

**HUMBERTO LUIZ WERNERSBACH FILHO**

**RAÇÕES FARELADA, PELETIZADA E EXTRUSADA NA ALIMENTAÇÃO  
E PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS**

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  
2003

**HUMBERTO LUIZ WERNERSBACH FILHO**

**RAÇÕES FARELADA, PELETIZADA E EXTRUSADA NA ALIMENTAÇÃO  
E PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS**

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: 09 de maio de 2003

---

Prof. Sebastião de Campos V. Filho  
(Conselheiro)

---

Prof. Augusto César de Queiroz  
(Conselheiro)

---

Prof.<sup>a</sup> Rilene Ferreira D. Valadares

---

Prof. Rogério de Paula Lana

---

Prof. José Maurício de Souza Campos  
(Orientador)

A Deus, pelas nossas longas e belas conversas, à minha Flor, que sempre me apoiou em todas as horas, a meus Pais, que sempre me incentivaram a buscar um algo a mais, enfim, a toda minha FAMÍLIA

## **AGRADECIMENTO**

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

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

A AGROCERES NUTRIÇÃO ANIMAL, pelo fornecimento das rações experimentais.

Ao professor José Maurício de Souza Campos, pelas longas conversas e fundamentais orientações.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho e À professora Rilene Ferreira Diniz Valadares, pela paciência e compreensão das nossas dificuldades.

Aos professores Augusto César de Queiróz e Rogério de Paula Lana, pelas importantes sugestões e pela amizade.

Aos estagiários GUSTAVO, CARLOS, ALEXANDRE, RAMOM, IGOR, ALEXANDRE (OSAMA), RENATA, JULIANA e JÚLIO, pela dedicação e paciência.

Aos funcionários da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL), pelo importante apoio durante a realização do experimento e pela amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Monteiro, Fernando, Valdir e Wellington, pelo importante apoio durante a realização das análises laboratoriais e pela amizade.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Zootecnia, pelos preciosos ensinamentos, apoio, convívio e amizade.

Aos amigos e colegas: DANIEL, JOSUÉ, ANDERSON, PEDRO, KARLA e ADRIANO pela força e auxílio prestados.

Em especial a Dona Sônia que sempre forneceu o rancho nos dias de trabalho difíceis.

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

## **BIOGRAFIA**

HUMBERTO LUIZ WERNERSACH FILHO, filho de Humberto Luiz Wernersbach e Edinéia Bastos Wernersbach, nasceu em Vitória, Espírito Santo, em 15 de setembro de 1977.

Em 1996, ingressou na Universidade Federal de Viçosa-UFV, onde obteve o título de Zootecnista, colando grau em 31 de março de 2001.

Em abril de 2001, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa-UFV, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, defendendo tese em 09 de maio de 2003.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	05
CAPÍTULO 1: Consumo, Digestibilidade aparente, Produção e Composição do leite de vacas leiteiras alimentadas com diferentes formas de processamento da ração concentrada.....	07
INTRODUÇÃO.....	07
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
CAPÍTULO 2: Parâmetros Ruminais, Degradabilidade Ruminal da Matéria Seca e Proteína bruta, concentração de uréia no plasma e excreções urinárias de uréia de vacas leiteiras alimentadas com diferentes formas de processamento da ração concentrada.....	26
INTRODUÇÃO.....	26
MATERIAL E MÉTODOS.....	29
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
CONCLUSÕES GERAIS.....	45

## RESUMO

WERNERSBACH FILHO, Humberto Luiz, M.S. Universidade Federal de Viçosa, maio de 2003. **Rações Farelada, Peletizada e Extrusada na Alimentação e Produção de Vacas Leiteiras** Orientador: José Maurício de Sousa Campos. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Augusto César de Queiroz.

O presente trabalho foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, objetivando avaliar: o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes, a produção e composição do leite, o pH e a amônia ruminal, a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta, e concentração de uréia no plasma e excreções urinárias de vacas leiteiras alimentadas com diferentes formas de processamento da ração concentrada. Foram utilizadas 16 vacas da raça holandesa, puras e mestiças, em dois níveis de produção de leite: 30,0 kg/dia e 20,0 kg/dia, que foram distribuídas equitativamente em dois quadrados latinos balanceados para cada nível de produção. O Experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 15 dias cada. As dietas experimentais foram isoprotéicas, constituídas à base de silagem de milho (*Zea mays*) com relação volumoso: concentrado de 50:50 para o nível de 30,0 kg/dia e 60:40 para o nível de 20,0 kg/dia, com base na matéria seca. Os tratamentos foram constituídos de quatro rações concentradas sendo: ração farelada (RF); ração peletizada (RP) e ração extrusada (RE), com 27% com de proteína bruta (PB) e 84% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e ração de

alta energia parcialmente processada (RAE), com 27% de PB e 86% de NDT. Os animais foram mantidos em baias individuais do tipo "Tie Stall", onde receberam alimentação *ad libitum*. A excreção de matéria seca fecal foi estimada através da fibra em detergente ácido indigestível (FDAi). O líquido ruminal foi coletado, utilizando-se sonda esofágica. A coleta de urina foi feita através do 4 h após a alimentação. Foi coletado sangue quatro horas após a alimentação matinal, utilizando-se heparina como anticoagulante. A degradabilidade foi estimada através da técnica "*in situ*" utilizando-se sacos de náilon incubados no rúmen animal. O consumo de matéria seca (CMS) não diferiu entre os tratamentos RF, RP e RE. A digestibilidade da matéria seca (DMS) não foi afetada pelo processamento, enquanto a digestibilidade da proteína bruta para vacas alimentadas com ração extrusada (RE) (72,36%), foi menor ( $P < 0,05$ ), comparada a ração farelada (RF), no nível de 50 % de concentrado. A digestibilidade da fibra em detergente neutro para vacas alimentadas com RE (44,35%) foi menor ( $P < 0,05$ ) no nível de 50 % de concentrado. A produção de leite foi maior ( $P < 0,05$ ) para os animais consumindo ração extrusada (29,9 kg/dia), no nível de 50 % de concentrado, contudo, o menor nível não apresentou diferença significativa. A composição do leite não diferiu entre os tratamentos, para ambos os níveis de produção. Dentro de cada tempo (antes e três horas após a alimentação matinal), não houve diferenças nos valores de pH. Para as concentrações de N - NH<sub>3</sub> ruminal, imediatamente antes da alimentação, as concentrações não diferiram entre si. Contudo, a ração extrusada apresentou menor ( $P < 0,05$ ) concentração de N - NH<sub>3</sub> ruminal três horas após a alimentação. A degradabilidade ruminal da proteína bruta e da matéria seca foi numericamente maior para o tratamento peletizado e, principalmente, para o tratamento extrusado. As concentrações de uréia plasmática as excreções urinárias não diferiram entre os tratamentos.

## ABSTRACT

WERNERSBACH FILHO, Humberto Luiz, M.S. Universidade Federal de Viçosa, May 2003. **Meal, pelleted and extruded concentrates in the fed and milk yield in dairy cows.** Adviser: José Maurício de Sousa Campos. Committee Members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Augusto César de Queiroz.

This work was carried out at the dairy cows Teaching, Research and extension unit at the Department of Animal Science of the Federal University of Viçosa with the objective of evaluating: the intake and apparent digestibility of nutrients, milk production and composition, ruminal pH and ammonia, ruminal degradability of dry matter and crude protein, urea concentration in the plasma in cows fed ration processed by different methods. Sixteen dairy holstein cows, purebreds and crossbred, in two milk production levels: 30.0 kg/day and 20.0 kg/day, were distributed equitatively in two latin squares balanced for each production level. The experiment was constituted of four periods with duration of 15 days each. The experimental diets were isoproteic, based on corn silage with forage: concentrate ratio of 50:50 to the level of 30.0 kg/day and 60:40 to the level of 20.0 Kg/day, in dry matter basis. The treatments were constituted of four concentrate rations: meal form (MR), pelleted (PR) and extruded (ER), with 27% and 84% of crude protein (CP) and total digestible nutrients(TDN), respectively and high energy ration with part of extruded elements (HER), with 27% and 86% of crude protein and TDN, respectively. The animals were housed in individual stalls like "Tie Stall" and fed *ad libitum*. The excretion of fecal dry matter was estimated by

indigestible acid detergent fiber (ADFi). Rumen fluid was collected by esophagian tube. The urine collection was made by "spot test". Blood was collected four hours after the morning feeding, being used heparin as anticoagulant. The "in situ" degradability was estimated with nylon pockets inside the animal rumen. The dry matter (DM) intake was not different among the experimental diets. Digestibility of the DM there was no difference, but the digestibility of the neutral detergent fiber (44,35%) was lower ( $P<0,05$ ) to ER (extruded) and digestibility of the crude protein was lower ( $P<0,05$ ) to ER (72,36%), compare to the MR(meal). The milk production was larger ( $P<0,05$ ) for the extruded diet (ER) (29.0 kg/day), in higher level production, however, in lower level there was no difference. The milk composition was not different among the diet to higher level production. Inside each time (before and three hours after the morning feeding) there was no difference in the pH values and amoniacal nitrogen compounds ( $N-NH_3$ ) among the experimental diets. There was no difference in ruminal  $N-NH_3$  concentration on time 0, however, at three hours after feeding, ER presented lower ( $P<0,05$ ) ruminal  $N-NH_3$  concentration. The ruminal degradability of crude protein and DM were higher to PR and especially in ER. There was no difference in the concentration of plasmatic urea and fractional urine excretions.

