

JOSÉ CARLOS PEIXOTO MODESTO DA SILVA

**NÍVEIS DE CONCENTRADO E DE PROTEÍNA NÃO DEGRADÁVEL NO RÚMEN
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 *Doctor Science*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586n
2009

Silva, José Carlos Peixoto Modesto da, 1966-
Níveis de concentrado e de proteína não degradável no
rúmen na dieta de vacas em lactação / José Carlos Peixoto
Modesto da Silva. – Viçosa, MG, 2009.
ix, 62f. : il. ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: José Maurício de Souza Campos.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 43-48.

1. Holandês (Bovino) - Alimentação e rações. 2. Bovino
de leite - Nutrição. 3. Leite - Composição. 4. Leite -
Produção. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.


CDD 22.ed. 636.2085

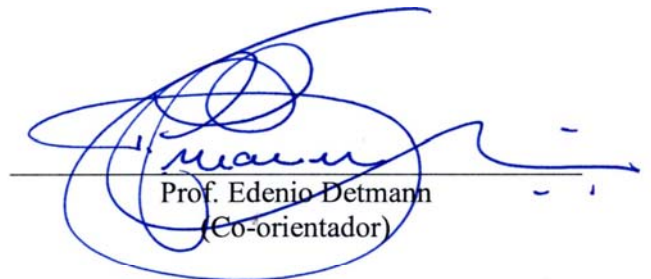
JOSÉ CARLOS PEIXOTO MODESTO DA SILVA

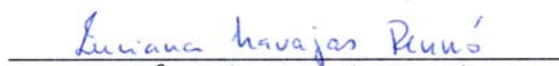
**NÍVEIS DE CONCENTRADO E DE PROTEÍNA NÃO DEGRADÁVEL NO RÚMEN
NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO**

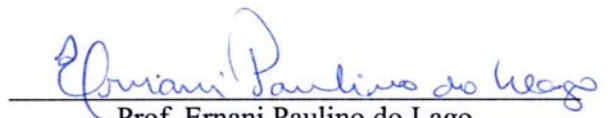
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia para obtenção do Título de *Doctor Science*.

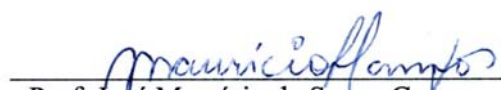
APROVADA: 16 de dezembro de 2009.


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


Prof. Edenio Detmann
(Co-orientador)


Prof.^a. Luciana Navajas Rennó


Prof. Ernani Paulino do Lago


Prof. José Maurício de Souza Campos
(Orientador)

Dedico,

Ao professor José Maurício de Souza Campos, pela sua confiança, incentivo e, principalmente, pela sua amizade. Pois, além do orientador presente, sempre teve uma palavra amiga no momento mais difícil.

Aos meus pais, José Carlos Modesto da Silva e Carmem Peixoto Modesto da Silva, por terem sido os grandes responsáveis para que eu chegasse até aqui.

Aos meus filhos, Yago e Ryan, e à minha esposa, Cristina, alicerces da minha vida.

O meu muito obrigado!

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais e irmãos.

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

Ao professor José Maurício de Souza Campos, pela confiança, incentivo e amizade.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pela disponibilidade, confiança, incentivo e amizade.

Aos professores Edenio Detmann e Rogério de Paula Lana, por terem tanto contribuído para este trabalho e, principalmente, pela amizade.

Aos professores Luciana Navajas Rennó e Ernani Paulino do Lago, pela gentileza de participarem como membros da banca e pela colaboração com suas oportunas e importantes sugestões.

Ao meu sempre amigo, professor Antônio Carlos Vargas Motta, que me deu a primeira oportunidade para chegar até aqui.

Aos meus amigos Luiz Fernando Costa e Silva, André Soares de Oliveira, Marcos Inácio Marcondes e José Augusto Gomes Azevedo, pela valiosa contribuição e apoio irrestrito nesta caminhada.

Ao meu amigo Sr. Almiro Melquiadi da Silva, pela ajuda na condução do experimento.

Aos funcionários da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Zootecnia, pelo convívio e amizade.

Aos amigos e colegas, Daniel, Janaína, Joab Jobson, Belmiro, Tathyane, Douglas, Laura, Mauric, Matheus, pelo intercâmbio de conhecimento e idéias.

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

BIOGRAFIA

José Carlos Peixoto Modesto da Silva, filho de José Carlos Modesto da Silva e Carmem Peixoto Modesto da Silva, nasceu em Itabuna, Estado da Bahia, em 05 de março de 1966.

Em 1986, ingressou na Universidade Federal da Bahia, onde obteve o título de Engenheiro Agrônomo, colando grau em 1993.

No período de março de 1994 a dezembro de 2002, realizou trabalhos de assessoria e consultoria técnica gerencial para grupos de produtores de leite na região do extremo sul da Bahia e na região do Vale do Jequitinhonha.

Neste mesmo período, prestou serviço à empresa de projetos agropecuários SERPLAN, tendo aprovado inúmeros projetos para o Banco do Nordeste do Brasil e Banco do Brasil.

Em março de 2003, iniciou o curso de Mestrado em Ciência do Solo na Universidade Federal do Paraná, defendendo a Dissertação de Mestrado em julho de 2004.

Em maio de 2006, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	VI
ABSTRACT	VIII
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
LITERATURA CITADA.....	6
NÍVEIS DE CONCENTRADO E DE PROTEÍNA NÃO DEGRADÁVEL NO... RÚMEN NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO	9
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	14
RESULTADOS.....	23
DISCUSSÃO.....	34
CONCLUSÕES.....	42
LITERATURA CITADA.....	43

RESUMO

SILVA, José Carlos Peixoto Modesto da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2009. **Níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen na dieta de vacas em lactação.** Orientador: José Maurício de Souza Campos. Co-orientadores: Sebastião de Campos Valadares Filho e Edenio Detmann.

O consumidor moderno opta, cada vez mais, por produtos de qualidade, e a indústria, buscando adequar-se a esta nova tendência, tem procurado bonificar o produtor pela qualidade do leite, principalmente no que se refere à sua composição em sólidos totais. Neste sentido, buscou-se, em experimento conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, no período de maio a agosto de 2007, avaliar o efeito de três níveis de concentrado e dois níveis de proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta de vacas leiteiras com produção de 30 kg de leite/dia sobre os parâmetros de degradação ruminal, consumo dos componentes da dieta, digestibilidade, consumo dos componentes digestíveis, metabolismo de compostos nitrogenados, produção e composição do leite. Utilizaram-se 12 vacas da raça Holandesa, distribuídas em dois quadrados latinos 6 x 6, com períodos experimentais de 17 dias. As dietas foram formuladas em esquema fatorial 3 x 2, sendo três níveis de concentrado, 40, 50 e 60 %, e dois níveis de PNDR, 4,0 e 5,4 %, tendo sido fixado o nível de proteína degradável no rúmen (PDR) em 10 %, na base da matéria seca (MS), resultando em seis tratamentos. Foi utilizada como fonte de PNDR a farinha de peixe e como volumoso a silagem de milho. Os resultados foram avaliados por intermédio do procedimento PROC MIXED SAS (SAS, 1999), adotando-se 5 % como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I, sendo as comparações entre médias realizadas usando-se contrastes ortogonais. Não houve interação entre níveis de concentrado e níveis de PNDR sobre a produção e a composição do leite. Os alimentos básicos utilizados na alimentação de ruminantes, farelo de soja e milho moído, tiveram as maiores degradações efetivas da MS, enquanto a farinha de peixe teve baixa degradação ruminal. Observou-se aumento ($P < 0,05$) do consumo de MS (CMS) total à medida que se aumentou o nível de concentrado, não havendo efeito ($P > 0,05$) do aumento de PNDR sobre o CMS total. Houve menor consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp) ($P < 0,05$) e maior consumo de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinza e proteína (CNFcp) ($P < 0,05$), quando se aumentou o nível de concentrado. Ao se aumentar o nível de PNDR, o consumo de CNFcp diminuiu. O consumo de extrato etéreo (CEE) aumentou ($P < 0,05$) tanto em função do aumento de concentrado quanto do aumento de PNDR. Houve redução ($P < 0,05$) dos coeficientes de digestibilidade da MS (CDMS), matéria orgânica (CDMO) e do teor de

nutrientes digestíveis totais (NDT), a partir da suplementação com fontes de PNDR. Não houve efeito ($P>0,05$) sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EE, proteína bruta e CNFcp, quando se aumentou o nível de concentrado. O NDT aumentou linearmente ($P<0,05$) com o aumento do nível de concentrado, enquanto houve diminuição do NDT ($P<0,05$) com o aumento da PNDR na dieta. Quanto ao consumo dos componentes digeridos, observou-se aumento ($P<0,05$) dos consumos de MS digestível (MSD), MO digestível (MOD) e NDT em função do aumento do nível de concentrado, e redução ($P<0,05$) dos consumos com o aumento do nível de PNDR. Foi observada interação entre os níveis de concentrado e PNDR para consumo de EED, FDNcpD e CNFcpD. As excreções urinárias de nitrogênio uréico e alantoína diminuíram ($P<0,05$) nos tratamentos em que se elevou a PNDR, não havendo efeito do nível de concentrado sobre estas variáveis. Os demais metabólitos, resultantes do metabolismo de compostos nitrogenados, não foram alterados em função dos níveis de concentrado e de PNDR. Observou-se aumento linear ($P<0,05$) da produção de leite, com o aumento do fornecimento de ração concentrada e com aumento do nível de PNDR. O teor de gordura do leite diminuiu linearmente com o aumento de concentrado na dieta e a adição de PNDR. Contudo, a produção de gordura do leite, em kg/dia, não foi alterada ($P>0,05$) pelos tratamentos. O teor e a produção de proteína do leite aumentaram ($P<0,05$) com a elevação dos níveis de concentrado e PNDR, podendo-se verificar variação de 0,16 unidade percentual no teor de proteína do leite. Os teores de lactose e extrato seco total no leite não foram influenciados ($P>0,05$) pelo aumento do nível de concentrado na dieta. No entanto, houve redução ($P<0,05$) da porcentagem de extrato seco total, ao se aumentar o nível de PNDR de 4,0 para 5,4 %, não havendo efeito sobre o teor de lactose. O teor de extrato seco desengordurado não foi alterado em função dos tratamentos. A produção de extrato seco total e extrato seco desengordurado foi maior quando se aumentou o nível de concentrado na dieta. Não houve efeito sobre estas variáveis quando do aumento de PNDR. Níveis crescentes de concentrado e PNDR, utilizando como fonte de PNDR a farinha de peixe, com a PDR estabilizada, promovem o aumento da produção de leite de vacas leiteiras de alta produção, diminuem o teor de gordura do leite e aumentam o teor de proteína no leite.

ABSTRACT

SILVA, José Carlos Peixoto Modesto da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2009. **Levels of concentrate and rumen undegradable protein in the diet of lactating cows.** Adviser: José Maurício de Souza Campos. Co-Advisers: Sebastião de Campos Valadares Filho and Edenio Detmann.

The modern consumer increasingly choose quality products, and industry, seeking to adapt to this new trend, has sought to reward the producer by milk quality, especially with regard to its total solids composition. This way, an experiment was conducted at the Dairy Cattle Teaching, Research and Extension Unit of Animal Science Department of Universidade Federal de Viçosa, in Viçosa-MG, from May to August of 2007, to evaluate the effect of three concentrate levels and two levels of rumen undegradable protein (RUP) in the diet of dairy cows producing 30 kg of milk/day was evaluated on rumen degradation parameters, intake of diet components, digestibility, intake of digestible components, nitrogen compounds metabolism, milk production and composition. Twelve Holstein cows were allotted in two 6 x 6 Latin squares, with 17 days experimental periods. The diets were formulated in a 3 x 2 factorial arrangement, using three concentrate levels, 40, 50 and 60 %, and two RUP levels, 4.0 and 5.4 %, with fixed 10 % rumen degradable protein (RDP) level, on dry matter (DM) basis, resulting in six treatments. Fish meal was used as RUP source and corn silage as roughage. The results were evaluated using SAS PROC MIXED (SAS, 1999), adopting 5 % as the critical level of probability for type I error, with the comparisons among means performed using orthogonal contrasts. There was no interaction between concentrate levels and RUP levels on milk production and composition. The ordinary feedstuffs used in ruminant feeding, soybean meal and ground corn, had the greatest DM effective degradation, while fish meal had low ruminal degradation. It was observed total DM intake (DMI) increase ($P < 0.05$) as the concentrate level was increased, with no effect ($P > 0.05$) of RUP increase on total DMI. There was a lower intake of neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFap) ($P < 0.05$) and greater intake of non-fiber carbohydrates corrected for ash and protein (NFCap) ($P < 0.05$), when the concentrate level was increased. Increasing the level of RUP, the NFCap intake decreased. The ether extract intake (EEI) was increased ($P < 0.05$) both by the concentrate increase as by the RUP increase. There was a reduction ($P < 0.05$) of the DM digestibility coefficients (DMDC), organic matter (OMDC) and total digestible nutrients (TDN) content, with supplemental RUP sources. There was no effect ($P > 0.05$) on the digestibility coefficients of DM, OM, EE, crude protein and NFCap, when the concentrate level was increased. The TDN increased linearly ($P < 0.05$) with the concentrate level increase, while there was a decrease of TDN ($P < 0.05$) with increasing RUP in the diet.

