferecido (kg MN/vaca/dia)	6,08	6,08	6,08	6,08
Custo do concentrado ¹ (R\$/kg MN)	0,492	0,476	0,450	0,432
Custo com concentrado (R\$/vaca/dia)	2,99	2,89	2,74	2,63
Silagem oferecida (kg MN/vaca/dia)	45,0	45,0	45,0	45,0
Custo da silagem (R\$/kg MN)	0,035	0,035	0,035	0,035
Custo com volumoso (R\$/vaca/dia)	1,575	1,575	1,575	1,575
B. Receita bruta (R\$/vaca/dia)	6,6	6,6	6,6	6,6
Produção de leite (kg/vaca/dia)	20	20	20	20
Preço do leite pago ao produtor (R\$/litro)	0,33	0,33	0,33	0,33
B – A. Margem bruta (R\$/vaca/dia)	2,035	2,135	2,285	2,395
Custo do leite (R\$/kg) ²	0,228	0,223	0,215	0,210
Custo do leite (%) ³	69,1	67,6	65,4	63,7
Custo do leite (%) ⁴	45,3	43,8	41,5	39,8

¹ Fábrica de Ração da Universidade Federal de Viçosa-MG

² Considerando-se somente os custos com alimentação.

³ Relação custo com alimentação / receita bruta.

⁴ Relação custo com ração concentrada / receita bruta

Foi considerado custo médio de R\$ 35,00 por tonelada de matéria natural da silagem de milho produzida durante o ano de 2001, segundo informações do PDPL-RV (Convênio Nestlé/FUNARBE/UFV). O preço médio do leite foi de R\$ 0,33/litro, pago pelo leite resfriado aos produtores que entregaram mais de 1000 litros/dia durante o ano de 2001 (laticínios da FUNARBE- Viçosa). Na avaliação de economicidade pressupõem-se que outros custos envolvidos no sistema de produção não variaram entre tratamento.

Os valores do consumo de silagem de milho e do concentrado foram considerados os mesmos tendo em vista que o consumo médio de matéria seca não diferiu entre os tratamentos, tendo o mesmo ocorrido em relação a produção de leite. Desta forma, a única variação que ocorreu foi imposta pela diferença de preço dos concentrados. Entretanto, na

época da execução deste experimento os preços do fubá de milho e farelo de trigo estavam iguais.

Para todos os tratamentos a margem bruta, assim como as relações: custo de alimentação e custo da ração concentrada / receita bruta ficaram dentro da faixa aceitável, onde muitos autores afirmam que na pecuária leiteira, a alimentação é responsável pela maior parte dos custos, cerca de 60 a 70%, sejam estes animais criados confinados ou extensivamente (Dutra et al. 1997). Entretanto o uso do farelo de trigo em substituição ao fubá de milho reduziu em até 7,89% o custo da ração concentrada o que aumentou a margem bruta em até 17,7%; no nível mais alto de substituição. A relação custo com ração concentrada / receita bruta, passou de 45,3% para 39,8%; representando uma economia de 5,5% pontos percentuais.

Conclusões

A redução do período experimental para 10 dias poderá resultar em 33% de economia em tempo e custos de alimentação, na condução de experimentos semelhantes.

O fubá de milho poderá ser substituído em até 100% pelo farelo de trigo em rações concentradas em dietas a base de silagem de milho, para vacas produzindo em média 20 kg de leite, ou seja, a decisão da inclusão de farelo de trigo na dieta de vacas em lactação depende apenas de fatores econômicos.