## INTRODUÇÃO GERAL

A cada ano, no Brasil, cresce a procura pelos produtores de leite por rações processadas, para alimentação do rebanho leiteiro, na expectativa de melhorar o desempenho produtivo dos sistemas de produção de leite, baseado em informações de desempenho animal, na maioria das vezes, originadas de regiões de clima temperado (Agrocere, 2001). Hoje, o Brasil, nos modernos sistemas de produção de leite, considerando as modificações ocorridas em toda a cadeia do setor leiteiro na última década, tem sido uma preocupação geral não só o desempenho técnico, mas principalmente o desempenho econômico (Gomes, 2000).

Em sistemas de produção de leite a alimentação pode representar o componente de maior peso no custo total de produção, por isso, torna-se necessário fornecer aos animais dietas adequadas em termos de teor de nutrientes para otimizar a produção animal (Church e Kellens, 1990), mas principalmente para otimizar o lucro (Gomes, 2000).

Para otimizar a produção animal, algumas técnicas de processamento de alimentos podem ser utilizadas para melhorar a dieta animal, em termos de teor e aproveitamento dos nutrientes, com respostas na produção e composição do leite e consumo de matéria seca pelos animais (Vargas, 1998; Whitlock et al., 2002). Essas técnicas podem, em alguns casos, encarecer o preço final do concentrado para o produtor, por isso, avaliar o processamento parcial dos alimentos, bem como, alterar o perfil dos nutrientes podem ser estratégias para melhorar o aproveitamento

dos alimentos, bem como, manter o preço do concentrado em patamares mais toleráveis pelo produtor.

A maioria das técnicas de processamento está focada no aproveitamento da proteína e do amido consumidos, que são os compostos de maior quantidade nos grãos.

A proteína e energia, sendo os nutrientes, na maioria das vezes, de maior importância, em dietas para ruminantes, tanto do ponto de vista produtivo como econômico, tem, na sua utilização, uma relação direta com a eficiência da produção animal, que depende da espécie ruminante, origem do grão e principalmente o processamento por ele sofrido.

Algumas técnicas de processamento têm sido utilizadas na tentativa de melhorar o aproveitamento da proteína, amido e outros nutrientes. Essas técnicas podem ser químicas, mecânicas, térmicas ou a combinação desses processos. Os alimentos podem ser processados para alterar a forma física ou o tamanho da partícula, visando: prevenir deterioramento, para isolar partículas específicas de sementes ou plantas, melhorar a palatabilidade e para inativar toxinas e fatores antinutricionais.(Church e Kellens, 1990)

Nos alimentos processados, tem-se observado maior uniformidade dos ingredientes da ração, melhor aceitação dos ingredientes da mistura e diminuição da seletividade alimentar (Vargas,1988).

Dentre as principais técnicas de processamento, estão: moagem, peletização e extrusão (Vargas,1988). A moagem consiste em triturar o grão, para que ocorra redução do tamanho da partícula. A peletização é o processo no qual pequenas partículas de alimento são forçadas a agregar-se entre si uma com a outra para formar um grânulo ou “pellet” de maior tamanho. Esse processo envolve aquecimento, umidade e pressão. O processo de extrusão requer alta temperatura(130 a 150°C) e pressão(30 a 60 atm.) além de alta umidade, que resulta na explosão e expansão da mistura dos ingredientes, promovendo uma maior gelatinização do amido e aumento na exposição de nutrientes contidos no interior das células vegetais (Vargas,1988).

Para o total entendimento das vantagens e desvantagens de utilização de um alimento, são necessárias informações que vão além da produção e composição do leite, como, por exemplo: consumo,

digestibilidade dos nutrientes e principalmente: a utilização dos nutrientes contidos no próprio alimento pelo animal.

As condições ecológicas dentro do rúmen devem ser mantidas dentro de limites para que o crescimento e metabolismo microbiano sejam normais. A faixa de pH para que haja atividade normal no rúmen é de  $6,7 \pm 0,5$  (Van Soest, 1994).

Também, as concentrações de amônia no rúmen são frequentemente utilizadas como indicadoras do metabolismo dos compostos nitrogenados, com particular referência à degradação da proteína (Ezequiel et al., 2000), sendo a amônia, a principal fonte de nitrogênio para a síntese protéica. O valor mínimo recomendado para a obtenção de crescimento microbiano máximo tem sido em torno de 5 mg/dL de líquido ruminal (Satter e Slyter, 1974), portanto valores inferiores a este poderiam causar diminuição no crescimento microbiano.

As degradabilidades ruminais da matéria seca e da proteína bruta podem ter relação direta com a contribuição da proteína microbiana. Considerando que a degradabilidade é a conversão de parte da proteína dietética até amônia, esta que envolve o processo de digestão (proteína até aminoácidos) e de fermentação (aminoácidos até ácidos graxos voláteis). Segundo Valadares Filho (1995) 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.

Segundo Broderick et al. (1991), quando se desejam elevados níveis de produção, ocorre aumento nas necessidades protéicas, e para atender estas condições, há necessidade de se maximizar a eficiência de síntese de proteína microbiana e que parte da proteína dietética consumida não seja degradada no rúmen.

A absorção de amônia, através da parede do rúmen, é a principal rota para amônia que não foi assimilada pelos microrganismos, sendo removida da circulação portal do fígado, onde entra no ciclo da uréia (Lobley et al., 1995)

A uréia constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados pelos mamíferos. Quando a taxa de síntese de

amônia é maior que a sua utilização pelos microrganismos, observa-se elevação da concentração de amônia no rúmen, aumento da excreção de uréia, aumento do custo energético da produção de uréia, resultando dessa forma em perda de proteína (Russel et al., 1992). A concentração plasmática de uréia é positivamente relacionada à ingestão de compostos nitrogenados (Valadares et al., 1997 a; Valadares et al., 1999). A partir desta afirmação, conclui-se ser de grande importância a determinação da concentração plasmática de uréia, para evitar perdas de proteína, já que esse nutriente tem grande importância no custo na formulação de ração, além de representar custo energético para o animal.

A utilização de rações concentradas, quer parcialmente, quer totalmente processadas, está diretamente relacionada com o potencial produtivo dos animais, e esta informação é, na maioria das vezes, desconhecida pelo produtor, por isso, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar em dois níveis de produção: a produção e composição do leite; os consumos e as digestibilidades aparentes da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos totais, fibra em detergente neutro, carboidratos não fibrosos; o pH e amônia ruminal; a concentração de uréia no plasma e excreções urinárias; e a degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína em vacas lactantes alimentadas com diferentes formas de processamento da ração concentrada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCERES NUTRIÇÃO ANIMAL. [www.agroceres.com.br](http://www.agroceres.com.br), Viçosa, 2002. (Comunicação pessoal)

BRODERICK G. A., WALLACE, R.J., ØRSKOV, E.R. Control of rate and extend of protein degradation. In: TSUDA, T., SASAKI, Y. KAWASHIMA, R. eds. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. New York, Academi Press. 1991 p. 542-592.

CHURCH, D. C., KELLENS, R.O. **Feedstuffs for animals**. 1990, 191p.

EZEQUIEL, J.M.B., GALATI, R.L., PEREIRA, E.M.O. et al. Comparação de diferentes tipos de processamento da amostra de fluído ruminal para determinação do nitrogênio amoniacal. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 37, 2000, Viçosa, MG. Cd rom.

GOMES, T. G. **Economia da produção de leiteira**. belo Horizonte; Itambé, 2000. 132p.

LOBLEY, G.E., CONNELL, A., LOMAX, M.A. et al. 1995. 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. Nut.**, 73: 667 – 685.

RUSSEL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **J. Anim. Sci.**, 70: 881:888.

SATTER, L.D., SLYTER, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **Br J. Nut.**, 32: 199-208

VALADARES FILHO, S.C. Eficiência da síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES**. 1995, Viçosa, MG. P. 355-388. Anais...

VALADARES, R.F.D., BRODERICK, G.A., VALADARES FILHO, S.C. et al. 1999. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **J. Dairy Science.**, 82(12): 2686-2696.

VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. 1997a. Níveis de proteína em dietas de bovinos 4. Concentrações de uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, 26 (6): 1270-1278.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. Ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

VARGAS, J. V. **Industria avícola**,...entendiendo el processo de peletización... 1998, 07p.

WHITLOCK, L.A., SCHINGOETHE D.J., HIPPEN, A. R., KALSCHEUR, K.F., BAER, R.J., RAMASWAMY N., KASPERSON, K.M. Fish oil and extruded soybeans fed in combination increase conjugated linoleic acids in milk of dairy cows more than when fed separately. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 234-243, 2002.

## **CAPÍTULO 01**

### **Consumo, Digestibilidade aparente, Produção e composição do Leite de vacas leiteiras alimentadas com diferentes formas de processamento da ração concentrada.**

#### **INTRODUÇÃO**

A procura pelos produtores, por rações processadas para a alimentação do rebanho leiteiro, com vistas à melhoria do desempenho produtivo dos sistemas de produção de leite, baseadas em informações de desempenho animal (na maioria das vezes, originadas de regiões de clima temperado), vem crescendo a cada ano no Brasil. Entretanto, deve-se considerar que rações processadas apresentam, no mercado brasileiro um custo maior que rações fareladas (Agrocere, 2001).