Regarding the intake of digested components, there was an increase ($P<0.05$) of digestible DM (DDM), digestible OM (DOM) and TDN intakes with the increase of concentrate level and reduction ($P<0.05$) of intake with RUP increase. It was observed an interaction between levels of concentrate and RUP for DEE, DNDFap and DNFCap intake. The urinary excretion of urea nitrogen and allantoin decreased ($P<0.05$) in treatments in which the RUP was increased, with no effect of the concentrate level on these variables. The other metabolites resulting from the metabolism of nitrogen compounds were not changed according to the level of concentrate and RUP. Linear increase ($P<0.05$) was observed on milk production, increasing concentrate ration supply and RUP level. Milk fat level reduced linearly with the increase of concentrate in the diet and the addition of RUP. However, milk fat production, in kg/day, was not altered ($P>0.05$) by treatments. The content and production of milk protein increased ($P<0.05$) with increase of concentrate level and RUP, verifying variation of 0.16 percent unit in milk protein level. Milk lactose and total solids levels were not influenced ($P>0.05$) by increasing levels of concentrate in the diet. However, when diet RUP level was increased from 4.0 to 5.4 %, total solids level was reduced ($P<0.05$), with no effect on lactose content. The content of defatted total solids was not altered by the treatments. Total and defatted total solids production was greater when the diet concentrate level was increased. There was no effect on these variables with RUP increase. Increasing levels of concentrate and RUP, using fish meal as RUP source, with stabilized RDP, promote increased milk production of high production dairy cows, reduced milk fat content and increased milk protein content.

Introdução Geral

A pecuária de leite incorpora vários processos produtivos especializados ao longo de suas atividades, não podendo ser considerada atividade simples e de subsistência, mas sim atividade com finalidade empresarial e econômica.

Sob o ponto de vista mercadológico, a cadeia agroindustrial do leite caracteriza-se como uma das mais importantes do agronegócio brasileiro, sob as óticas econômica e social. Está presente em todo o território nacional, desempenhando papel relevante, tanto no suprimento de alimento, quanto na geração de empregos e de renda (GOMES et al., 2001).

A produção de leite pertence a uma cadeia produtiva que gera renda de aproximadamente R\$ 18 bilhões/ano, através dos diferentes segmentos que a compõem: insumos para agropecuária, indústria de laticínios, produção primária de leite, captação e transporte de matéria-prima, indústrias processadoras, transporte e distribuição de produtos processados, mercado e consumo (IBGE, 2006).

O Brasil alcançou a sexta posição entre os maiores produtores de leite do mundo, com uma produção estimada de 24,5 bilhões de litros, em 2005. Esse valor corresponde à participação de 4,9 % na produção mundial de 495 bilhões de litros de leite (FAO, 2008).

A pecuária de leite brasileira conta com rebanho de 33,9 milhões de cabeças, distribuídas em mais de um milhão de propriedades, estimando-se participação de 3,6 milhões de pessoas envolvidas na produção primária. Possui produtividade média de 1.181 litros/vaca/ano para atender ao consumo *per capita* médio de 137 litros/ano. Além disso, o consumo *per capita* anual de queijo pela população brasileira aumentou de 1,97 kg, em 1992, para 2,64 kg, em 2004 (IBGE, 2006).

Historicamente, o Brasil foi caracterizado como país importador de lácteos, sendo o leite em pó o único produto que aparece nas estatísticas. Contudo, vem aumentando suas exportações de produtos lácteos nos últimos anos, passando de 214.000 litros em 1999, para 24.512.000 litros em

2005, tendo um superávit na balança comercial de 1,4 % no volume de lácteos exportados (ANUALPEC, 2009).

Os fatores responsáveis pelo aumento das exportações e elevação dos preços no mercado interno são: o crescimento substancial da demanda, determinada pelo aumento de renda, tanto no Brasil como no mundo, com destaque para a Ásia; uso crescente de matérias-primas agrícolas para fins alimentícios; alta restrição de oferta dos países com maior produção em razão da doença da vaca louca, entre outros. No entanto, um fator decisivo para o aumento das exportações de produtos lácteos foi a melhoria de qualidade do leite produzido no Brasil, devido ao cumprimento, por parte dos produtores, dos padrões estabelecidos pela nova legislação, por meio da Instrução Normativa Nº 51/2002 (RODRIGUES, 2006; ANUALPEC, 2009).

Com o objetivo de promover a melhoria da qualidade do leite e derivados e aumentar a competitividade dos produtos lácteos, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento editou a Instrução Normativa nº 51, de setembro de 2002, que além de propor requisitos e parâmetros de qualidade do leite, propõe mudanças no sistema de armazenamento e coleta de leite nas fazendas, mantendo o leite armazenado sob refrigeração a 4°C por 48 horas, em tanques de expansão. A legislação determina, ainda, que o tempo transcorrido entre a ordenha inicial e a sua recepção no estabelecimento processador deve ser de, no máximo, 48 horas, independente do tipo de leite (MAPA, 2002).

O consumidor moderno opta, cada vez mais, por produtos de qualidade e a indústria, buscando adequar-se a esta nova tendência, tem procurado bonificar o produtor pela qualidade do leite. Neste contexto, está inserido o leite com maior teor de sólidos totais. Há uma relação direta entre o rendimento industrial e a proporção de sólidos do leite. A maior quantidade de gordura do leite determina maior produção de manteiga, queijos, requeijões, cremes e sorvetes, entre outros produtos. Da mesma forma, maior teor de proteína permite maior produção de caseína, albumina e

globulina, utilizadas como base de medicamentos, e alguns tipos de queijos, ricota e leite em pó (MATTOS & PEDROSO, 2005).

Austrália, Nova Zelândia e EUA dedicam-se, há muito tempo, às exportações e contam com três fatores indispensáveis: tecnologia, qualidade e leite com maior teor de sólidos totais. A importância dos sólidos é indiscutível, uma vez que determinam rendimento industrial. A diminuição de 0,5 unidade percentual de sólidos totais pode causar a perda de até cinco toneladas de leite em pó para cada milhão de litros de leite processados (ASSIS et al., 2005).

Seguindo o exemplo destes países, atualmente, no Brasil, há indústrias de laticínios que remuneram o produtor pelo leite com maior conteúdo de sólidos totais, em especial gordura e proteína. Algumas das principais empresas de laticínios do país (Dairy Partners Americas - DPA, Itambé e Danone), que representam 17,63 % da captação do leite inspecionado, já incluem em suas planilhas de pagamento a bonificação ou penalização pelos teores de gordura e proteína do leite. Entre estas, o preço final apresenta um redutor, quando o leite fornecido contém menos de 2,9 % de proteína bruta, e um adicional quando é maior que 3,0 %. Para gordura, o redutor e o adicional são abaixo ou acima de 3,0 e 3,2 %, respectivamente. Vale destacar que o pagamento por proteína representa, aproximadamente, duas vezes o adicional por gordura (BRASIL, 2002).

Assim, tem crescido, no país, o interesse pelo conhecimento dos fatores que influenciam a composição final do leite, incluindo genética, meio ambiente, estágio de lactação, paridade e nutrição da vaca (MATTOS & PEDROSO, 2005).

Na maioria dos trabalhos em que se avaliou o efeito da nutrição sobre os teores de sólidos do leite, os objetivos foram centrados sobre a relação volumoso:concentrado, o montante e a fonte de proteína da dieta, bem como a quantidade e a fonte de gordura da dieta (JENKING & McGUIRE, 2006). Contudo, à quantidade e à fonte de proteína na dieta estão associados efeitos modestos nos teores de proteína do leite, com respostas que não ultrapassam 0,02 unidade percentual para cada

unidade de proteína na dieta (EMERY, 1978; DePETERS & CANT, 1992; BEQUETTE et al., 1998; SANTOS et al., 1998; JENKING & McGUIRE, 2006).

O teor de gordura é mais sensível à manipulação da dieta do que o teor de proteína do leite. A menor amplitude de variação e os fatores básicos que afetam a síntese de proteína do leite não são bem conhecidos, como os relativos à síntese de gordura do leite (SUTTON, 1989). O teor e a composição da gordura do leite são influenciados por vários fatores inter-relacionados: a relação volumoso:concentrado; a quantidade e a qualidade da fibra; o local e a taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos, principalmente do amido; e as características dos suplementos gordurosos (ASHES et al., 1997).

Os aminoácidos que chegam ao duodeno para absorção (proteína metabolizável) têm origem na proteína dietética que passa intacta pelo rúmen (proteína não degradável no rúmen), na proteína microbiana produzida no rúmen e na pequena quantidade de proteína de origem endógena. Fornecer PNDR constitui uma das formas para aumentar a disponibilidade de aminoácidos no duodeno; mas, para que estes aminoácidos sejam efetivos no aumento da proteína do leite, não deverá ter comprometimento da proteína degradada no rúmen (PDR), o que diminuiria a síntese de proteína microbiana (SANTOS, 2006). O teor de proteína do leite depende do perfil de aminoácidos da proteína metabolizável disponível no intestino delgado. Sabe-se que 50 % ou mais da proteína metabolizável são compostos pela proteína microbiana, considerada a fonte de maior valor biológico disponível ao ruminante (CHANDLER, 1989). Dessa forma, a maximização da produção de proteína microbiana constitui ponto-chave para maximizar a síntese de proteína do leite.

Em revisão, Santos et al. (1998) relataram os efeitos da substituição parcial ou total do farelo de soja por fontes ricas em PNDR, tendo sido compiladas 29 comparações de 15 ensaios de metabolismo com animais canulados e 127 comparações de 88 ensaios de produção. O resultado final foi que as fontes ricas em PNDR não foram capazes de aumentar o fluxo total de proteína para o intestino. A justificativa dada pelos autores foi que a deficiência de proteína degradável no rúmen

(PDR), em função do aumento da PNDR, em dietas isoprotéicas, causou redução da síntese microbiana.

Em outras revisões, foram relatados efeitos da substituição parcial ou total do farelo de soja por fontes ricas em PNDR, que visaram aumentar a passagem de proteína para o intestino, incrementando apenas os níveis de PNDR. Nessas, o impacto verificado sobre o teor de proteína do leite também foi nulo (EMERY, 1978; WU & HUBER, 1994; BEQUETTE et al., 1998; SANTOS et al., 1998; WRIGHT et al., 1998; DOEPEL et al., 2004; JENKINS & McGUIRE, 2006).

Quando carboidratos rapidamente fermentáveis são adicionados à dieta de vacas lactantes, há melhoria no equilíbrio proteína/energia e pode ocorrer aumento de síntese de proteína microbiana ruminal (REARTE & PIERONI, 2001; BARGO et al., 2003; SCHROEDER et al., 2003), aumentando o fluxo duodenal de proteína (LYNCH et al., 1991, SCHWAB et al., 1992a). Griinari et al. (1997) apontaram que a relação entre o consumo de energia e o teor de proteína do leite pode ser explicada, em parte, pelo maior aporte de aminoácidos ao intestino delgado, como consequência do aumento da produção de proteína microbiana, estimulada pela maior concentração energética da ração. Os efeitos da energia também podem ser associados a mudanças endócrinas que afetam a utilização de aminoácidos pela glândula mamária, como o aumento da concentração de insulina circulante.

Segundo o NRC (2001), o fator nutricional mais importante é a ingestão de alimentos, pois estabelece a quantidade de nutrientes disponíveis em quantidade suficiente para atender os requisitos de manutenção e produção da vaca lactante.

Diante do exposto, desenvolveu-se este trabalho, com o objetivo de avaliar os efeitos de níveis crescentes de concentrado e de proteína não degradada no rúmen (PNDR), mantendo-se fixa a proteína degradada no rúmen, sobre os parâmetros de degradação ruminal, o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, a produção e eficiência dos compostos nitrogenados e a produção e composição do leite.