Referências Bibliográficas

- ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. *Nutrição Animal*. v. 1, 4. ed., São Paulo: Nobel, 1986. 395p.
- CAMPOS, O.F.; LIZIEIRE, R.S.; DAYRELL, M.S. et al. Características e composição de alguns alimentos concentrados utilizados na alimentação de vacas de leite. Circular técnica n.38, Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL, 1995, 29p.
- ALMEIDA, R.G. Saccharina em dietas para vacas lactantes. Viçosa, MG, UFV, 1997 52 p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- ARAÚJO, G.G.L., SILVA, J.F.C., VALADARES FILHO, S.C. et al. Efeito da degradabilidade da proteína sobre o consumo e digestão de matéria seca, matéria orgânica e carboidratos estruturais, em vacas lactantes. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.24, n.3, p.371-381, 1995.
- BEHMER, M.L.A. **Tecnologia do leite: produção, industrialização e análise**. 13. ed. São Paulo, Nobel, 1984. p. 100-108.
- CAMPOS, J.M.S. Balanço dietético cátion-ânion na alimentação de vacas leiteiras, no período do pré-parto. Belo Horizonte, MG, UFMG, 1998. 103 p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.
- COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- CRAIG, W. M., HONG, B. J., BRODERICK, G. ^a et al. In vitro inoculum enriched with particle associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. **Journal of Dairy Science**, v. 67, p. 2902-2909, 1984.
- DALKE, B. S.; SONON, R. N.; YOUNG, M. A et al. Wheat middlings in high-concentrate diets: feedlot performance, carcass characteristics, nutrient digestibilities, passage rates, and ruminal metabolism in finishing steers. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2561-2566, 1997.
- DHAKAD, A.; GARG, A. K.; SINGH, P. et al. Effect of replacement of maize grain with wheat bran on the performance of growing lambs. **Small Ruminant Research**, 2158(): 1-8, 2002.
- DUTRA, A. R.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C. et al. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre a síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 4, p. 797-805, 1997.

- HANSTED, K. M. Entenda o porquê da queda do preço da farelo nos últimos meses. <http://www.trigonet.com.br/artigos/artigos.asp?artigo-90>. 2001
- MALAFAIA, P.A.M. VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. Sebo bovino em rações para vacas em lactação 1. Consumo dos nutrientes, produção e composição do leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.1, p.153-163, 1996.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal Animal Science**, v. 64, p. 1548-1558.
- MERTENS, D.R. Comparing forage sources in dairy rations containing similar neutral detergent fiber concentrations. In: U.S. DAIRY FORAGE RESEARCH CENTER, 1995. Research Summaries. USDA, ARS, 1996. p. 87-90.
- MORAES, E.; PIENIZ, L.C.; ITALIANO, E.C. Efeito da suplementação com farelo de trigo para vacas mestiças Holandês x Zebu. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. XIX, Piracicaba, 1982. **Anais...**, Piracicaba, 1982, p.120.
- MOREIRA, A.L. Valor nutritivo de rações contendo silagem de milho e feno de alfafa e de coast-cross como volumosos, para vacas lactantes e ovinos. Viçosa, MG, UFV, 2000, 62p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1988. 158p.
- PDPL-RV. Convênio Nestlé/FUNARBE/UFV. <http://www.ufv.br/pdpl> (comunicado pessoal)
- REGAZZI, J. A. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**
- RODRIGUES, M. T. Uso de fibras em rações de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA. 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa: AMEZ, 1998, p. 139-171.
- SIGNORETTI, R. D.; CASTRO, A. C. G.; SILVA, J. F. C et al. Avaliação do farelo de gérmen de milho na alimentação de bezerros de raças leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 3, p. 616-622, 1997.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa- MG: UFV, 1990. 165 p.
- SKLAN, D.; ASHKENNAZI, 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. A net carbohydrate and protein Availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p.3562-3577, 1992.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). S.A.E.G. (**Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**). Viçosa, MG, 1997 (Versão 7.0).

VALADARES FILHO, S. C.; BRODERICK, G.A.; VALADARES, R. F. D. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 106-114, 2000.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos Para Bovinos. Viçosa: UFV; DZO; DPI, 2001. 297p.

Produção de Proteína Microbiana, Estimativas das Excreções de Derivados de Purinas e de Uréia Através de Coletas *Spot* e Avaliação dos Parâmetros Ruminais em Vacas Lactantes Alimentadas com Níveis Crescentes de Farelo de Trigo em Substituição ao Fubá de Milho