A ração concentrada é o componente de maior peso no custo final da alimentação do rebanho e este, por sua vez, corresponde a 50 % do custo total de produção. Por isso, a otimização do uso de concentrados tem efeito direto na lucratividade do sistema de produção como um todo. (Gomes, 2000)

Um dos fatores mais importantes em sistemas de alimentação de rebanhos leiteiros é atender as exigências de manutenção e produção, por isso, verifica-se a importância entre o equilíbrio produtivo e econômico,

sendo que, a alimentação é um dos principais componentes do custo de produção (Sniffen et al., 1993).

As rações processadas surgem como uma alternativa para se obter uma maior produtividade com a mesma quantidade de alimento fornecido para o animal. No entanto, a dúvida que surge a respeito de sua utilização por vacas em lactação é o potencial produtivo do rebanho, que muitas vezes, pode ou não afetar a utilização do alimento consumido.

Deve-se levar em consideração que o processamento de rações concentradas pode aumentar o custo da alimentação do rebanho, podendo ser tornar inviável, por isso, avaliar técnicas, como: 1) aumento da densidade energética e 2) processamento parcial de alguns constituintes do alimento concentrado; têm sua importância, devido ao fato, de que essas técnicas podem ter o mesmo efeito de um processamento total do alimento que encarece o custo de produção por litro de leite produzido.

Outro aspecto de importância é que existe uma alta correlação entre consumo de matéria seca e produção de leite. Por isso, técnicas de processamento que possam inibir o efeito deletério de algum componente da ração são uma opção para se utilizar subprodutos de agroindústrias, que na maioria das vezes podem ser encontrados no mercado por um preço menor quando comparado ao produto nobre.

O consumo de matéria seca é controlado por fatores fisiológicos, físicos e psicogênicos. Os fatores são: 1) fisiológicos, que estão relacionados com o equilíbrio energético das dietas, 2) físicos, que estão relacionados com a capacidade de distensão ruminal, e a respeito dos fatores psicogênicos, são os que envolvem a resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento e, ou ao ambiente (Van Soest, 1994).

A digestibilidade dos nutrientes está relacionada com o teor de energia e características estruturais dos alimentos utilizados para ruminantes. Alguns fatores podem influenciar a digestibilidade *in vivo*, tais como o nível de consumo, o efeito associativo entre os alimentos, o processamento do alimento e a espécie do animal (Kitessa et al., 1999). Deste modo, a digestibilidade dos nutrientes da dieta fornece uma idéia da capacidade de aproveitamento dos alimentos pelos animais.

Quando se pensa no pagamento ao produtor, por teor de gordura e proteína do leite, observa-se que na utilização de alimentos processados, existe uma influência destes na porcentagem e perfil da gordura no leite. O processo de extrusão pode diminuir o teor de gordura do leite e alterar a sua composição (Whitlock et al.,2002).

O trabalho foi conduzido, visando avaliar os efeitos dos diferentes tipos de processamento no: consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT); na digestibilidade aparente dos nutrientes, na produção e composição do leite , em vacas leiteiras alimentadas com diferentes formas de processamento da ração concentrada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento 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), durante o período de outubro a dezembro de 2001.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata, Estado de Minas Gerais, a 649 m de altitude, geograficamente definida pelas coordenadas de 20° 45' 20" de latitude sul e 42° 52'40" de longitude oeste. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação proposta por Koppen, tendo duas estações definidas: seca de abril a setembro e águas de outubro a março. A precipitação média anual é de 1341,2 mm. As médias de temperaturas máximas e mínimas são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997b).

Foram utilizadas 16 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, em dois níveis de produção de leite: 30,0 kg/dia e 20,0 kg/dia e peso vivo médio de 552 e 547 kg, respectivamente. As vacas foram distribuídas equitativamente em dois quadrados latinos, balanceados pela duração e ordem da lactação, para cada nível de produção.

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de quinze dias cada um, sendo os oito primeiros dias de adaptação às dietas e os sete dias posteriores para avaliação do consumo de matéria seca e da produção de leite.

As dietas experimentais foram isoprotéicas, constituídas à base de silagem de milho (*Zea mays*) com relação volumoso : concentrado de 50:50, para o nível de 30,0 kg/dia de leite de 60:40 para o nível de 20,0 kg/dia com base na matéria seca. Os tratamentos foram constituídos de quatro rações concentradas sendo: ração farelada (RF); peletizada (RP), extrusada (RE) e ração de alta energia parcialmente processada (RAE).

Na formulação dos concentrados (rações) foram utilizados: fubá de milho, milho extrusado moído, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de arroz, uréia, matéria mineral e aditivos. As dietas foram formuladas para atender às exigências nutricionais, segundo recomendações do NRC (1989). Nas Tabelas 1 e 2, são apresentadas as proporções dos ingredientes utilizados na formulação das rações concentradas e as composições bromatológicas médias das rações e da silagem de milho. As composições bromatológicas das dietas são apresentadas na Tabelas 3 e 4.

Tabela 1- Proporção dos ingredientes na mistura de concentrados, expressa na base da matéria seca, para as rações farelada (RF), peletizada (RP), extrusada (RE) e de alta energia parcialmente processada (RAE)

Ingredientes	Rações			
	RF	RP	RE	RAE
Milho	44,99	44,99	44,99	50
Milho extrusado moído	-	-	-	10
Farelo de trigo	7,3	7,3	7,3	-
Soja Integral Extrusada	-	-	-	10
Farelo Soja	31,8	31,8	31,8	24,45
Farelo de arroz	10,8	10,8	10,8	-
Uréia	1,2	1,2	1,2	1,0
Fosfato Bicálcico	0,38	0,38	0,38	1,63
Calcário	2,0	2,0	2,0	0,63
Sal Comum	0,6	0,6	0,6	0,7
Flor de enxofre	0,19	0,19	0,19	-
Premix Ruminante	0,8	0,8	0,8	1,0
Premix Tamponante	-	-	-	0,6
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), e lignina (LIG), obtidos para as rações farelada (RF), peletizada (RP), extrusada (RE) e de alta energia parcialmente processada (RAE) e para a silagem de milho.

Componentes	Rações				Silagem de milho
	RF	RP	RE	RAE	
MS (%)	89,01	88,96	89,94	89,88	32,23
MO(%)	87,89	87,50	88,73	88,80	31,39
PB <sup>1</sup>	26,68	25,03	25,30	25,53	8,07
EE <sup>1</sup>	4,44	4,20	4,40	4,58	3,68
FDNcp <sup>1</sup>	18,77	24,73	19,29	15,95	48,26
FDA <sup>1</sup>	8,64	9,88	9,05	7,40	30,18
LIG <sup>1</sup>	1,68	1,83	1,90	1,22	4,02

<sup>1</sup> % na matéria seca.

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO) fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e nutrientes disgestíveis totais (NDT), obtidos para as dietas experimentais com 50 % de concentrado, para as rações farelada (RF), peletizada (RP), extrusada (RE) e de alta energia parcialmente processada (RAE).

Componente	50 % de concentrado			
	RF	RP	RE	RAE
MS (%)	60,62	60,60	61,09	61,06
MO <sup>1</sup>	98,07	97,88	98,03	98,10
PB <sup>1</sup>	17,38	16,55	16,69	16,80
EE <sup>1</sup>	4,06	3,94	4,04	4,13
CHO <sup>1</sup>	76,64	77,39	78,38	77,17
FDN <sup>1</sup>	33,52	36,50	33,78	32,11
CNF <sup>1</sup>	43,12	40,90	44,61	45,07
FDA <sup>1</sup>	19,41	20,03	19,62	18,79
LIG <sup>1</sup>	2,85	2,93	2,96	2,62
NDT <sup>1</sup>	63,92	59,98	68,99	64,57

<sup>1</sup> % na matéria seca.

Tabela 4 -Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO) fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e nutrientes digestíveis totais (NDT), obtidos para as dietas experimentais com 40 % de concentrado, para as rações farelada (RF), peletizada (RP), extrusada (RE) e de alta energia parcialmente processada (RAE).

Componente	40 % de concentrado			
	RF	RP	RE	RAE
MS (%)	54,94	54,92	55,31	55,29
MO <sup>1</sup>	97,94	97,78	97,90	97,96
PB <sup>1</sup>	15,51	14,85	14,96	15,05
EE <sup>1</sup>	3,98	3,89	3,97	4,04
CHO <sup>1</sup>	78,44	79,04	79,83	78,87
FDN <sup>1</sup>	36,46	38,85	36,67	35,34
CNF <sup>1</sup>	41,97	40,19	43,16	43,53
FDA <sup>1</sup>	21,56	22,06	21,73	21,07
LIG <sup>1</sup>	3,08	3,14	3,17	2,90
NDT <sup>1</sup>	61,81	64,34	61,01	61,73

<sup>1</sup> % na matéria seca.