Referências Bibliográficas

- AARTS, H.F.M.; BIEWINGA, E.E.; VAN KEULEN, H. Dairy farming systems based on efficient nutrient management. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, v.40, p.285–299, 1992.
- ANUALPEC 2009. *Anuário da pecuária brasileira*. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio. 392p.
- ASHES, J.R.; GULATI, S.K.; SCOTT, T.W. Potential to alter milk fat through nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.80, n.9, p.2204-2212, 1997.
- ASSIS, A.G.; STOCK, L.A.; CAMPOS, O.F.; GOMES, A.T.; ZOCCAL, R.; SILVA, M.R. Sistemas de produção de leite no Brasil. Juiz de Fora. Embrapa Gado de Leite. *Circular técnica*, n.85, 6 p., 2005.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S.; DELAHOY, J.E. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal Dairy Science*, v.86, p.1–42, 2003.
- BEQUETTE, B.J; BACKWELL; F.R.C; CROMPTON, L.A. Current concepts of amino acid and protein metabolism in the mammary gland of the lactating ruminant. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.2540-2559, 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 51 de 18 de setembro de 2002. Aprova os regulamentos técnicos de produção. Identidade e qualidade do leite tipo A. Leite tipo B, do leite tipo C, do leite Pasteurizado e do leite cru refrigerado e seu transporte a granel. *Diário Oficial da União*, Brasília, D.F. 2002.
- CHANDLER, P.T. Achievement of optimum amino acid balance possible. *Feedstuffs*, v.61, n.26, p.14-25, 1989.
- DePETERS, E.J.; CANT, J.P. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A review. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.2043–2070, 1992.
- DOEPEL, L.; PACHECO, D.; KENNELLY, J.J.; HANIGAN, M.D.; LO, I.F.; LAPIERRE, H. Milk Protein Synthesis as a Function of Amino Acid Supply. *Journal of Dairy Science*, v.87, p.1279–1297, 2004.
- EMERY, R.S. Feeding for increased milk protein. *Journal of Dairy Science*, v.61, p.825-828, 1978.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT database, 2008. Disponível em <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 05 de junho de 2009.
- FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *Journal of Agricultural Science*, v.109, p.7-12, 1987.
- GOMES, S.T. Diagnóstico e perspectivas da produção de leite no Brasil. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A.S. (Org.). *Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento*. Brasília/Juiz de Fora: MCT/CNPq - EMBRAPA, p. 21-37, 2001.
- GRIINARI, J.M.; McGUIRE, M.A.; DWYER, D.A.; BAUMAN, D.E.; BARBANO, D.M. HOUSE, W.A. The role of insulin in the regulation of milk protein synthesis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.2361–2371, 1997.

- GRIINARIJ. M.; MCGUIRE, M. A.; DWYER, D. A.; BAUMAN, D. E.; BARBANO, D. M.; HOUSE, W. A. The role of insulin in the regulation of milk protein synthesis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.2361–2371, 1997.
- HOF, G.; VERVOORN, M.D.; LENAERS, P.J.; TAMMINGA, S. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.80, p.3333–3340, 1997.
- HRISTOV, A.N.; BRODERICK G.A. Ruminal microbial protein synthesis in cows fed alfalfa silage, alfalfa hay or corn silage and fitted with only ruminal cannulae. *Journal of Dairy Science*, v.79, p.1627–1637, 1996.
- HRISTOV, A.N.; ROPP J.K. Effect of dietary carbohydrate composition and availability on utilization of ruminal ammonia nitrogen for milk protein synthesis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.2416–2427, 2003.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2006. Disponível em www.ibge.gov.br. Acessado em 02 de agosto de 2009.
- JENKINS, T.C; McGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.1302-1310, 2006.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using mild urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.2681–2692, 1998.
- KWAN, K.; COPPOCK C.E.; LAKE G.B.; FETTMAN M.J.; CHASE L.E.; MCDOWELL, R.E. Use of urea by early postpartum Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v.60, p.1706–1724, 1977.
- LENG, R.A.; NOLAN, J.V. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, v.67, p.1072–1089, 1984.
- LYNCH, G.L.; KLUSMEYER T.H.; CAMERON, M.R.; CLARK J.H.; NELSON D.R. Effects of somatotropin and duodenal infusion of amino acids on nutrient passage to duodenum and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.3117–3127, 1991.
- MAPA , Ministério Agricultura pecuária e Abastecimento. *Normativa 51*, 2002.
- MATTOS, W.R.S.; PEDROSO, A.M. Influência da nutrição sobre a composição de sólidos totais no leite. In.: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 2005. p.103-128.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C., (Ed.) NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION. *Proceedings...* American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- NRC – National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- PAQUAY, R., GODEAU, J.M.; DEBAERE, R.; LOUSSE, A. The effects of the protein content of the diet on the performance of lactating cows. *Journal of Dairy Research*, v.40, p.93–103, 1973.
- REARTE D.H.; PIERONI, G.A. Supplementation of temperate pasture. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001. *Proceedings...* 2001. p.679– 689.
- RENNÓ, L.N. *Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois de proteína*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

- RODRIGUES, E.C.; TEIXEIRA, E.C. *Desenho de mecanismo de crédito rural para assegurar o acesso do agricultor familiar à tecnologia: relatório final*. Brasília, DF: Embrapa-SGE, 2006.
- SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. IN: BERCHIELLI, T.T.; ALEXANDRE, V.P.; OLIVEIRA, S. G. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: FAEPE, 2006. p.255-286.
- SANTOS, F.A.P; SANTOS, J.E.P; THEURER, C.B; HUBER, J.T. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: a 12-year literature review. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.3182-3213, 1998.
- SCHROEDER, G.F.; DELAHOY, J.E.; VIDAURRETA, I.; BARGO, F.; GAGLIOSTRO, G.A.; MULLER, L.D. Milk fatty acid composition of dairy cows fed a total mixed ration or grazing pasture and supplemented with concentrates replacing corn grain with fat. *Journal of Dairy Science*, v.86, p. 3237-3248, 2003.
- SCHWAB, C.G.; BOZAK C.K.; WHITEHOUSE N.L.; MESBAH, M.M.A.; Amino acid limitation and flow to duodenum at four stages of lactation. 1. Sequence of lysine and methionine limitation. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.3486–3502, 1992.
- SIDDONS, R.C.; NOLAN, J.V.; BEEVER D.E.; MACRAE J.C. Nitrogen digestion and metabolism in sheep consuming diets containing contrasting forms and levels of N. *British Journal of Nutrition*, v.54, p.175–187, 1985.
- SUTTON, J.D. Altering milk composition by feeding. *Journal of Dairy Science*, v.72, n.10, p.2801-2814, 1989.
- TAMMINGA, S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.345–357, 1992.
- TREVASKIS, L.M.; FULKERSON, W.J. The relationship between various animal and management factors and milk urea, and its association with reproductive performance of dairy cows grazing pasture. *Livestock Production Science*, v.57, p.255–265, 1999.
- WRIGHT, T.C.; MOSCARDINI, S.; LUIMES, P.H.; SUSMEL, P.; McBRIDE, B.W. Effects of rumen-undegradable protein and feed intake on nitrogen balance and milk protein production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.784–793, 1998.
- WU, Z.; HUBER, J.T. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: a review. *Livestock Production Science*, v.39, p.141-155, 1994.

NÍVEIS DE CONCENTRADO E DE PROTEÍNA NÃO DEGRADÁVEL NO RÚMEN NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO

RESUMO - Avaliou-se o efeito de três níveis de concentrado e dois níveis de proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta de vacas leiteiras com produção de 30 kg de leite/dia sobre os parâmetros de degradação ruminal, consumo dos componentes da dieta, digestibilidade, consumo dos componentes digestíveis, metabolismo de compostos nitrogenados, produção e composição do leite. Utilizaram-se 12 vacas da raça Holandesa, distribuídas em dois quadrados latinos 6 x 6, com períodos experimentais de 17 dias. As dietas foram formuladas em esquema fatorial 3 x 2, sendo três níveis de concentrado, 40, 50 e 60 %, e dois níveis de PNDR, 4,0 e 5,4 %, tendo sido fixado o nível de proteína degradável no rúmen (PDR) em 10 %, na base da matéria seca (MS), resultando em seis tratamentos. Foi utilizada como fonte de PNDR a farinha de peixe e como volumoso a silagem de milho. Os resultados foram avaliados por intermédio do procedimento PROC MIXED SAS (SAS, 1999), adotando-se 5 % como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I, sendo as comparações entre médias realizadas usando-se contrastes ortogonais. Não houve interação entre níveis de concentrado e níveis de PNDR sobre a produção e a composição do leite. Os alimentos básicos utilizados na alimentação de ruminantes, farelo de soja e milho moído, tiveram as maiores degradações efetivas da MS, enquanto a farinha de peixe teve baixa degradação ruminal. Observou-se aumento ($P < 0,05$) do consumo de MS (CMS) total à medida que se aumentou o nível de concentrado, não havendo efeito ($P > 0,05$) do aumento de PNDR sobre o CMS total. Houve menor consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp) ($P < 0,05$) e maior consumo de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinza e proteína (CNFcp) ($P < 0,05$), quando se aumentou o nível de concentrado. Ao se aumentar o nível de PNDR, o consumo de CNFcp diminuiu. O consumo de extrato etéreo (CEE) aumentou ($P < 0,05$) tanto em função do aumento de concentrado quanto do aumento de PNDR. Houve redução ($P < 0,05$) dos coeficientes de digestibilidade da MS (CDMS), matéria orgânica (CDMO) e do teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), a partir da suplementação com fontes de PNDR. Não houve efeito ($P > 0,05$) sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EE, proteína bruta e CNFcp, quando se aumentou o nível de concentrado. O NDT aumentou linearmente ($P < 0,05$) com o aumento do nível de concentrado, enquanto houve diminuição do NDT ($P < 0,05$) com o aumento da PNDR na dieta. Quanto ao consumo dos componentes digeridos, observou-se aumento ($P < 0,05$) dos consumos de MS digestível (MSD), MO digestível (MOD) e NDT em função do aumento do nível de concentrado, e redução ($P < 0,05$) dos consumos com o aumento do nível de PNDR. Foi observada interação entre os níveis de concentrado e PNDR para consumo de EED, FDNcpD e CNFcpD. As

excreções urinárias de nitrogênio uréico e alantoína diminuíram ($P < 0,05$) nos tratamentos em que se elevou a PNDR, não havendo efeito do nível de concentrado sobre estas variáveis. Os demais metabólitos, resultantes do metabolismo de compostos nitrogenados, não foram alterados em função dos níveis de concentrado e de PNDR. Observou-se aumento linear ($P < 0,05$) da produção de leite, com o aumento do fornecimento de ração concentrada e com aumento do nível de PNDR. O teor de gordura do leite diminuiu linearmente com o aumento de concentrado na dieta e a adição de PNDR. Contudo, a produção de gordura do leite, em kg/dia, não foi alterada ($P > 0,05$) pelos tratamentos. O teor e a produção de proteína do leite aumentaram ($P < 0,05$) com a elevação dos níveis de concentrado e PNDR, podendo-se verificar variação de 0,16 unidade percentual no teor de proteína do leite. Os teores de lactose e extrato seco total no leite não foram influenciados ($P > 0,05$) pelo aumento do nível de concentrado na dieta. No entanto, houve redução ($P < 0,05$) da porcentagem de extrato seco total, ao se aumentar o nível de PNDR de 4,0 para 5,4 %, não havendo efeito sobre o teor de lactose. O teor de extrato seco desengordurado não foi alterado em função dos tratamentos. A produção de extrato seco total e extrato seco desengordurado foi maior quando se aumentou o nível de concentrado na dieta. Não houve efeito sobre estas variáveis quando do aumento de PNDR. Níveis crescentes de concentrado e PNDR, utilizando como fonte de PNDR a farinha de peixe, com a PDR estabilizada, promovem o aumento da produção de leite de vacas leiteiras de alta produção, diminuem o teor de gordura do leite e aumentam o teor de proteína no leite.

Palavras-chave: alimentação de bovinos, bovino de leite, composição do leite, gado holandês, nutrição de bovinos, produção de leite.

LEVELS OF CONCENTRATE AND RUMEN UNDEGRADABLE PROTEIN IN THE DIET OF LACTATING COWS.