RESUMO - Foram objetivos dessa pesquisa estimar a produção de proteína microbiana, utilizando-se a excreção total de derivados de purinas (DP) a partir de coletas *spot* de urina, avaliar as concentrações de uréia e N-uréia no plasma e no leite, as excreções urinárias de uréia e N-uréia, pH e concentração de amônia ruminal. Utilizaram-se 12 vacas Holandesas distribuídas em três quadrados latinos (QL) balanceados 4 x 4, de acordo com o período de lactação. As quatro rações experimentais foram formuladas para conter na base da matéria seca 70% de silagem de milho e 30% de uma mistura contendo fubá de milho e ou farelo de trigo, farelo de soja, farelo de algodão, uréia e sais minerais. Foram utilizados níveis crescentes de farelo de trigo no concentrado (0, 33, 67 e 100%) para os tratamentos 1, 2, 3, e 4, respectivamente. Todas as dietas foram isoprotéicas (15% PB). As concentrações de uréia e N-uréia no leite não foram afetados pelos níveis de farelo de trigo, assim como as concentrações plasmáticas de uréia e N-uréia. As excreções urinárias de uréia, N-uréia, alantoína, DP, purinas absorvidas, N-microbiano e concentração de alantoína no leite não foram influenciados pelos níveis de farelo de trigo, entretanto a excreção de ácido úrico apresentou comportamento quadrático, com valor máximo de 40,03 mmol/dia no nível de 36% de farelo de trigo. O pH e a concentração de amônia ruminal antes e após a alimentação também não foram afetados pelos níveis de farelo de trigo.

Palavras chave: amônia ruminal, derivados de purinas, farelo de trigo, pH, uréia, vacas em lactação

**Microbial Protein Production, Purine Derivatives and Urea Excretion, Obtained
from *Spot* urine collection and Ruminant Parameters in the
Lactating Dairy Cows Fed Increasing Levels of Wheat Middlings
as a Replacement for Corn Meal**

RESUMO- The objectives of this research were to estimate the protein production using the total purine derivatives (PD) excretion, obtained from spot urine collection, to evaluate the plasma and milk urea and N-urea, urinary urea excretion, pH and ruminal ammonia concentration. Twelve Holstein cows were allotted to four balanced 4 x 4 Latin square design in accordance with the lactation period. The four experimental diets were formulated to contain 70% of corn silage and 30% of corn meal and or wheat middlings, soybean meal, urea and mineral mixture. Increasing levels of wheat middlings in the concentrate (0, 33, 67 and 100%) for the treatment 1, 2, 3 and 4, respectively, were used. All diets were isoproteic, approximately 15% CP. The milk urea and N-urea concentrations were not influenced by wheat middlings levels, such as plasma urea e N-urea concentration. The urea, N-urea, allantoin, PD, absorbed purine, N-microbial urinary excretion and milk allantoin concentration were not influenced by wheat middlings levels. However, uric acid excretion presented a quadratic response, with maximum value of 40.03 mmol/day in the wheat middlings level of 36%. The pH and ruminal ammonia concentration before and after feeding were also not influenced by wheat middlings levels.

Key Words: ruminal ammonia, lactating cows, pH, purine derivatives, wheat middlings, urea

Introdução

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 (Valadares Filho, 1995)

A determinação da contribuição da proteína microbiana para os bovinos tem sido importante área de estudo na nutrição protéica de ruminantes. Os métodos correntes para a medida da quantidade de compostos nitrogenados microbianos incluem a utilização de marcadores internos tais como RNA e ácido diaminopimélico (DAPA), ou marcadores externos como ^{15}N e ^{35}S , tornando necessária a utilização de animais fistulados no abomaso ou intestino delgado. Em consequência disso, tem havido interesse crescente no desenvolvimento de técnicas não invasivas para estimar a produção microbiana. Assim, a excreção urinária de derivados de purinas (DP) pode constituir um método simples, não invasivo para estimar a produção microbiana no rúmen. Este método requer coleta total de urina, entretanto tem o potencial de vir a ser simplificado para ser usado em condições de campo (Oliveira et al., 2000). Uma alternativa interessante seria um método baseado em amostras spot de urina ou plasma, relacionando a excreção de DP com a concentração de creatinina na urina.

Silva et al. (2001) e Oliveira et al. (2001) encontraram que o volume urinário pode ser estimado a partir de amostras spot de urina e que estas amostras foram eficientes para estimar a produção de proteína microbiana.

Além das concentrações de DP na urina ou plasma, pode-se estimar em condições de campo, a produção de proteína microbiana através da concentração de alantoína no leite. Giesecke et al. (1994) encontraram altas correlações entre concentrações de alantoína no plasma e leite e a excreção urinária total de alantoína. Já Gonda & Lindeberg (1997) concluíram que a excreção de alantoína no leite não seria um indicador confiável do fluxo de proteína microbiana para o duodeno em vacas lactantes.