Os carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo SNIFFEN et al. (1992) em que:

$$\text{CHO} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{CINZAS})$$

E os carboidratos não-fibrosos (CNF), pela seguinte equação:

$$\text{CNF} = \text{CHO} - \text{FDN}$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo o NRC (2001), pela seguinte equação:

$$\text{NDT} (\%) = \text{PBD} + \text{FDND} + \text{CNFD} + 2,25\text{EED}$$

Em que: PBD= proteína bruta digestível; FDND= fibra em detergente neutro digestível; CNFD= carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED= extrato etéreo digestível.

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo “Tie Stall”, onde receberam alimentação fornecida *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 horas. Diariamente, foram feitas pesagens das quantidades das dietas fornecidas e das sobras de cada tratamento, para estimativa do consumo. Foi feito monitoramento diário do consumo, a fim de manter as sobras de alimento da ordem de 10%, com base na matéria seca. No

momento da alimentação, durante o período experimental, foram feitas amostragens das dietas, sendo as sobras acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises.

As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes ao dia, sendo a produção de leite registrada através de dispositivo eletrônico acoplado a ordenhadeira. Foi coletada amostra de leite, aproximadamente 300 ml, no 12<sup>o</sup> dia, na ordenha da manhã e da tarde, fazendo-se a amostra composta para fins de análise dos teores de proteína bruta, gordura, extrato seco desengordurado e extrato seco total.

As amostras de alimentos fornecidos e sobras, acondicionadas em sacos plásticos, foram analisadas para matéria seca (MS), matéria mineral (MM), compostos nitrogenados (N), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) segundo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

A digestibilidade dos nutrientes foi calculada de acordo com Lippke et al. (1986) através da fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), onde se pesaram aproximadamente 250 mg de amostra, posteriormente essas amostras foram incubadas no interior do rúmen por 144 horas. Após isso, ferveram-se as amostras em detergente ácido sendo o resíduo considerado o teor de FDAi. As amostras de fezes foram coletadas entre o 8<sup>o</sup> e 14<sup>o</sup> dias do período experimental, uma por dia, iniciando em torno de oito horas com intervalos de: 0h, 2h, 4h, 6h, 8h, 10h e 12h, ao longo do período experimental. Após isso, estimou-se a excreção fecal através da relação entre o consumo de FDAi dividido pela sua concentração fecal.

O teor de nitrogênio total do leite, analisado pelo método micro Kjeldahl (Silva & Queiroz, 2002), foi multiplicado pelo fator 6,38 para determinação da proteína bruta. A determinação do extrato seco total e desengordurado do leite, foi feita pelo método de Gerber (Behmer, 1984). O teor de gordura foi determinado, segundo Pregonolatto e Pregonolatto (1985).

A produção de leite, corrigida (PLC) para 3,5 % de gordura, foi calculada segundo SKLAN et al. (1992), pela seguinte fórmula:

$PLC = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{gordura do leite}) \times \text{produção de leite em kg/dia.}$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e testes de médias, utilizando-se o programa SAEG, versão 7.1. (UFV, 1997a), utilizando um nível de 5% de significância.

As variáveis foram analisadas segundo o modelo estatístico, para cada nível de produção:

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

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

$\mu$  = efeito geral da média;

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

$T_j$  = 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  $l = 1, 2, 3, 4$ ;

$e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação  $ijkl$ ;

$e_{ijkl} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os consumos médios diários de matéria seca , matéria orgânica , proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos totais, fibra em detergente neutro, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais são apresentados nas Tabelas 5 e 6, para vacas alimentadas com 50 % de concentrado e vacas alimentadas com 40 % de concentrado, respectivamente.

Tabela 5 - Consumos médios diários de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não-fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), obtidos para vacas recebendo rações farelada (RF), peletizada (RP), extrusada (RE) e alta energia parcialmente processada (RAE), com 50 % de concentrado.

Parâmetros	50 % de concentrado				CV %
	Tratamentos				
	RF	RP	RE	RAE	
	Consumos (kg/dia)				
CMS	20,07a	19,90a	20,15a	16,50b	10,33
CMO	16,77a	16,93a	17,07a	13,75b	10,15
CPB	3,38a	3,14a	3,37a	2,61b	10,03
CEE	0,77a	0,74a	0,54b	0,59b	12,50
CCHO	14,57a	15,01a	15,64a	12,05b	11,40
CFDN	6,25a	6,75a	6,42b	4,95b	11,34
CCNF	5,43a	4,66a	6,16a	4,89a	22,59
CNDT	11,11a	11,14a	11,77a	10,80a	16,24
	Consumos (% PV)				
CMS	3,59a	3,54a	3,59a	3,02b	12,27
CFDN	1,12b	1,20b	1,14b	0,90a	9,18

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste de Newman Keuls.

CV= Coeficiente de variação (%).

%PV = Porcentagem em relação ao peso vivo.

Tabela 6 - Consumos médios diários de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não-fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), obtidos para vacas recebendo rações farelada (RF), peletizada (RP) e extrusada (RE) e e alta energia parcialmente processada (RAE), com 40 % de concentrado.

Parâmetros	40 % de concentrado				CV %
	Tratamentos				
	RF	RP	RE	RAE	
	Consumos (kg/dia)				
CMS	18,40a	18,20a	17,78a	16,70a	8,08
CMO	14,94a	15,32a	15,05a	13,70a	8,50
CPB	2,76a	2,63a	2,68a	2,41b	7,67
CEE	0,70a	0,68a	0,51c	0,63b	8,30
CCHO	14,14a	14,31a	14,24a	12,67a	9,09
CFDN	6,00a	6,52a	5,86a	5,22b	8,90
CCNF	4,91a	5,13a	5,35a	4,98a	15,56
CNDT	9,79a	10,93a	10,11a	9,86a	11,58
	Consumos (%PV)				
CMS	3,37a	3,29a	3,27a	3,09a	7,20
CFDN	1,09b	1,18b	1,07b	0,97a	7,40

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste de Newman Keuls.

CV= Coeficiente de variação (%).

%PV = Porcentagem em relação ao peso vivo.

Dentro de cada nível de produção, o consumo de matéria seca não foi afetado pela forma de processamento. Porém, a ração de alta energia (RAE) apresentou menor ( $P<0,05$ ) consumo de matéria seca. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Shabi et al. (1999), onde esses autores observaram menor consumo de matéria seca por vacas leiteiras alimentadas com milho extrusado.

Desta forma, as técnicas de processamento não interferem no consumo, apresentando seus efeitos no desempenho animal numa mesma faixa de consumo de concentrado, quando comparadas à rações fareladas. O que foi confirmado no trabalho de Chouinard et al.(1997), que realizaram um trabalho comparando soja crua e soja extrusada em diferentes temperaturas de processamento e não encontraram diferenças no consumo de alimento, porém observaram diferenças na produção de leite.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) são apresentados nas Tabelas 7 e 8 para vacas alimentadas com 50 e 40 % de concentrado, respectivamente.

Tabela 7 - Coeficientes de digestibilidades aparentes médias da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDHO) fibra em detergente neutro (CDFDN), e carboidratos não-fibrosos (CDCNF) obtidos para vacas recebendo rações farelada (RF), peletizada (RP) e extrusada (RE) farelada de alta energia pracialmente processada (RAE), com 50 % de concentrado.

Parâmetros	50 % de concentrado				CV %
	Tratamentos				
	RF	RP	RE	RAE	
CDMS	72,31a	70,31a	67,57a	76,32b	5,22
CDMO	74,39ab	72,58b	69,94b	77,59a	4,89
CDPB	78,16a	76,43ab	72,36b	78,04a	5,32
CDEE	84,31a	86,80a	84,35a	84,96a	4,46
CDCHO	72,29b	71,12b	69,53b	76,61a	4,91
CDFDN	52,36a	50,75a	44,35b	57,84a	10,56
CDCNF	78,72a	86,23a	81,02a	84,16a	13,09

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste de Newman Keuls.

CV= coeficiente de variação (%).

Tabela 8 - Digestibilidades aparentes médias da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDHO) fibra em detergente neutro (CDFDN), e carboidratos não-fibrosos (CDNF) obtidos para vacas recebendo rações farelada (RF), peletizada (RP) e extrusada (RE) farelada de alta energia pracialmente processada (RAE), com 40 % de concentrado.

Parâmetros	40 % de concentrado				CV %
	Tratamentos				
	RF	RP	RE	RAE	
CDMS	67,99a	71,01a	69,92a	73,16a	4,93
CDMO	69,29a	72,85a	71,80a	74,56a	5,03
CDPB	70,76a	75,51a	71,47a	75,39a	5,76
CDEE	80,30a	86,91a	85,12a	83,83a	5,31
CDCHO	70,03a	72,50a	72,62a	74,24a	4,58
CDFDN	50,92a	55,40a	50,76a	56,46a	10,07
CDCNF	68,07a	76,66a	79,25a	79,00a	13,09

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ( $P > 0,05$ ) pelo teste Newman Keuls.

CV= coeficiente de variação (%).

As técnicas de processamento não afetaram os coeficientes de digestibilidade da matéria seca. A ração de alta energia parcialmente processada (RAE) apresentou maior ( $P < 0,05$ ) coeficiente de digestibilidade da matéria seca para vacas alimentadas com 50 % de concentrado, em consequência do menor consumo. Ainda no nível de 50 % de concentrado nas dietas, o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) foi menor ( $P < 0,05$ ) para o tratamento extrusado. Todavia, o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) do tratamento farelado (RF) foi maior ( $P < 0,05$ ) quando comparado ao tratamento extrusado (RE). Contudo, para o menor nível de produção, não houve diferenças significativas nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes entre os tratamentos.