ABSTRACT - The effect of three concentrate levels and two levels of rumen undegradable protein (RUP) in the diet of dairy cows producing 30 kg of milk/day was evaluated on rumen degradation parameters, intake of diet components, digestibility, intake of digestible components, nitrogen compounds metabolism, milk production and composition. Twelve Holstein cows were allotted in two 6 x 6 Latin squares, with 17 days experimental periods. The diets were formulated in a 3 x 2 factorial arrangement, using three concentrate levels, 40, 50 and 60 %, and two RUP levels, 4.0 and 5.4 %, with fixed 10 % rumen degradable protein (RDP) level, on dry matter (DM) basis, resulting in six treatments. Fish meal was used as RUP source and corn silage as roughage. The results were evaluated using SAS PROC MIXED (SAS, 1999), adopting 5 % as the critical level of probability for type I error, with the comparisons among means performed using orthogonal contrasts. There was no interaction between concentrate levels and RUP levels on milk production and composition. The ordinary feedstuffs used in ruminant feeding, soybean meal and ground corn, had the greatest DM effective degradation, while fish meal had low ruminal degradation. It was observed total DM intake (DMI) increase ($P < 0.05$) as the concentrate level was increased, with no effect ($P > 0.05$) of RUP increase on total DMI. There was a lower intake of neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFap) ($P < 0.05$) and greater intake of non-fiber carbohydrates corrected for ash and protein (NFCap) ($P < 0.05$), when the concentrate level was increased. Increasing the level of RUP, the NFCap intake decreased. The ether extract intake (EEI) was increased ($P < 0.05$) both by the concentrate increase as by the RUP increase. There was a reduction ($P < 0.05$) of the DM digestibility coefficients (DMDC), organic matter (OMDC) and total digestible nutrients (TDN) content, with supplemental RUP sources. There was no effect ($P > 0.05$) on the digestibility coefficients of DM, OM, EE, crude protein and NFCap, when the concentrate level was increased. The TDN increased linearly ($P < 0.05$) with the concentrate level increase, while there was a decrease of TDN ($P < 0.05$) with increasing RUP in the diet. Regarding the intake of digested components, there was an increase ($P < 0.05$) of digestible DM (DDM), digestible OM (DOM) and TDN intakes with the increase of concentrate level and reduction ($P < 0.05$) of intake with RUP increase. It was observed an interaction between levels of concentrate and RUP for DEE, DNDFap and DNFCap intake. The urinary excretion of urea nitrogen and allantoin decreased ($P < 0.05$) in treatments in which the RUP was increased, with no effect of the concentrate level on these variables. The other metabolites resulting from the metabolism of nitrogen compounds were not changed according to the level of concentrate and RUP. Linear increase ($P < 0.05$) was observed on milk production, increasing concentrate ration supply and RUP level. Milk fat level reduced linearly

with the increase of concentrate in the diet and the addition of RUP. However, milk fat production, in kg/day, was not altered ($P>0.05$) by treatments. The content and production of milk protein increased ($P<0.05$) with increase of concentrate level and RUP, verifying variation of 0.16 percent unit in milk protein level. Milk lactose and total solids levels were not influenced ($P>0.05$) by increasing levels of concentrate in the diet. However, when diet RUP level was increased from 4.0 to 5.4 %, total solids level was reduced ($P<0.05$), with no effect on lactose content. The content of defatted total solids was not altered by the treatments. Total and defatted total solids production was greater when the diet concentrate level was increased. There was no effect on these variables with RUP increase. Increasing levels of concentrate and RUP, using fish meal as RUP source, with stabilized RDP, promote increased milk production of high production dairy cows, reduced milk fat content and increased milk protein content.

Key words: cattle feeding, dairy cattle, milk composition, Holstein cattle, cattle nutrition, milk production

Introdução

Alterações estruturais durante a última década, como o aumento da produção e redução dos preços corrigidos do litro de leite, e a preocupação com a segurança alimentar diante da expansão dos mercados interno e externo, aliados à recente normatização da produção de leite no país (Instrução Normativa Nº 51/2002), são fatores que têm estimulado as indústrias de laticínios a terem maior rigor na seleção da matéria-prima e a implantarem programas de pagamento de leite por qualidade (microbiológica e composição), em detrimento aos antigos modelos com base no pagamento por volume de leite (RODRIGUES, 2006).

As justificativas básicas para manipular a composição do leite incluem a melhoria na fabricação e transformação de leite em produtos lácteos, havendo relação direta entre o rendimento industrial e a proporção de sólidos do leite. A maior quantidade de gordura do leite determina maior rendimento de manteiga, queijos, requeijões, cremes e sorvetes, entre outros produtos. Da mesma forma, maior teor de proteína permite maior produção de caseína, albumina e globulina, utilizadas como base de medicamentos, queijos, ricota e leite em pó (MATTOS & PEDROSO, 2005).

Embora a composição do leite tenha alta herdabilidade genética (MADALENA, 2000), outros fatores influenciam a composição final do leite, além do fator genético, como meio ambiente, estágio de lactação, ordem de lactação, manejo durante ordenha, entre outros (GONZÁLEZ, 2001). Embora todos estes fatores atuem em combinação para determinar a composição final do leite, (MATTOS & PEDROSO, 2005), a nutrição constitui-se na principal ferramenta para que os produtores de leite possam alterá-la a curto prazo, a fim de atender à demanda da indústria e agregar valor ao produto. Neste contexto, ao longo dos anos, diversas revisões foram feitas detalhando-se o potencial para se modificar a composição do leite por intermédio da nutrição (SUTTON, 1989, DePETERS & CANT, 1992, ASHES et al., 1997, BEQUETTE et al., 1998; SANTOS et al., 1998; JENKING & McGUIRE, 2006).

Diante do exposto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar os efeitos de diferentes níveis de concentrado e proteína não degradada no rúmen (PNDR), tendo sido fixado o nível de PDR, sobre a

produção e composição do leite, parâmetros de degradação ruminal, consumo voluntário digestibilidade e metabolismo de compostos nitrogenados.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, no período de maio a agosto de 2007.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas de posição 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste, com altitude média de 657 m. O clima é do tipo tropical de altitude, com chuvas durante o verão, tendo pluviosidade média anual de 1227 mm e temperatura média anual em torno de 19°C, com variações entre 14°C (média das mínimas) e 26°C (média das máximas) (Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2009).

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa malhada de preto e branco, puras por cruza, com produção de leite inicial média de 30,0±4,0 kg/dia, lactação entre 90 e 105 dias, sendo que todas as vacas apresentaram, no final do experimento, menos de 150 dias de gestação.

Os animais foram mantidos em regime de confinamento, alojados em baias individuais cobertas, tipo *Tie Stall*, com piso de concreto revestido de borracha, de 3 x 3 m de área, e dotadas de comedouros de alvenaria e bebedouros individuais automáticos, permitindo o livre acesso à água.

No sétimo dia de adaptação e no final de cada período experimental foram feitas pesagens individuais dos animais. O peso dos animais corresponde às médias de duas pesagens, feitas antes do fornecimento da alimentação e após a ordenha.

A alimentação foi fornecida *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 horas, na forma de mistura completa (volumoso misturado ao concentrado). Teve-se sempre o cuidado de fornecer a dieta de modo que as sobras deixadas no cocho ficassem entre 5 e 10 % do ofertado. A mistura de

microminerais foi balanceada para atender 100 % das exigências nutricionais, segundo o NRC (2001).

Os animais foram distribuídos em dois quadrados latinos balanceados 6 x 6, constituídos de seis períodos, com duração de 17 dias cada, sendo os dez primeiros dias utilizados para adaptação dos animais às dietas e os sete dias subsequentes para coleta de dados e avaliações. As dietas foram arranjadas em esquema fatorial 3 x 2, sendo três níveis de concentrado, 40, 50 e 60 %, e dois níveis de PNDR, 4,0 e 5,4 %, tendo sido fixado o nível de PDR em 10 %, com base na matéria seca, resultando em seis tratamentos (Tabela 2). Foi utilizada como fonte de PNDR a farinha de peixe e o volumoso utilizado foi a silagem de milho. As dietas sem adição de farinha de peixe foram formuladas baseando-se nas exigências nutricionais de uma vaca com 600 kg de peso corporal, produzindo, diariamente, 30 kg de leite aos 90 dias de lactação, com 3,5 % de gordura e 3,2 % de proteína, segundo o NRC (2001).

A composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais encontram-se na Tabela 1. A proporção dos ingredientes das dietas e a composição química das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 2.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia, às 6:00 e as 15:00 horas, fazendo-se o registro da produção de leite. Através de dispositivo acoplado à ordenhadora, foi coletada amostra de leite, aproximadamente 300 mL, no 14º e no 15º dias de cada período experimental, nas ordenhas da manhã e da tarde, fazendo-se uma amostra composta para cada dia de coleta, que foi acondicionada em frasco de polietileno com conservante (Bronopol®), mantida entre 2 e 6°C, e encaminhada ao Laboratório de Análises de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora - MG, para fins de análise dos teores de lactose, gordura, extrato seco total e extrato seco desengordurado do leite, segundo métodos descritos pelo International Dairy Federation (1996). Uma segunda alíquota foi analisada quanto ao teor de proteína bruta (N total x 6,38; Silva & Queiroz, 2002); a terceira alíquota foi desproteïnizada com

ácido tricloroacético (10 mL de leite misturados com 5 mL de ácido tricloroacético a 25 %), filtrada em papel-filtro, armazenando-se o filtrado a -15°C, para posteriores análises de alantoína e uréia.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Item	Silagem de milho	Farelo de soja	Milho grão	Farinha de peixe	Uréia/SA
			(% da MS)		
Matéria seca	30,89	88,56	88,23	88,75	97,53
Matéria orgânica ¹	96,04	96,11	97,09	81,68	99,83
Proteína bruta ¹	6,51	51,70	8,50	62,36	265,00
Proteína degradada no rúmen ¹	4,23	33,40	5,50	22,29	265,00
Proteína não degradada no rúmen ¹	2,28	18,30	3,00	40,07	-
Extrato etéreo ¹	2,52	2,77	3,74	3,84	-
Fibra em detergente neutro ¹	54,35	17,16	14,24	14,86	-
Fibra em detergente neutro isenta de cinzas e proteína ¹	49,50	14,81	10,33	8,13	-
Fibra em detergente ácido ¹	33,21	10,88	3,84	-	-
Fibra em detergente neutro indigestível ^{1,2}	19,80	1,64	1,97	1,05	-
Fibra em detergente ácido indigestível ^{1,2}	14,36	0,54	0,65	1,20	-
Carboidratos não fibrosos ¹	37,51	26,83	74,52	15,48	-

¹ % da MS; ² Obtido por inclubação *in situ* por 264 horas.

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.

Diariamente, foi efetuada pesagem da quantidade de volumoso e concentrado a ser fornecida, para quantificação do consumo voluntário. No período de coleta, foram retiradas amostras de volumoso, concentrado e sobras, sendo estas agrupadas, de forma proporcional, constituindo-se em amostras compostas por animal. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a -20°C. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa com ventilação forçada (60°C). Após serem retiradas da estufa, foram moídas em moinho (Wiley, modelo 3, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA) com peneira dotada de crivos de 1 mm, para análise química, e 2 mm para incubação ruminal *in situ*.

Tabela 2 - Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais

Ingrediente	40 % de conc		50 % de conc		60 % de conc	
	PNDR		PNDR		PNDR	
	4,0 %	5,4 %	4,0 %	5,4 %	4,0 %	5,4 %
Proporção dos ingredientes (% da MS)						
Silagem de milho	60,00	60,00	50,00	50,00	40,00	40,00
Milho	26,80	24,60	37,20	34,90	47,60	45,30
Farelo de soja (FS)	10,00	7,20	9,60	6,90	9,20	6,50
Farinha de peixe	-	5,00	-	5,00	-	5,00
Uréia/sulfato de amônia	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Bicarbonato de sódio	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Minerais ¹	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Proporção dos ingredientes no concentrado (% da MS)						
Milho	67,00	61,50	74,40	69,80	79,33	75,50
Farelo de soja (FS)	25,00	18,00	19,20	13,80	15,33	10,83
Farinha de peixe	-	12,50	-	10,00	-	8,33
Uréia/sulfato de amônia	2,50	2,50	2,00	2,00	1,66	1,66
Bicarbonato de sódio	1,75	1,75	1,40	1,40	1,18	1,18
Minerais ¹	3,75	3,75	3,00	3,00	2,50	2,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição química (% da MS)						
Matéria seca	53,40	53,41	59,07	59,08	64,74	64,75
Matéria orgânica ²	94,25	93,50	94,36	93,61	94,47	93,72
Proteína bruta ²	14,13	15,48	14,11	15,50	14,10	15,45
Proteína degradada no rúmen ²	10,13	10,08	10,11	10,10	10,10	10,05
Proteína não degradada no rúmen ²	4,00	5,40	4,00	5,40	4,00	5,40
Extrato etéreo ²	2,79	2,82	2,91	2,94	3,03	3,06
Fibra em detergente neutro ²	38,13	38,08	34,10	34,05	30,08	30,04
Fibra em detergente neutro isenta de cinzas e proteína ²	33,94	33,70	30,01	29,77	26,07	25,83
Fibra em detergente ácido ²	22,02	21,94	18,32	18,29	16,10	16,08
Fibra em detergente neutro indigestível ^{2,3}	12,56	12,52	10,78	10,74	9,00	8,96
Fibra em detergente ácido indigestível ^{2,3}	8,83	8,86	7,47	7,49	6,09	6,12
Carboidratos não fibrosos	44,97	43,08	48,91	46,98	52,85	50,96
Nutrientes digestíveis totais ²	67,44	67,18	69,56	69,29	71,67	71,40

¹ Composição do suplemento mineral: Ca – 16,81 %; P – 4,20 %; S – 2,29 %; Na – 11,56 %; Cl – 8,06 %; Mg – 2,67 %; Co – 38,2 ppm; Cu – 343,83 ppm; I – 30,58 ppm; Fé 578,94 ppm; Mn – 1146,15 ppm; ² % da MS; ³ Obtido por incubação *in situ* por 264 horas.