A técnica de determinação da excreção urinária de DP admite que os ácidos nucleicos no duodeno são de origem predominantemente microbiana e após digestão intestinal e absorção, tais derivados são proporcionalmente recuperados na urina, principalmente na forma de alantoína, mas também como hipoxantina, xantina e ácido úrico (Perez et al., 1996). Entretanto, na urina de bovinos apenas alantoína e ácido úrico estão presentes, devido a grande atividade da xantina oxidase no sangue e tecidos que

converte xantina e hipoxantina a ácido úrico, e este pela ação da uricase é convertido a alantoína (Chen & Gomes, 1992).

A excreção de DP está diretamente relacionada com a absorção de purinas e, com o conhecimento da relação N purinas/N total na massa microbiana, a absorção de N microbiano pode ser calculada a partir da quantidade de purina absorvida, que é estimada a partir da excreção urinária de DP (Chen & Gomes, 1992).

O conteúdo de nitrogênio presente no rúmen é indispensável para a síntese de proteína microbiana, e este tem origem na degradação de proteína dietética, fontes dietéticas de NNP, da autólise de microorganismos ruminais e da uréia que entra no rúmen via saliva ou por difusão da corrente sanguínea.

Quando a amônia não é utilizada para síntese de proteína microbiana, grande parte é absorvida pela parede do rúmen e removida da circulação portal pelo fígado onde entra no ciclo da uréia, sendo assim a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados do organismo de mamíferos (Lobley et al., 1995).

A amônia é indispensável para o crescimento microbiano desde que associada a fontes adequadas de energia, de acordo com Orskov (1988) é desejável uma média de 7mg/dL. Já Leng & Nolan (1984) recomenda níveis de amônia ruminal entre 15 e 20mg/dL. Wohlt et al. (1978) citado pelo NRC (1989) observou alta digestibilidade da MS quando a amônia ruminal foi maior do que 5 mg/dL comparado com concentrações menores que 5 mg/dL.

A sincronia entre degradação de carboidratos e proteínas no rúmen, bem como o suprimento de amônia, pH e taxa de passagem são os principais fatores que afetam o crescimento microbiano e sua eficiência. Com baixa disponibilidade de amônia no rúmen e alta de proteína, ocorre um excesso de amônia ruminal, com conseqüente aumento da excreção de uréia na urina, ocasionando desta forma perda de proteína.

O pH e taxa de renovação são fatores químicos e fisiológicos que influenciam o crescimento microbiano, e ambos são influenciados pela dieta e por outros fatores correlacionados, como o nível de consumo, o manejo alimentar, a quantidade e qualidade da forragem, além da proporção volumoso: concentrado da dieta. A diminuição do pH diminui a degradabilidade da proteína, celulose, hemicelulose e pectina embora seus efeitos sejam menores sob a digestão do amido. Redução do pH de 6,5 para 5,5 diminuiu a eficiência de síntese microbiana (Hoover & Stokes, 1991).

A concentração plasmática de uréia é positivamente relacionada com a ingestão de N, sendo que esta se equilibra rapidamente com os compartimentos líquidos do organismo

e no leite, e se admite que a concentração de N-uréia no leite reflete a concentração de N-uréia plasmática. A concentração de uréia no leite pode ser um potente indicador do metabolismo protéico em vacas (Roseler et al., 1993; Jonker et al., 1998).

Enquanto a excreção de uréia varia com o teor de PB da dieta, a excreção urinária de creatinina parece não ser afetada (Valadares et al. 1997), e esta é formada no tecido muscular pela remoção irreversível do fosfato de creatinina, originada do metabolismo de aminoácidos (Harper et al., 1982).

Vários estudos sugerem ser a excreção de creatinina uma função constante do peso vivo e pouco afetada pelo teor de N da dieta, o que levou muitos autores sugerirem que a avaliação da excreção endógena de N possa ser derivada de determinações da excreção urinária de creatinina (Orskov e Macleod, 1982; Valadares et al., 1997; Rennó et al. 2000).

Oliveira et al. (2001) afirmou que é possível a utilização de creatinina como marcador para a estimativa do volume urinário, o que permite estimar a excreção de derivados de purinas e de outros compostos, sem a coleta total de urina.