A produção e composição do leite para vacas alimentadas com 50 % e 40 % de concentrado, respectivamente, são mostradas nas tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Produções média diárias de leite sem(PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLCG), composição média do leite de vacas recebendo rações farelada (RF), peletizada (RP) e extrusada (RE) farelada de alta energia parcialmente processada (RAE), com 50 % de concentrado.

Parâmetros	50 % de concentrado				C.V. (%)
	Tratamentos				
	RF	RP	RE	RAE	
PL (kg/vaca/dia)	27,21b	27,64b	29,92a	24,99c	7,47
PLCG (kg/vaca/dia)	25,93a	25,54a	26,83a	23,89a	11,70
Gordura (%)	3,20a	3,04a	2,82a	3,19a	22,63
Proteína (%)	2,67a	2,68a	2,72a	2,52a	6,99
Extrato Seco Total (%)	11,56a	11,52a	11,27a	11,50a	6,31
E. S. Desengordurado (%)	8,36a	8,48a	8,44a	8,31a	2,37

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste Newman Keuls.

CV = Coeficiente de Variação (%)

Tabela 10 - Produções médias diárias de leite sem(PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLCG), composição média do leite de vacas recebendo rações farelada (RF), peletizada (RP) e extrusada (RE) farelada de alta energia parcialmente processada (RAE), com 40 % de concentrado.

Parâmetros	40 % de concentrado				C.V. (%)
	Tratamentos				
	RF	RP	RE	RAE	
PL (kg/vaca/dia)	18,43a	18,06a	18,75a	17,49a	6,69
PLCG (kg/vaca/dia)	18,89a	20,77a	19,17a	18,69a	10,54
Gordura (%)	3,73a	4,48a	3,75a	3,96a	16,74
Proteína (%)	3,03a	3,05a	3,68a	3,06a	22,26
Extrato Seco Total (%)	12,80a	13,37a	12,84a	12,93a	4,90
E. S. Desengordurado (%)	9,07a	8,89a	9,09a	8,97a	2,71

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste Newman Keuls.

CV = Coeficiente de Variação.

Observa-se na tabela 9 que vacas alimentadas com 50 % de concentrado, a ração extrusada (RE) promoveu maior ( $P<0,05$ ) produção de leite. Dentro de uma mesma faixa de consumo e digestibilidade da matéria seca.

Tabela 11 - Comparação entre as exigências (EXI) de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) recomendadas pelo NRC (1989), para vacas com 550 kg de peso vivo produzindo 30 kg de leite/dia com 3,5% de gordura e a ingestão (ING)

	EXI (PB) <sup>1</sup>	ING <sup>1</sup>	EXI (NDT) <sup>1</sup>	ING <sup>1</sup>
Farelada de alta energia (RAE)	3,27	2,61	14,54	10,80
Farelada (RF)	3,27	3,38	14,54	11,11
Peletizada (RP)	3,27	3,14	14,54	11,14
Extrusada (RE)	3,27	3,37	14,54	11,77

<sup>1</sup> kg/dia.

Na tabela 11 é ilustrada uma comparação entre as exigências nutricionais (NRC,1989) e o ingerido, mostrado na tabela 5. Sendo para uma vaca lactante produzindo 30,0 kg/dia de leite com peso vivo de 550 kg. Pode-se observar que, entre os tratamentos RF, RP e RE, houve um déficit de NDT para os animais, entretanto a variação numérica de peso corporal (kg/dia), no experimento, foi de: -0,06, 0,34 e 0,47, para os tratamentos RF, RP e RE, respectivamente. Assim, a produção de leite pode estar relacionada, neste experimento, com o metabolismo dos nutrientes a nível ruminal, pela maior disponibilidade de nitrogênio no rúmen para síntese de proteína microbiana, o que pode ter ocasionado menor CDPB para a RE, devido a digestibilidade calculada ser aparente e pela maior disponibilidade de energia para crescimento microbiano. A técnica de extrusão aumenta a degradação ruminal dos carboidratos não estruturais, reduzindo assim a relação acetato / propionato no rúmen e diminuindo perdas com os processos de fermentação (Lycos, 1995; Shabi, 1999). Nesse experimento foi constatado que a peletização e a extrusão foram capazes de aumentar a degradação ruminal da proteína (capítulo 02), o que será posteriormente discutido.

Os resultados são semelhantes aos encontrados por Chouinard et al.(1997) e Whitlock et al.(2002), que obtiveram maior produção de leite utilizando soja extrusada.

Com relação à composição do leite, não foram observados efeitos de processamento independente do nível de produção. Scott et al. (1991) verificaram que animais consumindo soja extrusada não apresentaram diferenças na composição do leite. Entretanto, Guillaume et al. (1991) e

Whitlock et al. (2002) observaram redução no teor de gordura do leite para vacas consumindo soja extrusada. Apesar de não ter sido encontrada diferença significativa foi observada uma redução numérica no teor de gordura do leite, principalmente para a ração extrusada.

Observa-se na tabela 10 que vacas alimentadas com 40 % de concentrado não apresentaram diferença na produção e composição do leite.

## **CONCLUSÕES**

O processamento de rações não interfere na produção de leite de vacas com médio potencial de produção (18,0 kg/dia). Entretanto, para vacas com alto potencial de produção (30,0 kg/dia), a ração extrusada promoveu um aumento na produção de leite.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCERES NUTRIÇÃO ANIMAL. [www.agroceres.com.br](http://www.agroceres.com.br), Viçosa, 2002. (Comunicação pessoal)

BEHMER, M.L.A. **Tecnologia do leite: produção, industrialização e análise**. 13. ed. São Paulo, Nobel, 1984. p. 100-108.

CHOUINARD, P. Y., LÉVESQUE, J., GIRARD, V., BRISSON, G. J. Dietary soybeans extruded at different temperatures: milk composition and situ fatty acid reactions. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2913-2924, 1997.

GOMES, T. G. **Economia da produção de leiteira**. Belo Horizonte; Itambé, 2000. 132p.

GUILLAUME, B., Otterby, D. E., Stern, M. D., et al. Raw or extruded soybeans and rumen-protected methionine and lysine in alfafa-based diets for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.1912, 1991.

KITESSA, S., FLINN, P.C., IRISH, G.G. Comparison of methods used to predict the *in vivo* digestibility of feeds in ruminants. **Aust. J. Agric. Res.**, v.50, p. 825-841, 1999.

LANA, R. de P. **Sistema Viçosa de Formulação de Rações**. Editora UFV: Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2000, 60p.

LIKOS, T., VARGA, G. A. Effects of Processing Method on Degradation Characteristics of Protein and Carbohydrate Sources In situ. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1789-1801, 1995.

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**, v69(2), p. 403-412, 1986.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C., Nat. Acad. Press, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, D.C., Nat. Acad. Press, 1989. 158p.

PREGNOLATTO, W., PREGNOLATO, N.P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz- métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo. v. 1, p.533, 1985.

SHABI, Z., BRUCKENTAL, I., ZAMWELL, S., TAGARI, H. ARIELI, A. Effects of extrusion of grain and feeding frequency on rumen fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 1252-1260, 1999.

SCOTT, T. A., COMBS, D. K., GRUMMER R. R. Effects of roasting, extrusion and particle size on the feeding value of soybeans for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.2555, 1991.

SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 2002, 235p..

SKLAN, D., ASHKENAZ, 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(9), p. 2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets; II. Carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). SAEG. **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997a. 150p. (Manual do usuário)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG:UFV. 1997b.

VAN SOEST, P. J. **Nutricional ecology of the ruminant**. 2. Ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

WHITLOCK, L.A., SCHINGOETHE D.J., HIPPEN, A. R., KALSCHEUR, K.F., BAER, R.J., RAMASWAMY N., KASPERSON, K.M. Fish oil and extruded soybeans fed in combination increase conjugated linoleic acids in milk of dairy cows more than when fed separately. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 234-243, 2002.

## **CAPÍTULO 02**

### **Parâmetros Ruminais, Degradabilidade Ruminal da Matéria Seca e Proteína Bruta, Concentração de Uréia no Plasma e Excreções Urinárias de Vacas Leiteiras Alimentadas com diferentes formas de processamento da ração concentrada.**

#### **INTRODUÇÃO**

Os ruminantes dependem do funcionamento dos microrganismos ruminais para que possam ter um bom desempenho produtivo. A atividade microbiana, dentre outros fatores, é influenciada pelas variações de pH e pela concentração de amônia ruminal.

O processamento do concentrado pode aumentar a solubilidade do amido no rúmen, tornando o meio mais propício à ocorrência de distúrbios metabólicos, como por exemplo, acidose ruminal (Theurer, 1986). As condições ecológicas no rúmen devem ser mantidas dentro de limites, para que o crescimento e metabolismo microbiano sejam normais. A faixa de pH para que haja atividade normal no rúmen é de  $6,7 \pm 0,5$  (Van Soest, 1994).

O desempenho animal está em função dos nutrientes fornecidos na dieta e da atividade metabólica em suas estruturas químicas. Dentre estas atividades, a degradação dos compostos energéticos e protéicos a nível ruminal. A degradação da proteína do alimento no rúmen gera compostos nitrogenados para a síntese de proteína microbiana, que apresenta

excelente perfil de aminoácidos, cujo conteúdo é capaz de suprir grande parte do requerimento de proteína do animal em produção (Valadares Filho, 1995).