Nas amostras compostas dos alimentos fornecidos, sobras e fezes, quantificaram-se os teores de matéria seca (MS) (método 934.01; AOAC, 1990), matéria orgânica (MO) (método 924.05; AOAC, 1990) e extrato etéreo (EE), determinado por gravimetria, após extração usando éter de petróleo em aparelho Soxhlet (método 920.85; AOAC, 1990). Para obtenção da proteína bruta (PB), utilizou-se a técnica de micro-Kjeldahl (método 920.87; AOAC, 1990), obtida pelo produto entre o

teor de nitrogênio total e o fator 6,25. E. ainda, foi determinada a fibra em detergente ácido (FDA) (método 973.18; AOAC, 1990).

Para análises de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa-amilase termo-estável, sem o uso de sulfito de sódio, e corrigidas para cinzas residuais (Mertens, 2002). A correção da FDN e FDA para os compostos nitrogenados e a estimação dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foram feitos conforme Licitra et al. (1996).

A partir 12º dia de cada período experimental, foram coletadas amostras fecais dos animais, diretamente da ampola retal, em intervalos de 22 horas, iniciando-se às 16 horas do 13º dia, e terminando às 8 horas do 17º dia. Ao final de cada coleta, as fezes foram recolhidas e armazenadas a -20°C, para posteriores análises químicas.

A partir das amostras diárias de fezes, foram elaboradas amostras compostas de fezes, relativas aos cinco dias de coleta, proporcionais à excreção diária de matéria pré-seca fecal. As amostras de fezes foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, a 60°C, por 72 h, processadas em moinho de facas (1 mm), sendo acondicionadas em recipientes plásticos e submetidas às análises.

Para estimar o consumo de ração concentrada, foi utilizado o óxido de cromo como indicador externo, sendo misturado à ração concentrada para cada vaca, imediatamente antes das refeições, na proporção média de 1 g/kg de concentrado. O consumo de matéria seca da ração concentrada (CMS_{con}) foi estimado segundo a equação: $CMS_{con} = (EF * [Cr]_{fecal}) / [Cr]_{concentrado}$, em que: EF = excreção de MS fecal (kg/dia); $[Cr]_{fecal}$ = concentração de cromo nas fezes (g/kg) e $[Cr]_{concentrado}$ = concentração de cromo na ração concentrada (g/kg). As análises de óxido de cromo nas amostras de fezes foram realizadas com a técnica descrita por Kimura & Muller (1967), utilizando digestão nitroperclórica, em espectrofotômetro de absorção atômica.

Para determinação da excreção fecal, foi utilizada a fibra insolúvel em detergente neutro

indigestível (FDNi) como indicador interno, obtida após 264 horas de incubação *in situ* dos alimentos fornecidos, sobras e fezes, utilizando sacos Ankon[®] (filter bag F57; Casali et al., 2008). Os sacos contendo as amostras, após retirados do animal, foram lavados em água corrente, procedendo-se, em seguida, a análise do teor de FDN (Mertens, 2002).

Os teores de PDR e PNDR das dietas foram calculados utilizando-se a degradabilidade efetiva, determinada para cada um dos ingredientes dietéticos (farelo de soja, farinha de peixe, fubá de milho e silagem de milho), conforme método descrito a seguir:

Amostras de 5 gramas de silagem (pré-seca em estufa a 65°C), fubá de milho, farelo de soja e farinha de peixe foram moídas em moinho de facas tipo Willey, com peneiras com crivos de 2 mm, e colocadas em sacos de náilon de 10 x 20 cm, com porosidade de 56 µ, para determinação da degradabilidade ruminal da MS e da PB.

Foram utilizados dois animais fistulados, alimentados com a mesma dieta fornecida durante o último período experimental, sendo utilizados dois sacos para cada alimento, tempo de incubação e animal. A silagem de milho foi incubada nos tempos de 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 240 h e os alimentos concentrados nos tempos de 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 e 96 h. Utilizou-se esquema de incubação seqüencial e remoção simultânea. Decorrido o tempo de incubação, os sacos foram lavados em água e levados à estufa a 65°C por 72 horas, sendo posteriormente avaliados os teores de MS e PB dos resíduos da incubação.

Os parâmetros da dinâmica de degradação foram estimados pela equação preconizada por Ørskov & McDonald (1979):

$$y = A + B \times (1 - e^{-kd \cdot t})$$

em que a= fração solúvel; b= fração insolúvel potencialmente degradável; kd= taxa de degradação de b e t= variável independente tempo. A degradação efetiva foi estimada pela equação:

$$DegradaçãoEfetiva = a + b * kd \left(\frac{kd}{kd + kp} \right)$$

sendo k_p = taxa de passagem do alimento pelo rúmen.

A taxa de passagem (k_p) foi calculada de acordo com o NRC (2001), usando as seguintes equações: k_p para silagem de milho = $3,054 + 0,614 \cdot \text{CMS}$; k_p para os alimentos concentrados = $2,904 + 1,375 \cdot \text{CMS} - 0,20 \cdot \% \text{ do concentrado na dieta}$, em que: CMS = consumo de matéria seca, expresso em % do peso corporal observado. O consumo de proteína bruta degradada no rúmen foi calculado pelo produto do consumo de MS e o teor de PDR da dieta.

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

As análises de alantoína na urina (ALU) e no leite (ALL) foram feitas pelo método colorimétrico, descrito por Chen & Gomes (1992). As análises de uréia foram realizadas por meio de sistema enzimático-colorimétrico, pelo método urease (Urea CE Ref. 27, Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil). As análises de ácido úrico na urina foram realizadas por meio do método enzimático-Trinder, (Ácido úrico Liquiform Ref. 73, Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil). As quantificações de creatinina na urina foram realizadas por meio do método de ponto final com picrato e acidificante (Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil).

Para estimação da produção de proteína microbiana, foi utilizada a excreção urinária de derivados de purinas como indicador microbiano. A coleta *spot* de urina foi feita durante micção espontânea, aproximadamente quatro horas após a alimentação matinal, no 21^o dia de experimento.

Da urina coletada, após homogeneização e filtragem, foram colhidas alíquotas de 10 mL, que foram diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036 N, conforme descrito por Valadares et al. (1999), para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e a precipitação de ácido úrico. Uma amostra de urina pura foi armazenada para quantificação dos compostos nitrogenados totais, uréia, creatinina, ácido úrico e alantoína.

O volume urinário total diário foi estimado dividindo-se a excreção urinária diária de creatinina pelos valores observados de concentração de creatinina na urina, segundo Valadares Filho & Valadares (2001). A excreção urinária diária de creatinina utilizada foi de 24,05 mg/kg de peso vivo (Chizzotti, 2004).

A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina e da quantidade de alantoína excretada no leite.

As purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/dia), por intermédio da equação $Y = 0,85X + 0,385 PC^{0,75}$, em que 0,85 representa a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas urinários e 0,385 $PC^{0,75}$ a contribuição endógena para a excreção de purina (Verbic et al., 1990). O fluxo intestinal de compostos nitrogenados (N) microbianos (Y, g N/dia) foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação $Y = (70X)/(0,83 \times 0,116 \times 1000)$, em que 70 representa o N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-RNA:NTotal nas bactérias (CHEN & GOMES, 1992).

Como indicadores de eficiência de utilização de compostos nitrogenados (N) foram utilizados: a eficiência de conversão do N ingerido em N microbiano ruminal (ECNi) = síntese de N microbiano ruminal (em g/dia), consumo de N total (em g/dia); a eficiência de conservação do N dietético degradado no rúmen em N microbiano ruminal (ECNd) = síntese de N microbiano ruminal (em g/dia), consumo de N degradado no rúmen (em g/dia); o índice de nitrogênio purínico (INP) = excreção urinária de N dos derivados de purina (em g/dia), diluída pela excreção urinária de N-total na urina, em g/dia (CHEN et al., 1999); e a eficiência de conservação do N dietético em nitrogênio secretado no leite (EUNleite) = nitrogênio total secretado no leite (em g/dia), dividido pelo consumo de N total (em g/dia).

Amostras de sangue foram coletadas no 17º dia, por punção da veia coccígea, utilizando 10 mL em tubos Vacutainer (Becton Dickinson, Franklin Lake, NJ), contendo como anticoagulante a

heparina. Imediatamente após coleta, as amostras de sangue foram conservadas em isopor com gelo e levadas para laboratório para serem centrifugadas a 5.000 rpm por 15 minutos em aparelho com especificação (Rotana 460 R, Hettich Zentrifugan, Tuttlingen, Alemanha), sendo então retiradas amostras de plasma, acondicionadas em recipientes de vidro e congeladas a -15°C, para posteriores análises de uréia.

Os resultados foram avaliados por intermédio do procedimento PROC MIXED (SAS, 1999), adotando-se nível de PNDR e concentrado como efeitos fixos, e efeitos de quadrado latino, animal associado a quadrado latino e período como efeitos aleatórios. O valor de 5 % foi utilizado como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I, sendo que as comparações entre as médias ajustadas foram feitas pelo teste de Tukey.

Resultados

Na Tabela 3, encontram-se as estimativas dos parâmetros de degradação ruminal *in situ* da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos alimentos usados nas dietas experimentais. Os alimentos básicos utilizados na alimentação de ruminantes, farelo de soja (FS) e milho moído (MI), apresentaram maiores degradações efetivas da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) do que a farinha de peixe (FP). Os valores da fração efetivamente degradada no rúmen da MS e PB de cada alimento foram semelhantes aos compilados nas Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos (VALADARES FILHO et al., 2006).

Tabela 3 - Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b) e taxa de degradação (kd) da matéria seca e da proteína bruta, obtidas para os alimentos utilizados no experimento e estimadas pelas Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos

Alimento	Parâmetros	Dados experimentais		Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos			
		Valor	DE ¹ (%)	Valor	N	Desvio Padrão	DE ¹ (%)
Degradação da matéria seca							
Farelo de soja	a, (%)	35,89		32,14	34	5,69	
	b, (%)	63,37	70,46	67,35	35	5,04	74,36
	kd, (% h ⁻¹)	0,060		0,084	37	0,047	
Milho	a, (%)	23,51		20,98	16	3,40	
	b, (%)	62,55	56,83	73,68	4	2,89	54,18
	kd, (% h ⁻¹)	0,057		0,041	31	0,028	
Farinha de peixe	a, (%)	21,09		24,53	5	3,99	
	b, (%)	56,06	44,93	30,84	3	3,90	31,28
	kd, (% h ⁻¹)	0,037		0,014	5	0,021	
Silagem de milho	a, (%)	24,65		22,70	8	3,46	
	b, (%)	54,71	39,72	52,28	12	3,85	40,59
	kd, (% h ⁻¹)	0,019		0,026	24	0,012	
Degradação da proteína bruta							
Farelo de soja	a, (%)	22,10		18,26	23	4,68	
	b, (%)	82,00	67,16	85,51	22	6,24	73,66
	kd, (% h ⁻¹)	0,061		0,092	31	0,032	
Milho	a, (%)	23,51		25,40	18	2,66	
	b, (%)	77,61	40,49	72,13	12	8,93	55,59
	kd, (% h ⁻¹)	0,014		0,036	24	0,020	
Farinha de peixe	a, (%)	32,12		31,45	6	5,41	
	b, (%)	14,14	36,96	29,32	4	4,67	38,89
	kd, (% h ⁻¹)	0,026		0,017	6	0,016	
Silagem de milho	a, (%)	49,69		63,53	6	1,47	
	b, (%)	35,30	84,03	35,54	8	1,80	77,13
	kd, (% h ⁻¹)	0,027		0,031	10	0,027	

¹Fração a = fração solúvel; fração b = fração insolúvel potencialmente degradável; kd = taxa de degradação da fração b; DE = fração efetivamente degradada, adotando-se valor de taxa de passagem (kp) de 0,03720/h para silagem de milho e 0,06638/h para os alimentos concentrados, segundo equações sugeridas pelo NRC (2001).