O experimento foi conduzido utilizando vacas lactantes alimentadas com rações constituídas de 70% de silagem de milho e 30% de concentrado na matéria seca (MS) constituído de níveis crescentes de farelo de trigo (0, 33, 67 e 100%) em substituição ao fubá de milho com os objetivos estimar a produção de proteína microbiana através de amostras spot de urina, utilizando-se a excreção total de derivados de purinas, avaliar as concentrações de uréia e N-uréia no plasma e no leite, a excreção urinária de uréia e o pH e amônia ruminal.

Material e Métodos

O local do experimento, as instalações, o manejo adotado, a composição e constituintes das rações e o delineamento experimental foram descritos por SOARES et al. (2002).

As coletas de amostras *spot* de urina foram obtidas no 13º dia de cada período experimental, aproximadamente quatro horas após a alimentação matinal, durante a eliminação espontânea de urina pelos animais. Ao término da coleta, a urina foi homogeneizada e alíquotas de 10ml foram diluídas imediatamente em 40ml de H₂SO₄ a 0,036N. Estas amostras tiveram o pH ajustado abaixo de 3 para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e precipitação do ácido úrico e foram armazenadas a -20°C para posteriores análises de creatinina, uréia, alantoína e ácido úrico.

Também no 13º dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de sangue de cada animal, aproximadamente quatro horas após o fornecimento do alimento, utilizando-se heparina como anticoagulante. As amostras foram levadas ao laboratório e centrifugadas a 5.000 rpm durante 15 minutos. O plasma resultante foi armazenado a -20°C para posteriores análises de creatinina e uréia.

As amostras de leite da 1ª e 2ª ordenha de cada animal, foram coletadas no 11º e 14º dia de cada período experimental, levadas ao laboratório e imediatamente analisadas para gordura e proteína. Uma alíquota de 10 ml de leite foi misturada com 5 ml de ácido tricloroacético a 25%, filtrada em papel de filtro e armazenada a -20°C para posteriores análises de uréia e alantoína.

A uréia foi determinada na urina, plasma e leite desproteínizado e a creatinina na urina e sangue usando-se Kits comerciais (Labtest).

As excreções diárias de N-uréia foram obtidas por meio do produto das concentrações de uréia pelo volume urinário, multiplicando-se por 0,466; correspondente aos teores de N na uréia.

A excreção diária média de creatinina (23,48 mg/kg PV) foi obtida por Mendonça (2002) e usada para o cálculo do volume urinário da coleta de urina *spot*.

A excreção total de DP foi à soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretado na urina mais as quantidades de alantoína excretadas no leite, expressas em mmol/d.

As purinas absorvidas (X, mmol/d), foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/d) por intermédio da equação $Y=0,85X+0,385PV^{0,75}$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina e 0,385 $PV^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990, citados por Chen & Gomes, 1992).

A síntese de compostos nitrogenados (Y, gN/d), foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/d), utilizando-se a equação (Chen & Gomes, 1992): $Y=70X/0,83 \times 0,134 \times 1000$, onde 70 é o conteúdo de N de purinas (mgN/mol), 0,134 a relação N purina:N total nas bactérias (Valadares et al. 1999) e 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas.

O líquido ruminal foi coletado utilizando-se sonda esofágica, segundo Ortoloni (1981), para determinação do pH e da concentração de amônia, nos tempos 0 (antes da alimentação) e 3 horas após a alimentação matinal no 15º dia.

Foram coletados aproximadamente 400 ml de líquido ruminal em recipiente de vidro, em seguida, realizou-se a filtração do mesmo em uma camada de pano, sendo retirada uma alíquota de 40 ml, para cada animal, onde foi determinado imediatamente o pH por meio de peagâmetro digital e adicionou-se 1 ml de ácido clorídrico a 50%, sendo então acondicionadas em vidros devidamente identificados, e armazenadas em congelador a -5°C para determinação da concentração de amônia (N-NH₃) ruminal.

Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), UFV (1998), adotando-se um nível de significância de 5%. Como o tratamento é uma variável contínua (nível de substituição), os graus de liberdade deste efeito forma desdobrados em efeito linear, quadrático e cúbico.

Resultados e Discussão

Observa-se na Tabela 1, os dados referentes às quantidades de uréia, alantoína e ácido úrico excretado na urina, a quantidade de alantoína excretada no leite e as purinas totais, purinas absorvidas e a produção de N-microbiano, com suas respectivas equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2) e coeficientes de variação (CV).