As degradabilidades ruminais da matéria seca e da proteína bruta podem ter relação direta com a contribuição da proteína microbiana. Segundo Valadares Filho (1995) 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.

Segundo Broderick et al. (1991), quando se deseja elevados níveis de produção, ocorre aumento nas necessidades protéicas, e para atender estas condições há necessidade de se maximizar a eficiência de síntese de proteína microbiana e que parte da proteína dietética consumida não seja degradada no rúmen.

Por outro lado, a intensidade da degradação ruminal da proteína bruta de um alimento, pode ser um dos principais indicadores nas avaliações da qualidade da proteína para os animais ruminantes. A quantidade efetivamente digerida no rúmen influi diretamente sobre a disponibilidade de nitrogênio para o crescimento dos microrganismos no rúmen e na quantidade de proteína que chega aos outros compartimentos do trato digestivo para digestão e absorção. No entanto, a degradabilidade efetiva no rúmen depende de características inerentes ao alimento, do nível de ingestão, dos tipos e formas de processamento a que os alimentos foram submetidos e de possíveis limitações nos processos de fermentações no rúmen, principalmente do estado sanitário do animal.

Likos e Varga (1995), avaliando os efeitos do aquecimento comparado a moagem, verificaram que a redução no tamanho da partícula incrementou as degradabilidades da proteína bruta e carboidratos não estruturais no rúmen, por outro lado, Aldrich et al.(1997) verificou que o aquecimento diminuiu a degradabilidade da proteína bruta e aumentou a degradabilidade dos carboidratos não estruturais no rúmen sendo que os tratamentos alteraram o perfil de aminoácidos da proteína no rúmen.

A absorção de amônia através da parede do rúmen é a principal rota para a amônia que não foi assimilada pelos microrganismos, sendo

removida da circulação portal pelo fígado, onde entra no ciclo da uréia (Lobley et al., 1995). A uréia constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados pelos mamíferos. Quando a taxa de síntese de amônia é maior do que sua utilização pelos microrganismos, observa-se elevação na concentração de amônia no rúmen, com conseqüente aumento na excreção de uréia, aumento no custo energético da produção de uréia, resultando, dessa forma, em perda de proteína (Russel et al., 1992).

Nos ruminantes, parte da uréia sangüínea é reciclada para o rúmen através da saliva ou por difusão através do epitélio ruminal, e outra parte excretada na urina (Lobley et al., 1995).

A concentração plasmática de uréia é, positivamente, relacionada à ingestão de compostos nitrogenados (Valadares et al., 1997a; Valadares et al., 1999). A partir desta afirmação, conclui-se ser de grande importância a determinação da concentração plasmática de uréia, para evitar perdas de proteína, já que este nutriente tem grande importância no custo na formulação de ração. A excreção fracional de uréia significa a proporção da quantidade de uréia filtrada no rim que é excretada, por isso, tem grande importância no aproveitamento do nitrogênio.

Devido à importância de todos esses fatores é que se conduziu esse trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos do processamento de rações nos seguintes parâmetros: pH e N-NH<sub>3</sub> ruminais, degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta, concentração de uréia plasmática e excreções urinárias.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento 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), durante o período de outubro a dezembro de 2001.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata, Estado de Minas Gerais, a 649 m de altitude, geograficamente definida pelas coordenadas de 20° 45' 20" de latitude sul e 42° 52'40" de longitude oeste. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação proposta por Koppen, tendo duas estações definidas: seca de abril a setembro e águas de outubro a março. A precipitação média anual é de 1341,2 mm. As médias de temperaturas máximas e mínimas são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997b).

Foram utilizadas 16 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, em dois níveis de produção de leite: 30,0 kg/dia e 20,0 kg/dia e peso vivo médio de 552 e 547 kg, respectivamente. As vacas foram distribuídas equitativamente em dois quadrados latinos, balanceados pela duração e ordem da lactação, para cada nível de produção.

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de quinze dias cada um, sendo os oito primeiros dias de adaptação às dietas e os sete dias posteriores para avaliação dos parâmetros ruminais e coletas de urina e sangue.

As dietas experimentais foram isoprotéicas, constituídas à base de silagem de milho (*Zea mays*) com relação volumoso : concentrado de 50:50, para o nível de 30,0 kg/dia de leite de 60:40 para o nível de 20,0 kg/dia com base na matéria seca. Os tratamentos foram constituídos de quatro rações concentradas sendo: ração farelada (RF); peletizada (RP), extrusada (RE) e ração de alta energia parcialmente processada (RAE).

Na formulação dos concentrados (rações) foram utilizados: fubá de milho, milho extrusado moído, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de arroz, uréia, matéria mineral e aditivos. As dietas foram formuladas para atender às exigências nutricionais, segundo recomendações do NRC (1989). Nas Tabelas 1 e 2, são apresentadas as proporções dos ingredientes utilizados na formulação das rações concentradas e as composições bromatológicas médias das rações e da silagem de milho. As composições bromatológicas das dietas são apresentadas na Tabelas 3 e 4.

Tabela 1- Proporção dos ingredientes na mistura de concentrados, expressa na base da matéria seca, para as rações farelada (RF), peletizada (RP), extrusada (RE) e de alta energia parcialmente processada (RAE).

Ingredientes	Rações			
	RF	RP	RE	RAE
Milho	44,99	44,99	44,99	50
Milho extrusado moído	-	-	-	10
Farelo de trigo	7,3	7,3	7,3	-
Soja Integral Extrusada	-	-	-	10
Farelo Soja	31,8	31,8	31,8	24,45
Farelo de arroz	10,8	10,8	10,8	-
Uréia	1,2	1,2	1,2	1,0
Fosfato Bicálcico	0,38	0,38	0,38	1,63
Calcário	2,0	2,0	2,0	0,63
Sal Comum	0,6	0,6	0,6	0,7
Flor de enxofre	0,19	0,19	0,19	-
Premix Ruminante	0,8	0,8	0,8	1,0
Premix Tamponante	-	-	-	0,6
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), e lignina (LIG), obtidos para os alimentos concentrados e para a silagem de milho, para as rações farelada (RF), peletizada (RP), extrusada (RE) e de alta energia parcialmente processada (RAE).

Componentes	Rações				Silagem de milho
	RF	RP	RE	RAE	
MS (%)	89,01	88,96	89,94	89,88	32,23
MO(%)	87,89	87,50	88,73	88,80	31,39
PB <sup>1</sup>	26,68	25,03	25,30	25,53	8,07
EE <sup>1</sup>	4,44	4,20	4,40	4,58	3,68
FDNcp <sup>1</sup>	18,77	24,73	19,29	15,95	48,26
FDA <sup>1</sup>	8,64	9,88	9,05	7,40	30,18
LIG <sup>1</sup>	1,68	1,83	1,90	1,22	4,02

<sup>1</sup> % na matéria seca.

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO) fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e nutrientes disgestíveis totais (NDT), obtidos para as dietas experimentais com 50 % de concentrado, para as rações farelada (RF), peletizada (RP), extrusada (RE) e de alta energia parcialmente processada (RAE).

Componente	50 % de concentrado			
	RF	RP	RE	RAE
MS (%)	60,62	60,60	61,09	61,06
MO <sup>1</sup>	98,07	97,88	98,03	98,10
PB <sup>1</sup>	17,38	16,55	16,69	16,80
EE <sup>1</sup>	4,06	3,94	4,04	4,13
CHO <sup>1</sup>	76,64	77,39	78,38	77,17
FDN <sup>1</sup>	33,52	36,50	33,78	32,11
CNF <sup>1</sup>	43,12	40,90	44,61	45,07
FDA <sup>1</sup>	19,41	20,03	19,62	18,79
LIG <sup>1</sup>	2,85	2,93	2,96	2,62
NDT <sup>1</sup>	63,92	59,98	68,99	64,57

<sup>1</sup> % na matéria seca.

Tabela 4 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO) fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e nutrientes digestíveis totais (NDT), obtidos para as dietas experimentais com 40 % de concentrado, para as rações farelada (RF), peletizada (RP), extrusada (RE) e de alta energia parcialmente processada (RAE).

Componente	40 % de concentrado			
	RF	RP	RE	RAE
MS (%)	54,94	54,92	55,31	55,29
MO <sup>1</sup>	97,94	97,78	97,90	97,96
PB <sup>1</sup>	15,51	14,85	14,96	15,05
EE <sup>1</sup>	3,98	3,89	3,97	4,04
CHO <sup>1</sup>	78,44	79,04	79,83	78,87
FDN <sup>1</sup>	36,46	38,85	36,67	35,34
CNF <sup>1</sup>	41,97	40,19	43,16	43,53
FDA <sup>1</sup>	21,56	22,06	21,73	21,07
LIG <sup>1</sup>	3,08	3,14	3,17	2,90
NDT <sup>1</sup>	61,81	64,34	61,01	61,73

<sup>1</sup> % na matéria seca.