Observou-se aumento ($P < 0,05$) do consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria seca do concentrado (CMSc) e consumo de matéria orgânica (CMO) à medida que se aumentou o nível de concentrado (Tabela 4), o mesmo acontecendo com o consumo de MS em relação ao peso corporal. O consumo de matéria seca do volumoso (CMSv) diminuiu linearmente ($P < 0,05$) com o aumento do nível de concentrado. O CMS, CMSc, CMSv e CMO não foram afetados ($P > 0,05$) pelos níveis de PNDR.

Não houve alteração nos consumos de PB e de PDR ($P > 0,05$) ao se elevar os níveis de concentrado e PNDR na dieta. Os efeitos da dieta no consumo de proteína não degradada no rúmen (CPNDR) ficaram restritos à elevação dos níveis de PNDR, não havendo efeito ($P > 0,05$) do nível de concentrado no que se refere ao CPNDR. Observou-se elevação significativa do consumo de extrato etéreo (CEE) em função do aumento do nível de concentrado e à medida que se elevou a porcentagem de PNDR na dieta ($P < 0,05$). O consumo de fibra em detergente neutro corrigida para o conteúdo de cinzas e proteína (FDN_{cp}), expresso em kg/dia, foi reduzido linearmente ($P < 0,05$) com o incremento do nível de concentrado na dieta, não havendo efeito no consumo de FDN_{cp} ($P > 0,05$) quando se elevou a PNDR.

O consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) e o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) foram elevados ($P < 0,05$) à medida que houve aumento do nível de concentrado, havendo diminuição ($P < 0,05$) no consumo de CMS, CCNF e CNDT em relação ao peso vivo ao se elevar o nível de PNDR.

Tabela 4- Consumos médios diários dos constituintes, em função dos níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta

Item	Nível de concentrado (NC)			PNDR		Efeito (valor-P)				EPM
	40 %	50 %	60 %	4,0 %	5,4 %	NC		PNDR	NC x PNDR	
						L	Q			
	(kg/dia)									
CMS	18,50	19,92	20,60	20,20	19,15	<0,01	0,573	0,099	0,649	0,379
CMSc	7,92	10,79	12,20	10,80	9,81	<0,01	0,781	0,183	0,635	0,236
CMSv	10,58	9,13	8,40	9,40	9,34	<0,01	0,191	0,827	0,065	0,231
CMO	17,57	18,90	19,59	19,21	18,16	<0,01	0,573	0,099	0,649	0,360
CPB	2,94	3,11	3,15	3,00	3,14	0,217	0,735	0,3043	0,750	0,068
CPDR	1,87	2,00	2,08	2,04	1,93	0,217	0,735	0,292	0,563	0,021
CPNDR	1,07	1,11	1,07	0,96	1,21	0,217	0,626	<0,01	0,632	0,150
CEE	0,44	0,47	0,65	0,48	0,55	<0,01	0,056	<0,01	0,089	0,016
CFDNcp	6,65	5,57	5,47	5,92	5,87	<0,01	0,068	0,729	0,247	0,146
CCNFcp	7,50	9,74	10,30	9,79	8,57	<0,01	0,067	<0,01	0,144	0,244
CNDT	12,06	13,27	14,21	13,72	12,64	<0,01	0,619	<0,01	0,493	0,272
	(% do peso corporal)									
CMS	3,17	3,40	3,58	3,51	3,26	<0,01	0,874	0,059	0,607	0,410

CMS = consumo de matéria seca; CMSc = consumo de matéria seca de concentrado; CMSv = consumo de matéria seca de volumoso; CMO = consumo matéria orgânica; CPB = consumo de proteína bruta; CEE = consumo extrato etéreo, base da MS.

Na Tabela 5 são apresentados os coeficientes de digestibilidade total (CD) e o teor de NDT das dietas em função dos níveis de concentrado e de proteína não degradada no rúmen. Os coeficientes de digestibilidade da MS (CDMS), MO (CDMO), PB (CDPB), EE (CDEE) e CNF (CDCNF) não foram influenciados ($P>0,05$) pelo aumento do nível de concentrado na dieta, embora tenha havido aumento do NDT ($P<0,05$) à medida que se adicionou concentrado à dieta.

Os coeficientes de digestibilidade da MS e MO diminuiram ($P<0,05$) com o aumento do nível de PNDR na dieta, o mesmo acontecendo com o NDT. Comportamento inverso aconteceu com o CDEE, que aumentou ($P<0,05$) ao se elevar o nível de PNDR.

Houve interação dos diferentes níveis de concentrado e diferentes níveis de PNDR sobre o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDNcp) (Tabela 6). O efeito da interação causou diminuição da digestibilidade da fibra nos níveis de 40 e 50 % de concentrado.

Tabela 5- Coeficientes de digestibilidade total e teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidos para as dietas, em função dos níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta

Item	Nível de concentrado (NC)			PNDR		Efeito (valor-P)			EPM	
						NC		PNDR		NCxPNDR
	40 %	50 %	60 %	4,0 %	5,4 %	L	Q			
(% MS)										
CDMS	64,00	66,07	66,67	66,72	64,44	0,162	0,264	0,031	0,920	0,005
CDMO	64,47	67,28	68,47	68,17	65,98	0,099	0,456	0,042	0,861	0,005
CDPB	69,06	70,85	70,51	70,27	70,02	0,452	0,524	0,875	0,935	0,006
CDEE	74,34	74,84	79,05	73,47	78,68	0,063	0,574	<0,01	0,188	0,010
CDCNFcp	79,51	81,88	82,74	81,78	80,97	0,063	0,527	0,470	0,189	0,006
NDT	65,05	66,72	69,01	67,79	66,06	<0,01	0,352	0,040	0,090	0,490

CDMS = coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDMO = coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica; CDPB = coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDEE = coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; CDCNFcp; coeficiente de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; NDT = nutrientes digestíveis totais, base da MS.

Tabela 6 - Digestibilidade da FDNcp obtida para as dietas, em função dos níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta

Item	40 % concentrado		50 % concentrado		60 % concentrado	
	Nível de PNDR (% MS)					
	4,0	5,4	4,0	5,4	4,0	5,4
CDFDNcp (% MS)	52,03a	47,30b	45,75a	36,75b	41,40a	41,23a

CDFDNcp = coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas. Base da MS.

Na Tabela 7, são apresentados os consumos dos nutrientes digeridos em função dos níveis de concentrado e de PNDR da dieta, enquanto na Tabela 8 são apresentados os nutrientes digeridos que sofreram efeito de interação entre os níveis de concentrado e PNDR. Os consumos de MSD, MOD e NDT aumentaram ($P < 0,05$) à medida que se aumentou a proporção de concentrado da dieta. Efeito contrário ocorreu quando se elevou o nível de PNDR, ou seja, houve diminuição ($P < 0,05$) dos consumos de MSD, MOD e NDT. Quanto ao CPBD, não se observou efeito dos níveis de concentrado e de PNDR.

Tabela 7- Consumo de componentes digeridos, em função dos níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta

Item	Nível de concentrado (NC)			PNDR		Efeito (valor-P)			EPM	
						NC		PNDR		NCx PNDR
	40 %	50 %	60 %	4,0 %	5,4 %	L	Q			
	(kg/dia)									
CMSD	11,88	13,17	13,72	13,50	12,35	<0,01	0,371	<0,01	0,555	0,265
CMOD	11,47	12,70	13,40	13,10	11,95	<0,01	0,492	<0,01	0,500	0,260
CPBD	2,07	2,22	2,27	2,13	2,24	0,199	0,593	0,427	0,732	0,056
CNDT	12,06	13,27	14,21	13,72	12,64	<0,01	0,619	<0,01	0,493	0,272

CMSD = consumo de matéria seca digestível; CMOD = consumo matéria orgânica digestível; CPBD = consumo de proteína bruta digestível; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais. Base da MS.

Foi observada, neste experimento, interação entre os níveis de concentrado e PNDR para CEED, CFDNcpD e CCNFcpD (Tabela 8). Para o CEED, o comportamento foi diferente dentro de cada nível de concentrado, havendo aumento ($P<0,05$) do consumo de EED, ao se aumentar o nível de PNDR, somente para o nível de 50 % de concentrado. O consumo de FDNcpD não foi alterado pelos níveis de PNDR, quando se avaliou o nível de 60 % de concentrado. Já para os níveis de 40 e 50 % de concentrado, houve redução do consumo de FDNcpD com o aumento do nível de PNDR. Avaliando o consumo de CNFD, observou-se que, apenas quando se utilizou 60 % de concentrado, houve redução do mesmo, com o aumento do teor de PNDR.

Tabela 8 - Consumos de EE, FDNcp e CNFcp digeridos nas dietas, em função dos níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta

Item	40 % concentrado		50 % concentrado		60 % concentrado	
	Nível de PNDR (% MS)					
	4,0	5,4	4,0	5,4	4,0	5,4
	(kg/dia)					
CEED	0,3030a	0,3527a	0,2843b	0,4268a	0,4932a	0,5320a
CFDNcpD	3,4010a	2,7331b	2,3839a	1,8267b	1,8489a	2,0774a
CCNFcpD	6,0860a	5,7480a	8,3671a	7,5237a	9,6288a	7,3037b

CEED = consumo de extrato etéreo digestível; CFDNcpD = consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível; CCNFcpD = consumo de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína digestíveis.

Os compostos nitrogenados não foram modificados ($P>0,05$) em função dos diferentes níveis de concentrado na dieta. A excreção urinária de nitrogênio (ENU) diminuiu com o aumento do nível de PNDR na dieta. O mesmo aconteceu com a concentração de alantoína na urina (ALU) (Tabela 9). Os demais compostos nitrogenados não sofreram modificações ($P>0,05$) ao se elevar o nível de PNDR na dieta.

Tabela 9 - Utilização de compostos nitrogenados, em função dos níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta

Item	Nível de concentrado (NC)			PNDR		Efeito (valor- <i>P</i>)				EPM
						NC		PNDR	NC x PNDR	
	40 %	50 %	60 %	4,0 %	5,4 %	L	Q			
ENU (mg/dia)	19,67	18,39	18,09	19,60	17,83	0,071	0,510	0,014	0,327	0,405
ALU (mmol/dia)	378,16	384,30	382,21	385,99	377,13	0,441	0,366	0,042	0,231	2,188
ALL (mmol/dia)	19,79	21,03	21,90	20,42	21,39	0,051	0,840	0,259	0,410	0,472
NUL (mg/dL)	18,54	18,76	18,84	18,60	18,83	0,441	0,829	0,464	0,598	0,291
NUP (mg/dL)	18,55	18,64	17,88	18,38	18,34	0,081	0,197	0,900	0,997	0,763
DPT (mmol/dia)	436,10	443,99	442,70	444,48	437,38	0,204	0,306	0,096	0,141	2,159
PA (mmol/dia)	442,13	451,21	449,83	452,24	443,21	0,211	0,324	0,074	0,141	2,566
Nmic (g)	321,45	328,05	327,05	328,80	322,23	0,211	0,324	0,074	0,141	1,866
PBmic (g)	2025,70	2050,33	2044,04	2049,23	2024,97	0,211	0,324	0,074	0,141	11,664
EFmic (gPB/kgNDT)	165,77	159,44	156,98	159,36	162,09	0,051	0,584	0,416	0,211	8,790
BN	5,36	5,69	4,45	7,42	9,58	0,965	0,555	0,900	0,391	2,970

ENU = excreção urinária de nitrogênio-uréico; ALU = alantoína na urina; ALL = alantoína no leite; NUL = nitrogênio uréico no leite; NUP = nitrogênio uréico no plasma; DPT = derivados de purinas totais; PA = purinas absorvidas; Nmic = nitrogênio microbiano; PBmic = proteína bruta microbiana; EFmic = eficiência microbiana, BN = balanço de nitrogênio.

Na Tabela 10, são apresentados os resultados de produção e composição do leite, em função dos diferentes níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen (PNDR). Não se observou interação significativa entre os níveis de concentrado e de PNDR ($P>0,05$) para nenhum dos parâmetros avaliados.