As excreções urinárias de uréia e N-uréia apresentaram média de 611,8 e 285,09 mg/kg PV, respectivamente, não havendo diferença entre os tratamentos. Oliveira et al. (2001) encontraram valores de excreções de uréia variando de 217,05 a 358,80 mg/kg PV, enquanto Silva et al. (2001) relataram média de 395,51 mg/kg PV, o que mostra que os resultados encontrados no presente estudo ficaram acima daqueles encontrados na literatura. As altas excreções urinárias de uréia e N-uréia encontradas neste experimento, refletem o consumo de proteína pelas vacas além das suas exigências, onde o excesso de proteína foi convertido até uréia e excretado na urina.

As excreções urinárias de alantoína não foram afetados pelos tratamentos e apresentaram média de 244,15 mmol/dia. Estes resultados representaram aproximadamente 84,0% do total excretado de derivados de purinas, próximo aos encontrados por Oliveira et al. (2001) e Vagnoni et al. (1997) que foram de 85,4 e 86,6%, respectivamente. Silva et al. (2001) encontraram valores variando de 71,9 a 86,10%. A excreção de alantoína na urina reflete a excreção total de DP, cerca de 85% (Verbic, 1990), desta forma Puchala e Kulasek (1992), sugeriram não realizar todas as análises de DP, mas apenas as de alantoína. O que neste caso resultaria em economia de tempo e gasto com análises laboratoriais.

A secreção de alantoína no leite, que foi em média 12,24 mmol/dia, também não foi influenciada pelos níveis de farelo de trigo da dieta, provavelmente devido ao fato de não ter havido variação na produção de leite dos animais utilizados neste experimento, o que está de acordo com Gonda & Lindberg (1997) que concluíram que alterações no volume de leite poderiam limitar o uso de alantoína, devido aos efeitos de diluição e produção de alantoína no leite.

As excreções urinárias de ácido úrico demonstraram comportamento quadrático ($P < 0,05$), em função dos níveis de farelo de trigo da dieta, apresentando valor máximo de 39,4 mmol/dia para o nível de 35,7% de farelo de trigo. Entretanto, Silva et al. (2001) e

Oliveira et al. (2001) não encontraram diferença significativa para as excreções de ácido úrico na urina spot, com valores médios de 23,81 e 29,32 mmol/dia, respectivamente.

As excreções totais de derivados de purinas, purinas absorvidas e N-microbiano não variaram com os níveis de farelo de trigo da dieta, apresentando valores médios de 290,50 e 291,30mmol/dia e 211,80gN/dia, respectivamente. Silva et al. (2001) também não encontraram diferença significativa para as excreções de DP, purinas absorvidas e N-microbiano na urina spot, que apresentaram média de 311,3 e 317,04mmol/dia e 199,44gN/dia, respectivamente. Rennó et al. (2000) conduziram cinco experimentos com novilhos, sendo que em três dos experimentos não houve diferença para as excreções de DP que foram em média 95,36; 104,53 e 105,77mmol/dia, respectivamente. Entretanto, Oliveira et al. (2001) encontraram comportamento quadrático para as excreções totais de DP, purinas absorvidas e N-microbiano.

Tabela 1- Excreções urinárias de uréia (EUU), N-uréia, (ENU), alantoína(ALAU) e ácido úrico (ACUU), excreção de alantoína no leite (ALAL), purina totais (PT), purinas absorvidas (PA) e N-microbiano (Nmic) das dietas experimentais e suas respectivas equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV)

Itens	Níveis de farelo de trigo				Equação de regressão	R^2	CV(%)
	0	33	67	100			
EUU (mg/kgPV)	559,16	633,57	657,97	556,50	Y=611,80		12,78
ENU (mg/kgPV)	260,56	295,24	306,61	259,33	Y=285,09		12,78
ALAU (mmol/d)	251,17	247,31	234,85	243,27	Y=244,15		16,28
ACUU (mmol/d)	35,02	39,45	36,52	25,04	*	0,99	31,77
ALAL (mmol/d)	13,11	12,08	12,08	11,73	Y=12,24		15,24
PT (mmol/d)	299,31	298,84	283,45	280,41	Y=290,50		14,00
PA (mmol/d)	301,76	301,10	282,96	279,38	Y=291,30		16,43
Nmic (gN/d)	219,39	218,91	205,72	203,12	Y=211,79		16,43

* $Y=34,97+0,25NT-0,003NT^2$

Na tabela 2 são apresentados a depuração da creatinina, expresso em mL/min/kg PV, as concentrações de uréia e N-uréia no plasma e as concentrações de uréia e N-uréia no

leite em mg/dL em função dos níveis de farelo de trigo da dieta, bem como as respectivas equações de regressão, os coeficientes de determinação (R^2) e coeficientes de variação.