Os carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo SNIFFEN et al. (1992) em que:

$$\text{CHO} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{CINZAS})$$

E os carboidratos não-fibrosos (CNF), pela seguinte equação:

$$\text{CNF} = \text{CHO} - \text{FDN}$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo o NRC (2001), pela seguinte equação:

$$\text{NDT} (\%) = \text{PBD} + \text{FDND} + \text{CNFD} + 2,25\text{EED}$$

Em que: PBD= proteína bruta digestível; FDND= fibra em detergente neutro digestível; CNFD= carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED= extrato etéreo digestível.

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo "Tie Stall", onde receberam alimentação fornecida *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 horas. Diariamente, foram feitas pesagens das quantidades das dietas fornecidas e das sobras de cada tratamento, para estimativa do consumo. Foi feito monitoramento diário do consumo, a fim de manter as sobras de alimento da ordem de 10%, com base na matéria seca. No

momento da alimentação, durante o período experimental, foram feitas amostragens das dietas, sendo as sobras acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises.

As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes ao dia, sendo a produção de leite registrada através de dispositivo eletrônico acoplado a ordenhadeira.

O líquido ruminal foi coletado, utilizando-se sonda esofágica, segundo Ortolani (1981), para determinação do pH e dos compostos nitrogenados amoniacais ( $\text{N-NH}_3$ ), nos tempos 0 e três horas após a alimentação matinal no 15<sup>o</sup> dia de cada período. Foram coletados, aproximadamente, 400 mL de líquido ruminal em recipiente de vidro. Em seguida, realizou-se a filtração em pano, sendo retirada uma alíquota de 40 mL, para cada animal e tempo de coleta, na qual determinou-se imediatamente, o pH por meio de peagâmetro digital e adicionou-se 1 mL de ácido sulfúrico a 50%. Esta alíquota foi, então, acondicionada em vidro, devidamente identificado, e armazenada em congelador a  $-5^\circ\text{C}$  para posterior determinação do  $\text{N-NH}_3$  ruminal. Para determinação do  $\text{N-NH}_3$  no líquido ruminal, foi realizada a centrifugação das amostras a 3.000 rpm por 15 minutos. Foram coletados 2 ml do sobrenadante e adicionados 5 ml de KOH 2N para análise, segundo o método micro Kjeldahl, para determinação do  $\text{N-NH}_3$  ruminal.

As degradabilidades ruminais da proteína bruta (PB) foram estimadas pela técnica do saco de náilon proposta por Ørskov & McDonald (1979). Foram pesados aproximadamente 5 g de cada alimento concentrado (ração), que foram colocados em sacos de náilon com dimensão de 7 X 14 cm e tamanho de poros aproximando de 50  $\mu\text{m}$ , numerados externamente. Os sacos de náilon foram, anteriormente, secos em estufa com circulação de ar forçado a uma temperatura de  $60 \pm 5^\circ\text{C}$  por 48 horas. Colocados em dessecador e pesados. Procurou-se manter a relação de 20 mg de MS/cm<sup>2</sup> de área de superfície dos sacos, conforme recomendações de Kirkpatrick & Kennelly (1987). A introdução dos sacos de náilon no rúmen foi realizada em duas vacas lactantes que estavam sob um mesmo programa alimentar, nos intervalos de tempo recomendados pelo NRC (2001), que foram eles: 0h, 2h, 4h, 8h, 16h, 24h e 48h. Após a retirada, os sacos foram colocados em balde

de água fria e lavados em água corrente até que a mesma ficasse clara. Os sacos correspondentes ao tempo 0 h também foram lavados juntamente com os anteriores. Os parâmetros de cinética de degradação da PB foram estimados utilizando-se o modelo descrito por Ørskov & McDonald (1979), segundo a equação:  $Dg = a + b(1 - e^{ct})$ , onde: a representa uma estimativa da fração instantaneamente solúvel, b a fração insolúvel, mas fermentável, c a taxa de degradação e t o tempo. A degradabilidade efetiva foi calculada pela equação:  $DE = A + (B \times Kd) / (Kd + Kp)$ , onde o Kp significa taxa de passagem, calculada a partir da equação:  $Kp = 2,904 + 1,375X_1 - 0,020X_2$ , onde  $X_1$  é o consumo de matéria seca (%PV) e  $X_2$  é porcentagem de concentrado na dieta, proposta pelo NRC(2001).

A coleta de urina foi realizada no 14<sup>o</sup> dia do período experimental, através da técnica proposta por (Valadares, 1997 e Valadares et al., 1997). No recipiente onde foi colocado urina, foi adicionado 40 mL de ácido sulfúrico 0,04 N, posteriormente foi devidamente identificado e armazenado numa temperatura de -5°C para posteriores análises. Essa técnica permite simplificar a coleta de urina utilizando-se a excreção de creatinina na urina como um indicador da produção urinária, uma vez que essa excreção é relativamente constante em função do peso vivo e pelo fato de ser pouco ou não afetada pelos tratamentos. Para calcular o volume urinário tomou-se por base o valor de excreção de creatinina de 29mg/kg PV/dia. (Valadares et al., 1999).

A excreção fracional de uréia é calculada a partir da concentração de uréia na urina, concentração de creatinina no plasma, concentração de uréia no plasma e concentração de creatinina na urina (Valadares et al., 1999).

Foi coletado sangue, usando-se seringas e agulhas descartáveis quatro horas após a alimentação matinal, utilizando-se heparina como anticoagulante. Logo após a coleta, as amostras de sangue foram centrifugadas (5000 rpm por 15 minutos) e o plasma sanguíneo acondicionado em recipientes de vidros e congelado para posteriores análises de creatinina e uréia. As coletas de sangue foram realizadas no 14<sup>o</sup> dia de cada período experimental.

A uréia foi determinada na urina e no plasma e a creatinina na urina, usando-se kits comerciais (Labtest).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e testes de médias, utilizando-se o programa SAEG, versão 7.1. (UFV, 1997), ao nível de 5% de significância.

As variáveis foram analisadas conforme o modelo estatístico:

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

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

$\mu$  = efeito geral da média;

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

$T_j$  = 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  $l = 1, 2, 3, 4$ ;

$e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação  $ijkl$ ;

$e_{ijkl} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores médios de pH e N-NH<sub>3</sub> estão ilustrados na tabela 5 para ambos os níveis de produção.

Tabela 5 - Valores médios de pH e N-NH<sub>3</sub> do líquido ruminal antes e três horas após a alimentação matinal, para vacas alimentadas com 50 e 40 % de concentrado respectivamente, recebendo rações: farelada (RF), peletizada (RP), extrusada (RE) e farelada de alta energia parcialmente processada (RAE)

Tempos	Tratamentos				CV %
	RF	RP	RE	RAE	
50 % de concentrado					
pH					
Hora 00	6,73a	6,91a.	6,91a	6,88a	2,208
Hora 03	6,58a	6,55a	6,66a	6,58a	4,27
N-NH <sub>3</sub> (mg/dl)					
Hora 00	12,30a	10,98a	11,59a	12,12a	18,38
Hora 03	23,63a	23,89a	13,98b	19,78ab	26,54
40 % de concentrado					
pH					
Hora 00	6,78a	6,79a	6,86a	6,80a	2,80
Hora 03	6,64a	6,58a	6,53a	6,53a	3,54
N-NH <sub>3</sub> (mg/dl)					
Hora 00	9,93a	11,08a	8,79a	9,73a	22,96
Hora 03	17,89b	21,04a	13,83c	16,56bc	14,55

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste Newman Keuls.

CV= coeficiente de variação (%).

Os valores de pH ruminal não diferiram entre si, para ambos os níveis de produção e estão dentro da faixa de normalidade de  $6,7 \pm 0,5$  proposta por Van Soest (1994). Esses resultados estão de acordo com Shabi et al. (1999), que não encontraram diferenças na flutuação dos valores de pH ruminal.

Com relação às concentrações de N-NH<sub>3</sub> (mg/dl), independente do potencial de produção de leite, as concentrações estiveram acima da faixa de 5,0 mg/dl, considerada crítica para o crescimento microbiano (Satter & Slyter 1974). Contudo na ração extrusada (RE) foi observada menor ( $p < 0,05$ ) concentração de N-NH<sub>3</sub>, em relação a ração farelada (RF) e ração peletizada (RP).

Os coeficientes de cinética de degradação da matéria seca e da proteína bruta são mostrados na tabela 6. As degradabilidades efetivas, segundo metodologia proposta pelo NRC (2001), foram, respectivamente, 50,46%, 58,30%, 70,74% e 56,81% para os tratamentos RF, RP, RE e RAE, para a matéria seca. Enquanto para proteína bruta foram, respectivamente, 58,25%, 69,43%, 73,62% e 56,10% para os tratamentos RF, RP, RE e RAE.

Tabela 6 - Parâmetros da cinética de degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta da proteína bruta das rações farelada (RF), peletizada (RP) extrusada (RE) e farelada alta energia parcialmente processada (RAE)

Tratamentos	Frações			R <sup>2</sup> %
	a	b	Kd	
Degradação da Matéria Seca				
RF	18,80	64,52	0,063	97,90
RP	28,86	56,48	0,070	94,60
RE	10,02	67,20	0,600	94,2
RAE	23,90	64,55	0,064	93,60
Degradação da Proteína Bruta				
RF	33,87	52,85	0,056	97,30
RP	37,00	46,24	0,151	90,50
RE	23,74	54,69	0,664	94,30
RAE	29,94	63,59	0,043	90,00

a – Fração prontamente solúvel.

b – Fração insolúvel parcialmente degradável.