Tabela 10 - Produção e composição do leite, em função dos níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta

Item	Nível de concentrado (NC)			Nível de PNDR		Efeito (valor- <i>P</i>)				EPM
	40 %	50 %	60 %	40 %	5,4 %	NC		PNDR	NCx PNDR	
						L	Q			
Produção de leite, kg	27,23	29,34	30,97	28,35	30,01	<0,01	0,751	<0,01	0,225	0,592
Produção de leite corrigida ¹ , kg	28,68	30,07	30,16	29,94	29,33	0,254	0,560	0,559	0,580	0,867
Gordura, %	3,78	3,59	3,31	3,81	3,32	0,026	0,747	<0,01	0,835	0,115
Proteína, %	3,24	3,28	3,40	3,23	3,38	<0,01	0,384	<0,01	0,204	0,052
Lactose, %	4,53	4,52	4,54	4,57	4,49	0,692	0,353	0,051	0,231	0,020
Extrato seco total, %	12,45	12,34	12,22	12,65	12,02	0,385	0,946	<0,01	0,615	0,154
Extrato seco desengordurado, %	8,73	8,74	8,86	8,78	8,78	0,051	0,384	0,856	0,768	0,054
Gordura, kg/d	1,03	1,06	1,03	1,08	1,00	0,051	0,421	0,082	0,768	0,030
Proteína, kg/d	0,87	0,95	1,05	0,91	1,01	<0,01	0,352	<0,01	0,204	0,081
Extrato seco total, kg/d	3,39	3,61	3,79	3,59	3,61	<0,01	0,946	0,099	0,615	0,223
Extrato seco desengordurado, kg/d	2,37	2,56	2,74	2,48	2,63	<0,01	0,384	0,855	0,768	0,261

¹ Produção de leite corrigida para 3,5 % de gordura; L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

A elevação dos níveis de concentrado e PNDR proporcionou aumento linear ($P < 0,05$) da produção de leite. Contudo, a produção de leite corrigida para 3,5 % de gordura não foi modificada ($P > 0,05$) pelos diferentes níveis de concentrado e PNDR analisados neste experimento.

O teor de gordura do leite diminuiu linearmente com o aumento de concentrado na dieta, mesmo comportamento verificado em relação aos tratamentos com elevação de PNDR na dieta. Não houve efeito ($P > 0,05$) dos diferentes fatores sobre a produção de gordura do leite.

O teor e a produção de proteína do leite aumentaram ($P < 0,05$) com a elevação dos níveis de concentrado e de PNDR.

O teor de lactose não foi influenciado pelo aumento do nível de concentrado na dieta, nem pelo aumento do nível de PNDR ($P > 0,05$). O teor de extrato seco total diminuiu com o aumento da PNDR ($P < 0,05$), não sendo modificado pelo aumento do concentrado ($P > 0,05$). Por outro lado, a produção de extrato seco total aumentou linearmente ($P < 0,05$) com o aumento de concentrado, não sendo alterada pela elevação do nível de PNDR ($P > 0,05$).

O teor de extrato seco desengordurado não foi alterado em função dos fatores analisados ($P>0,05$). Contudo, a produção de extrato seco desengordurado foi maior quando se aumentou o nível de concentrado na dieta ($P<0,05$), não havendo efeito do aumento de PNDR sobre esta variável ($P>0,05$).

Não houve efeito, sobre o peso corporal, das diferentes dietas utilizadas neste experimento (Tabela 11).

Tabela - 11 Variação de peso corporal, em função dos níveis de concentrado e proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta

Item	Nível de concentrado (NC)			Nível de PNDR		Efeito (valor- <i>P</i>)			EPM	
						NC		PNDR		NCx PNDR
	40 %	50 %	60 %	40 %	5,4 %	L	Q			
Peso corporal (kg)	578,93	580,11	578,88	575,21	583,40	0,99	0,82	0,11	0,92	0,592

Na Tabela 12, é apresentado o sistema de valorização e penalização, de acordo com os teores de gordura e proteína do leite, adotado pelas principais empresas responsáveis pela captação de leite do Brasil, segundo a DPA Leite (2009).

Tabela 12 – Sistema de valorização da qualidade do leite das principais empresas receptoras de leite do Brasil

Gordura			Proteína		
(g/100g)			(g/100g)		
De	Até	R\$/litro	De	Até	R\$/litro
0,00	2,20	-0,0454	0,00	2,60	-0,0354
2,21	2,40	-0,0389	2,61	2,70	-0,0295
2,41	2,60	-0,0325	2,71	2,80	-0,0236
2,61	2,80	-0,0260	2,81	2,90	-0,0177
2,81	3,00	-0,0195	2,91	3,00	-0,0118
3,01	3,20	-0,0130	3,01	3,10	-0,0059
3,21	3,40	-0,0065	3,11	3,20	0,0000
3,41	3,60	0,0000	3,21	3,30	0,0059
3,61	3,80	0,0065	3,31	3,40	0,0119
3,81	4,00	0,0130	3,41	3,50	0,0178
4,01	4,20	0,0195	3,51	3,60	0,0237
4,21	4,40	0,0260	3,61	3,70	0,0297
4,41	4,60	0,0325	3,71	3,80	0,0356
4,61	4,80	0,0389	3,81	---	0,0416

Fonte: DPA Leite, 2009.

O preço dos produtos e insumos, o custo de alimentação e o saldo por vaca em lactação são apresentados na Tabela 13. Observou-se que, à medida que se aumenta o nível de concentrado na dieta, eleva-se o saldo por vaca por dia. Quando se aumenta o nível de PNDR, há redução do saldo por animal, mesmo havendo aumento do teor de proteína do leite.

Após análise de sensibilidade econômica, levando-se em consideração a oscilação do preço da farinha de peixe, verificou-se que o preço de nivelamento da inclusão da farinha de peixe, em relação à dieta básica, foi de R\$ 1,56 (hum real e cinquenta e seis centavos). Quando o preço da farinha de peixe encontra-se abaixo deste valor, o saldo por vaca passa a ser maior na dieta com adição de PNDR (farinha de peixe).

Tabela 13 – Custo com alimentação e saldo por litro e por vaca, em função dos níveis de concentrado e proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta

Item	Dieta				
	Nível de concentrado			PNDR	
	40 %	50 %	60 %	4,0 %	5,4 %
1. Preço de produtos e insumos					
1.1 Preço do leite (R\$/litro) ¹	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
1.2 Preço do concentrado (R\$/kg) ²	0,47	0,43	0,42	0,44	0,57
1.3 Preço do volumoso (R\$/kg)	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
2. Consumo das dietas (matéria seca)					
2.1 Consumo de volumoso (kg/dia)	10,58	9,13	8,40	9,4	9,34
2.2 Consumo de concentrado (kg/dia)	7,92	10,79	12,20	10,80	9,81
2.3 Consumo total (kg/dia)	18,50	19,92	20,60	20,20	19,15
3. Resultados de produção					
3.1 Produção de leite (kg/dia)	27,23	29,34	30,97	28,35	30,01
3.2 Proteína no leite (%)	3,24	3,28	3,40	3,23	3,38
3.3 Gordura no leite (%)	3,78	3,59	3,31	3,81	3,32
4. Bonificação e penalização por sólidos do leite					
4.1 Preço por proteína (%) ³	+0,0059	+0,0059	+0,0119	+0,0059	+0,0119
4.2 Preço por gordura (%) ³	+0,0065	0,0000	-0,0065	+0,0130	-0,0065
4.3 Preço final do leite (R\$/kg)	0,6124	0,6059	0,6054	0,6189	0,6054
5. Saldo por vaca por dia (R\$/dia)	16,67	17,77	18,74	17,54	18,16
6. Custo da alimentação					
6.1 Custo com concentrado (R\$/vaca/dia)	3,7224	4,6397	5,1240	4,7840	5,5917
6.2 Custo com volumoso (R\$/vaca/dia)	0,6348	0,5478	0,5040	0,5640	0,5604
6.3 Custo total com alimentação (R\$/vaca/dia)	4,3572	5,1875	5,6280	5,3480	6,1521
7. Saldo					
7.1 Por animal (R\$/vaca/dia)	12,31	12,58	13,11	12,19	12,00

¹ Preço médio do leite praticado em Minas Gerais, durante o ano de 2009.

² Preço médio dos ingredientes, durante o ano de 2009, em Minas Gerais.

³ Bonificação e penalização por sólidos do leite, com base na Tabela 11.

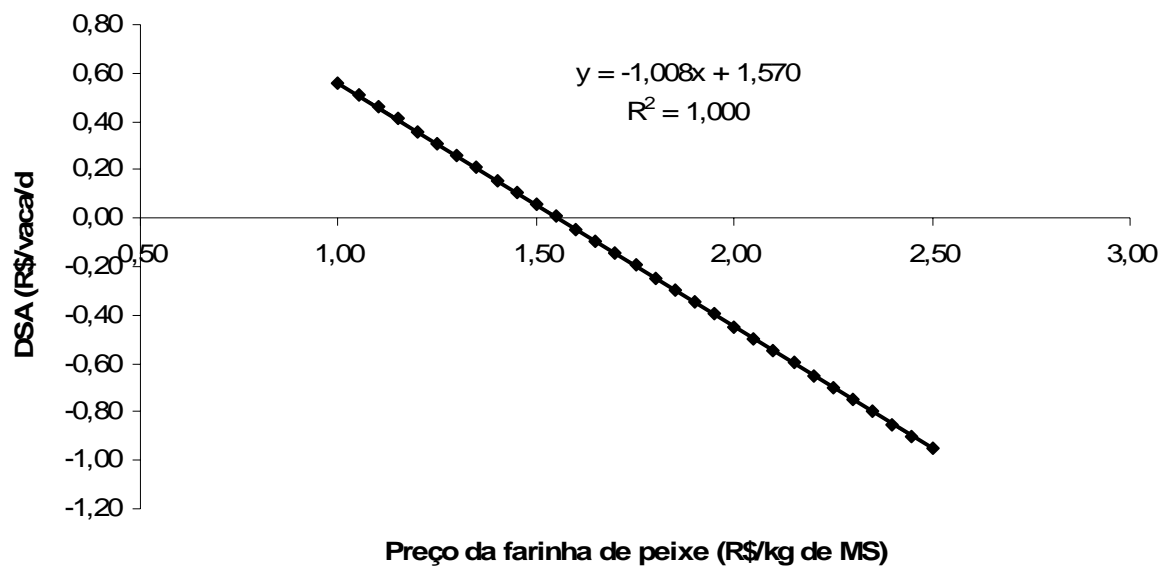


Figura 1 – Análise de sensibilidade econômica em função da DSA = diferença entre o saldo com alimentação utilizando farinha de peixe e sem a utilização de farinha de peixe e da variação de preço da farinha de peixe, usada como fonte de PNDR.

Discussão

A baixa degradação ruminal da farinha de peixe em relação ao farelo de soja comprova a função da mesma como fonte de proteína não degradada no rúmen (PNDR). A semelhança entre os resultados de degradação da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos diversos alimentos utilizados neste experimento e os resultados das Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos, mostra a coerência dos dados aqui apresentados.

A partir dos valores da fração efetivamente degradada no rúmen da MS e PB, de cada alimento, verificou-se que as exigências de proteína degradada no rúmen (PDR), estimadas pelo NRC (2001), de 9,4 % (base da MS) para vacas leiteiras com média de 640 kg de peso corporal, com lactação entre 90 e 105 dias e produção de 30 kg/dia de leite, foram supridas, haja vista, os valores observados neste experimento terem variado de 10,05 a 10,13 %, na base da matéria seca. Este fator torna-se relevante por mostrar o não comprometimento do desenvolvimento dos microrganismos ruminais com a inclusão de PNDR na dieta, possibilitando estabilidade no fluxo de proteína microbiana para o intestino. Este fluxo de proteína para o intestino não só garante quantidades adequadas de aminoácidos (AA) microbianos para serem absorvidos, mas a qualidade dos AA a serem absorvidos, contribuindo para o suprimento de substratos para a glândula mamária, possibilitando aumento da proteína do leite (HUHTANEN et al., 2009).

O aumento do consumo de matéria seca (CMS total), com o aumento do consumo de concentrado e diminuição de volumoso, mostra, segundo Moore (1980), ocorrência de efeito substitutivo, havendo elevação do consumo de concentrado e, concomitantemente, decréscimo do consumo de forragem.

Outro aspecto que pode estar relacionado à elevação do CMS e consumo de matéria orgânica (CMO), com o fornecimento de rações contendo maiores níveis de concentrado, é a maior densidade física do concentrado, com diminuição do tamanho de partículas em relação ao volumoso, tendo como consequência maior velocidade de passagem da digesta pelo trato

gastrointestinal, possibilitando o aumento do consumo (OWENS & GOETSCH, 1993). Mais um fator importante a ser considerado para explicar o aumento do CMS e CMO, com o aumento do nível de concentrado, diz respeito ao aumento da produção de leite, pois, maior demanda de nutrientes leva a uma máxima ingestão para atender às exigências mais elevadas de produção de leite (HUTJENS, 2005).