A "depuração" da creatinina, uma medida da taxa de filtração glomerular, não foi afetada pelos níveis farelo de trigo da dieta. A média geral encontrada neste experimento de 1,37 mL/min/kg PV aproximou-se dos valores de 2,0 e 1,47 mL/min/kg PV encontrados por Silva et al. (2001) e Valadares et al. (1999).

As concentrações de uréia (UP) e N-uréia (NUP) plasmática expressos em mg/dL não variaram entre os tratamentos, também para as concentrações de uréia (UL) e N-uréia (NUL) no leite não foram encontradas diferenças significativas. Oliveira et al. (2001) encontraram comportamento linear crescente para as concentrações no plasma e no leite de uréia e N-uréia, já Silva et al. (2001) não encontraram diferença, quando analisaram estes parâmetros.

Tabela 2 - Depuração da creatinina (CLC), uréia plasmática (UP), N-uréia plasmática (NUP), uréia no leite(UL) N-uréia no leite (NUL) das dietas experimentais com suas respectivas médias e coeficiente de variação (CV)

Itens	Níveis de farelo de trigo				Médias	R^2	CV(%)
	0	33	67	100			
CLC (mL/min/kgPV)	1,34	1,37	1,36	1,40	Y=1,37		9,94
UP (mg/dL)	50,08	53,86	52,93	47,48	Y=51,08		11,99
NUP (mg/dL)	23,33	25,10	24,66	22,12	Y=23,80		11,99
UL (mg/dL)	36,83	39,87	40,02	38,42	Y=38,78		17,51
NUL (mg/dL)	17,16	18,58	18,65	17,90	Y=18,07		17,51

Na tabela 3 encontram-se os valores médios de pH e concentração de amônia (N-NH₃) ruminal em mg/dL, antes e três horas após a alimentação matinal das vacas, assim como suas respectivas médias e coeficientes de variação (CV).

Tabela 3 - Valores médios de pH, concentração de amônia (N-NH₃) (mg/dl) do líquido ruminal, três horas após a alimentação matinal de vacas recebendo níveis crescentes de farelo de trigo

Itens	Tempo(h)	Níveis de farelo de trigo				Média	CV (%)
		0	33	67	100		
pH	0	7,15	7,07	7,27	7,17	Y=7,17	1,74
pH	3	6,66	6,67	6,71	6,7	Y=6,69	3,19
N-NH	0	6,74	6,52	6,93	5,83	Y=6,51	24,34
N-NH	3	13,64	15,61	14,94	15,25	Y=14,86	19,07

As médias gerais de pH e amônia ruminal antes e três horas após a alimentação não foram influenciados pelos níveis de farelo de trigo da dieta.

As médias de amônia ruminal nos dois tempos de amostragem do presente estudo ficaram acima do valor de 5 mg/dL recomendado por Satter e Slyter (1974), para o máximo crescimento microbiano e ficaram dentro da faixa recomendada por Leng & Nolan (1984) que sugere uma média de 15 a 20 mg/dL de amônia no líquido de rúmen, como o requerimento de amônia para os microorganismos ruminais.

Entretanto, Mehrez et al. (1977) recomendaram que a concentração de amônia que promoveria maior taxa de fermentação seria 23,5 mg/dL de líquido ruminal. Entretanto, este nível de concentração de amônia é praticamente impossível de se manter ao longo do intervalo da alimentação.

Os valores médios de pH antes e após a alimentação, foram 7,17 e 6,69 repectivamente, ou seja, ficaram dentro da faixa recomendada para um máximo crescimento microbiano. Pois, de acordo com Lanna (1998), quando o pH ruminal atinge níveis inferiores a 6,2, ocorre inibição da degradação dos carboidratos estruturais e consequentemente diminui a eficiência de utilização desta energia pelos ruminantes.