Kd – Taxa de degradação da fração b

A taxa de degradação ruminal da matéria seca foi numericamente maior para a ração extrusada, indicando que nesse tratamento, os nutrientes poderiam estar mais disponíveis aos microrganismos ruminais. O mesmo comportamento pode ser observado para a taxa de degradação da proteína bruta, onde as rações peletizada e extrusada tiveram uma taxa de degradação da proteína numericamente maior que os outros tratamentos. Com isso, pode-se observar que a degradabilidade efetiva da proteína (DEPB), para a RP e RE foi numericamente maior em detrimento as RF e RAE.

Uma das principais causas do aumento na produção de leite nos animais consumindo ração extrusada, no nível de 30,0 kg/dia de leite pode ter sido a taxa de degradação da matéria seca e, principalmente, de proteína bruta encontrada nesse tratamento.

Quando se fala em maior degradação ruminal de proteína, tem se observado que pode ocorrer maior produção de proteína microbiana, no qual apresenta excelente perfil de aminoácidos e é capaz de suprir grande parte da demanda nutricional do animal (NRC 1989). Considerando conceitos do NRC (2001), a taxa de passagem foi maior para o nível de 50 % de concentrado, portanto, pode-se concluir que a solubilidade dos nutrientes pode estar altamente relacionada com o suprimento da demanda nutricional. Então, quando se trabalha com alimentos capazes de fornecer uma quantidade superior de carboidratos e proteínas, numa mesma faixa de consumo e, conseqüentemente, taxa de passagem, a demanda microbiana por nutrientes pode ser atendida, podendo ocorrer maior produção de proteína microbiana, que por fim, é aproveitada pelo animal.

Nas tabelas 7 e 8, são ilustradas as concentrações de uréia no plasma e as excreções urinárias para vacas alimentadas com 50 e 40% de concentrado, respectivamente.

Tabela 7- Concentrações médias de N-uréia no plasma (NUP), excreção de N-uréia (EXNU), excreção de N-uréia por quilograma de peso vivo (EXCNUPV) e excreção fracional de uréia (EXFRU), para vacas alimentadas com 50 % de concentrado recebendo rações farelada (RF), peletizada (RP) extrusada (RE) e farelada de alta energia parcialmente processada (RAE).

Parâmetros	50 % concentrado				CV %
	RF	RP	RE	RAE	
NUP (mg/dL)	25,06a	22,02a	21,98a	20,75a	17,16
EXNU (g/dia)	220,78a	196,24a	220,84a	142,44b	11,93
EXNUPV (mg/kgPV/dia)	393,49a	352,16a	393,25a	264,13b	11,81
EXFRU (%)	58,86a	57,40a	65,30a	48,30a	22,26

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste de Newman Keuls ( $P<0,05$ ).

CV= coeficiente de variação (%).

Tabela 8 - Concentrações médias de N-uréia plasmática (NUP), excreção de N-uréia (EXNU), excreção de N-uréia por quilograma de peso vivo (EXCNUPV) e excreção fracional de uréia (EXFRU), para vacas alimentadas com 40 % de concentrado recebendo rações farelada (RF), peletizada (RP) extrusada (RE) e farelada de alta energia parcialmente processada (RAE).

Parâmetros	40 % de concentrado				CV %
	RF	RP	RE	RAE	
NUP (mg/dL)	20,33a	17,97a	16,91a	16,67a	14,76
EXNU (g/dia)	166,43a	149,18ab	146,01ab	125,06b	14,83
EXNUPV (mg/kgPV/dia)	302,26a	265,48ab	264,82ab	228,94b	14,64
EXFRU (%)	56,71a	51,67a	56,36a	52,02a	23,88

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste de Newman Keuls ( $P<0,05$ ).

CV= coeficiente de variação (%).

Dentro de cada nível de produção, não foram encontradas diferenças significativas entre as rações farelada, peletizada e extrusada. Valadares et al. (1997a) demonstraram que a concentração plasmática de uréia é positivamente relacionada com a ingestão de nitrogênio, e algumas tentativas têm sido feitas para utilizar a concentração plasmática de uréia como índice para estimativa da degradabilidade da proteína (Roseler et al., 1993).

O maior valor numérico de degradabilidade efetiva da ração extrusada poderia sugerir que esse alimento teria uma concentração de N –

uréia plasmática (NUP) e excreções urinárias maiores que as demais rações, porém isso não aconteceu. Sendo assim, poderia se supor, que essa ração possa ter um melhor aproveitamento do nitrogênio produzido a partir da degradação da proteína a nível ruminal, além de não apresentar gastos excessivos de energia para excretar os excessos de nitrogênio.

Oliveira (2001) também encontrou relação direta entre níveis de proteína degradável no rúmen (PDR) e concentrações de uréia no plasma. Os animais que consumiram suplementos com alto teor de PDR apresentaram concentrações plasmáticas médias de uréia, em mg/dL maiores que aqueles que consumiram suplementos com baixa PDR. Altas concentrações de uréia no plasma podem indicar perda de nitrogênio e gasto energético. Isso pode causar menor desempenho produtivo.

## **CONCLUSÕES**

As técnicas de processamento não alteram os parâmetros ruminiais. O processo de extrusão aumenta a degradação ruminal da matéria seca e da proteína bruta, podendo aumentar a disponibilidade de nutrientes para o crescimento microbiano.

Apesar da maior degradabilidade ruminal da proteína, para a ração extrusada, essa por sua vez não alterou as concentrações de N-uréia no plasma e as excreções urinárias, quando comparada as rações fareladas e peletizadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRICH, C.G., MERCHEN, N.R., PARSONS, C.M., HUSSEIN, H.S., INGRAN, S., CLODFELTER, J.R. Assessment of postruminal amino acid digestibility of roasted and extruded whole soybeans with the precision-fed rooster assay. **Journal of the Animal Science**, v. 75(11), p. 3046-3051.

BRODERICK G. A., WALLACE, R.J., ØRSKOV, E.R. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T., SASAKI, Y. KAWASHIMA, R. eds. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. New York, Academic Press. 1991 p. 542-592.

KIRKPATRICK, B.K., KENNELLY, J.J. *In situ* degradability of protein and dry matter from single protein sources and from a total diet. **Journal of Animal Science**, v.65, p. 567-576, 1987.

LOBLEY, G.E., CONNELL, A., LOMAX, M.A. et al. 1995. 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. Nut.**, 73: 667 – 685.

LYKOS, T., VARGA, G. A. Effects of processing method on degradation characteristics of protein and carbohydrate sources *in situ*. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1789-1801, 1995

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C., Nat. Acad. Press, 2001. 381 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, D.C., Nat. Acad. Press., 1989. 158 p.

NOCEK, J. E., TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.3598-3629, 1990.

OLIVEIRA, R. L. **Avaliação de suplementos com diferentes teores de proteína não degradável no rúmen para novilhas pardo-suíças em pastejo de *Brachiaria brizantha* c.v. Marandu.** Viçosa: Universidade Federal de Viços, 2001. 53p. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

ØRSKOV, E. R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, v 92, p.499-503, 1979.

ORTOLANE, E.L. 1981. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. *Arq. Esc. Vet.*, 33(2) 269-275.

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 <sup>15</sup>N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. **Br. J. Nut.**, v.75, p.699-709, 1996.

RUSSEL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **J. Anim. Sci.**, 70: 881:888.

ROSELER, D.K., FERGUNSON, J.D., SNIFFEN, C.J. et al. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 76(2):525-534.

SATTER, L.D., SLYTER, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. *Br J. Nut.*, 32: 199-208

SILVA, D. J., QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos).** Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 2002, 235p..

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets; II. Carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Sciences**. 63:1649:1662.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos.** Viçosa, MG:UFV. 1997b.

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. Eficiência da síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES**. 1995, Viçosa, MG. P. 355-388. Anais...

VALADARES, R.F.D., BRODERICK, G.A., VALADARES FILHO, S.C. et al. 1999. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **J. Dairy Science.**, 82(12): 2686-2696.

VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. 1997a. Níveis de proteína em dietas de bovinos 4. Concentrações de uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, 26 (6): 1270-1278.

VALADARES, R.F.D. **Níveis de proteína em dietas de bovinos: consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, amônia ruminal, uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 103p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. Ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

## CONCLUSÕES GERAIS

As técnicas de processamento não interferem no consumo e digestibilidade da matéria seca. O principal motivo do incremento na produção de leite, causado pela ração extrusada para vacas de alto potencial, pode ser um aumento na disponibilidade de nutrientes para o crescimento microbiano a nível ruminal, devido a um acréscimo na degradação da matéria seca e da proteína bruta no rúmen, sem a ocorrência de maiores gastos energéticos, pelo animal, com perdas excessivas de nitrogênio.

Por isso, recomenda-se utilizar rações extrusadas para vacas com potencial de produção acima de 30,0 kg/dia e ração farelada para vacas com potencial de produção de 20,0 kg/dia. Onde a utilização de rações processadas vai depender primeiramente da conveniência econômica do sistema de produção.

Contudo, essas técnicas podem ser úteis para se utilizar subprodutos da indústria e lavoura, que são de menor custo, porém de difícil consumo no seu estado *in natura*.