Dalke et al. (1997) observaram um aumento linear do pH ruminal quando o farelo de trigo substituiu o fubá de milho em 0, 5, 10 e 15%, entretanto, quando este substituiu o feno de alfafa em 5 e 10% não houve variação.

Conclusões

A produção de N-microbiano estimado e os parâmetros ruminas não variaram com a inclusão de até 100% de farelo de trigo em substituição ao fubá de milho na dieta de vacas em lactação produzindo em média 20 kg/leite /dia.

Referências Bibliográficas

- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (occasional publication). 21p.
- DALKE, B. S.; SONON, R. N.; YOUNG, M. A et al. Wheat middlings in high-concentrate diets: feedlot performance, carcass characteristics, nutrient digestibilities, passage rates, and ruminal metabolism in finishing steers. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2561-2566, 1997.
- GIESECKE, D.; EHRENTREICH, L.; STANGASSINGER, M. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 77, p. 2376-2381, 1994.
- GONDA, H. L.; LINDBERG, J. E. Effect of diet on milk allantoin and its relationship with urinary allantoin in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 364-373, 1997.
- HARPER, H. A.; RODWELL, V. W.; MAYES, P. A. Manual de Química Fisiológica. 5 ed. São Paulo: Atheneu, 1982. 736p.
- HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3630-3644, 1991.
- 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, p. 2681-2692, 1998.
- LANNA, R. P. Microbiologia aplicada a nutrição de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA. 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa: AMEZ, 1998, p. 139-171.
- LENG, R. A.; NOLAN, J. V. Nitrogen Metabolism in the Rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 67, p. 1072-1089, 1984.
- LOBLEY, G. E.; CONNELL, A.; LOMAX, M. A. et al. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. *Br. J. Nutr.*, v. 73, n. 5, p. 667-685, 1995.
- MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R.; McDONALD I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **Br. J. Nutr.** V. 38, p. 437-443, 1977.
- MENDONÇA, S. S. Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar ou silagem de milho.

- Viçosa, MG:UFV, 2002. (No prelo). Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1988. 158p.
- OLIVEIRA, A.S. **Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite, produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis decompostos nitrogenados não-protéicos**. Viçosa, MG:UFV, 2000. 94p. Dissertação (Mestrado em Veterinária)- Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- OLIVEIRA, A.S. VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p.1621-11629, 2001.
- ORSKOV, E. R.; MACLEOD, N. A. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and its physiological and practical implications. **British Journal of Nutrition**, v. 47, p. 625-636, 1982.
- ORSKOV, E. R. Nutrición proteica de los rumiantes. 1. ed. Zaragoza: Acribia, 1988. 178p.
- ORTOLONI, E.L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. **Arq. Esc. Vet. UFMG.**, v.33, n.2. p.269-275, 1981.
- PEREZ, J. F.; BALCELLS, J.; GUADA, J. A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. **British Journal of Nutrition**, v. 75, p. 699-709, 1996.
- PUCHALA, R.; KULASEK, G. W. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and excretion of purine derivatives. **Can. Journal of Animal Science**, v. 72, p. 821-830, 1992.
- RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M. I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p.1223-1234, 2000.
- ROSELER, D. K.; FERGUSON, J. D.; SNIFFEN, C. J. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 525-534, 1993.

- SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **Br. J. Nutr**, v. 32, p. 199-208, 1974.
- SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p.1948-1957, 2001.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). S.A.E.G. (**Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**). Viçosa, MG, 1997 (Versão 7.0).
- VAGNONI, D. B.; BRODERICK, M. K.; CLAYTON, R. D. et al. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v. 80: p. 1695-1702, 1997.
- VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; SAMPAIO, I. B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovino. 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.
- VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein syntesis estimated from excretion of total purine derivates. **Journal of Dairy Science.**, v. 82, n. 12, p. 2686-2696, 1999.
- VALADARES FILHO, S. C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV/DZO, 1995, p. 1259-1263.
- 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 Agricultural Science.**, v. 114, n. 3, p. 243-246, 1990.

2. CONCLUSÃO GERAL

O fubá de milho poderá ser substituído em até 100% pelo farelo de trigo em rações concentradas, para vacas produzindo em média 20 kg de leite/dia, ou seja, a decisão da inclusão de farelo de trigo na dieta de vacas em lactação dependerá apenas de fatores econômicos.