A falta de resposta quanto ao CMS, CMO, CMS de concentrado e CMS de volumoso, ao se elevar o nível de PNDR, contraria a expectativa de diminuição do CMS, devido à baixa palatabilidade da farinha de peixe, citada em outros experimentos, nos quais o farelo de soja foi substituído pela farinha de peixe (LIMA, 2002).

A não observação de efeitos significativos do aumento dos níveis de concentrado e PNDR sobre o consumo de PB e PDR deu-se em consequência das dietas terem sido formuladas para terem a PDR estabilizada. O aumento do consumo de PNDR era esperado, tendo em vista a elevação do nível de PNDR na dieta. Provavelmente, o aumento do consumo de extrato etéreo (CEE) seja consequência do aumento da participação deste constituinte nas dietas, principalmente quando se substitui o farelo de soja pela farinha de peixe (fonte de PNDR), pois a farinha de peixe contém 8,97 % de EE, enquanto a soja contém 1,71 % de EE (VALADARES FILHO et al., 2006). A redução do teor de FDN na MS total das rações, quando se eleva o nível de concentrado na dieta (Tabela 2), pode ser explicada pela redução do teor de FDNcp nas dietas contendo maiores teores de concentrado.

O aumento do consumo de carboidratos não fibrosos (CNF) ($P < 0,05$), ao se elevar o nível de concentrado na dieta, é consequência do aumento de seu teor na dieta mais rica em concentrado, com diminuição da fibra em detergente neutro (FDN) da dieta (Tabela 3). O consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentou ($P < 0,05$), com o aumento do nível de concentrado, como resultado do maior teor de NDT na ração com mais concentrado e, também, do maior CMS observado. Costa et al. (2005) e Silva (2007) observaram resultados semelhantes, em estudos de

diferentes proporções de concentrado para vacas holandesas confinadas. Kesler & Spahr (1964), também avaliando o efeito de diferentes níveis de concentrado para vacas leiteiras, observaram que o máximo consumo de nutrientes foi obtido quando o concentrado foi fornecido em proporção de 50 a 60 % da ração.

Reduções ($P < 0,05$) nos coeficientes de digestibilidade da MS (CDMS), MO (CDMO) e NDT, a partir da suplementação com fontes de PNDR, estão relacionadas com a menor digestibilidade da FDN da farinha de peixe (38,60 %) em relação ao farelo de soja (27,69 %) (VALADARES FILHO et al., 2006). Diminuição da digestibilidade da MS, MO e NDT também foi relatada por Paquay et al. (1973), Huhtanen et al. (2009) e Nousiainen et al. (2009). Contrariamente a estes resultados, Kwan et al. (1977) verificaram que a suplementação com PNDR beneficiou o CDMS e NDT. O aumento do coeficiente de digestibilidade do EE está relacionado com o aumento deste constituinte na dieta, ao se elevar o nível de PNDR.

A diminuição da digestão da fibra, ocorrida neste experimento, deve estar associada ao maior consumo, que pode ter ocasionado maior taxa de passagem e, portanto, reduziu o tempo de permanência dos alimentos no trato gastrintestinal, reduzindo a digestibilidade da dieta, já que a digestão é resultante da interação entre as taxas de degradação e de permanência da digesta nos locais de digestão (Van Soest, 1994). A menor digestibilidade da fibra também pode ser atribuída à redução do pH ruminal, ao se elevar o nível de concentrado na dieta, em consequência do aumento da fermentação de fontes rapidamente degradáveis, favorecendo o acúmulo de ácidos graxos voláteis e ácido lático, bem como o aumento do tempo de colonização (lag time) da fração fibrosa, diminuindo a atividade das bactérias celulolíticas, o que reflete negativamente sobre o percentual de desaparecimento da fibra (MERTENS & LOFTEN, 1980, citados por DETMANN et al., 2003; NOUSIAINEN et al., 2009).

O consumo de nutrientes digeridos da dieta é o produto do consumo pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente. Neste sentido, elevações nos consumos de MSD, MOD e NDT, em

função do aumento do nível de concentrado, devem-se ao maior consumo destes nutrientes (Tabela 4). Em contrapartida, as reduções nos consumos de MSD, MOD e NDT, com elevação do nível de PNDR, devem-se à redução da digestibilidade destes nutrientes (Tabela 5).

A elevação do consumo de EE digerido é efeito direto do maior consumo de EE, enquanto a redução do consumo do CNF é efeito direto do menor consumo de CNF. Já a redução do consumo de FDND é efeito direto da redução da digestibilidade deste nutriente, mostrada na Tabela 6.

A literatura (TAMMINGA et al., 1991; SUSMEL et al., 1995) apóia a sugestão de que, quando a proteína da dieta aumenta, aumenta o nitrogênio (N) na urina de forma linear, constituindo-se na principal via de excreção de N em bovinos. Corroborando com estes autores, Wright et al. (1998) relataram que a quantidade de N excretada na urina de vacas alimentadas com alto nível de PNDR foi, aproximadamente, cinco vezes maior do que a excretada pelas vacas alimentadas com baixo nível de PNDR, em função de insuficiência de energia, diminuindo os substratos disponíveis no rúmen para uso produtivo do N. Já neste experimento, o aumento de PNDR resultou em elevação da produção de leite, o que culminou em melhor utilização do N ingerido, com conseqüente redução da excreção urinária. Daí se infere que, provavelmente, houve nível de energia suficiente para prover o rúmen com substratos disponíveis para melhor aproveitamento do N.

Ao se aumentar a PNDR, com conseqüente aumento da proteína metabolizável, a produção de proteína microbiana e, portanto, a eficiência microbiana no rúmen mantiveram-se estáveis. Este fato, provavelmente, foi primordial para as respostas positivas no aumento da proteína do leite, neste experimento.

O aumento da produção de leite pode ser justificado em virtude da elevação do fornecimento de energia na dieta, com a diminuição da proporção de volumoso. Isso pode ter ocasionado maior concentração molar de propionato no rúmen (GRIINARI et al., 1997), o que teria aumentado a quantidade de substrato para produção de glicose no fígado. A conseqüente maior quantidade de

glicose disponível teria sido usada como precursora da síntese de lactose, a qual, por sua vez, promoveria incremento do potencial osmótico na glândula mamária, favorecendo o transporte de água para o interior do lúmen alveolar, principal fator responsável pelo aumento da produção de leite.

Outro fator que pode estar associado ao aumento da produção de leite é a eficiência alimentar (kg de leite produzido por kg de MS consumida), com uma faixa sendo considerada ótima, segundo Hutjens (2005), entre 1,40 e 1,56 kg de leite/kg de MS, possibilitando que os nutrientes consumidos, após suprirem as necessidades de manutenção, tenham sido convertidos em produção de leite.

A redução do teor de gordura do leite, ao se aumentar a proporção de concentrado, está relacionada com o aumento da produção de propionato, decorrente do aumento de amido na dieta. O aumento na produção de propionato estimula a gliconeogênese, o que pode elevar os níveis de sanguíneos de insulina, resultando em escassez de precursores para síntese de gordura do leite (BAUMAN & GRIINARI 2003).

A insulina tem importante papel na regulação do metabolismo do tecido adiposo, incluindo efeito estimulatório sobre a lipogênese e inibitório sobre a lipólise. Dessa forma, pode diminuir o aporte de acetato (maior lipogênese no tecido adiposo) ou de ácidos graxos de cadeia longa (menor mobilização de lipídios) para a glândula mamária, o que supostamente limitaria a secreção de gordura no leite (BAUMAN & GRIINARI, 2003).

A farinha de peixe possui significativa quantidade de ácidos graxos poliinsaturados (HERAVI MOUSSAVI et al., 2007) e pode ter influenciado a redução do teor de gordura do leite, pois estes ácidos poliinsaturados são responsáveis por alteração do processo da biohidrogenação de suas moléculas. Isso resulta na formação do ácido linoléico conjugado (CLA) trans-10, cis-12 (GRIINARI & BAUMAN, 2006), o qual exerce um mecanismo de inibição da síntese de gordura do leite, envolvendo a redução da quantidade de RNAm para genes lipogênicos envolvidos na

absorção (lipoproteína lipase) e transporte de ácidos graxos (proteína de ligação de ácido graxo). Esta redução da quantidade de RNAm pode ter magnitude semelhante ao grau de redução da produção de gordura do leite (BAUMAN & GRIINARI, 2001; BAUMGARD et al., 2002).

O estudo de Peterson et al. (2003) foi o que mais extensivamente avaliou e demonstrou, claramente, o mecanismo envolvendo a supressão da enzima-chave para a lipogênese na glândula mamária. A depressão da gordura do leite caracterizou-se pelo aparecimento de CLA (trans-10, cis-12) na gordura do leite a um nível que correspondeu à redução da gordura do leite observada em outros estudos.

Verificou-se variação de 0,16 unidade percentual no teor de proteína do leite, valor acima do observado por outros autores (De PETERS & CANT, 1992; CUNNINGHAM et al., 1996; METCALF et al., 1996; KALSCHEUR et al., 1997; SANTOS et al., 1998; PEREIRA, 2001; BRODERICK, 2002).

O aumento do teor de proteína do leite, ocorrido neste experimento, devido ao aumento do nível de PNDR, juntamente com a manutenção do nível de PDR para não comprometer o desenvolvimento dos microrganismos ruminais, manteve inalterada a síntese de proteína microbiana (Tabela 11). Assim, o aumento de PNDR resultou em elevação do fluxo de AA para a glândula mamária e da porcentagem de proteína no leite.

Parte da resposta do aumento da concentração de proteína no leite deve ser atribuída ao aumento da energia metabolizável fermentescível (EMf) e da síntese microbiana. Com aumento da energia metabolizável (EM), proveniente do aumento do fornecimento de carboidratos rapidamente fermentescíveis, pela maior proporção de concentrado na dieta, aumentam-se, também, as taxas de digestão da MO no rúmen e a EMf. Havendo quantidade suficiente de PDR e nitrogênio não protéico (NNP), ocorre aumento da síntese microbiana no rúmen e do suprimento de proteína metabolizável para o intestino delgado (WALDO, 1973). O aumento de suplementação de proteína metabolizável, EM e EMf aumenta o fornecimento de glicose via aumento da disponibilidade de

propionato e outros precursores de glicose, o que pode estar associado, na maioria das vezes, com o aumento da concentração de insulina no plasma (McGUIRE et al., 1994). Com isso, dados recentes fornecem evidências de que a elevação de insulina e glicose pode aumentar a concentração de proteína do leite (REYNOLDS et al., 2002).

O NRC (2001) forneceu recomendações para suplementação de lisina e metionina, relativas à proteína metabolizável total, com base nos trabalhos de Schwab et al. (1992b) e Rulquin et al. (1993). Estes autores observaram que a síntese de proteína do leite é maximizada quando os teores de lisina e metionina na proteína metabolizável são de 7,2 e 2,4 %, respectivamente. Sendo a relação ótima Lis:Met ao redor de 3:1, relações inferiores têm-se mostrado prejudiciais ao desempenho de vacas leiteiras.

Desta forma, uma das prováveis causas de aumento do teor de proteína do leite, encontrado neste experimento, foi o suprimento de AA limitantes pela adição de fontes de PNDR e pelo aumento do nível de concentrado (WANG et al., 2007, VYAS & ERDMAN, 2009).

Os trabalhos nos quais se elevou a PNDR da dieta, visando aumentar os níveis de proteína do leite, nem sempre apresentaram resultados positivos, principalmente porque a maioria das fontes de PNDR tem relação de AA limitantes destoantes frente às exigências. Em extensa revisão de literatura feita por Santos et al. (1998), foram estudados os efeitos da substituição parcial ou total do farelo de soja (rico em PDR) por fontes ricas em PNDR. Com base em 29 comparações obtidas de 15 ensaios de metabolismo, entre 1986 e 1997, observou-se que, de modo geral, as fontes ricas em PNDR não foram capazes de melhorar a qualidade da proteína que chegou ao intestino, pois as proporções dos dois AA mais limitantes, lisina e metionina, não foram aumentadas na proteína que chegou ao intestino. A exceção foi a farinha de peixe que, de forma consistente, aumentou a proporção de ambos os AA na proteína metabolizável e, conseqüentemente, proporcionou aumento do teor de proteína do leite, em vacas de produção acima de 30 kg de leite. Vacas com produção inferior a 30 kg normalmente não respondem à suplementação com esta fonte de PNDR, pelo fato

de toda a sua exigência em PNDR ser suprida por fontes convencionais, como farelo de soja e farelo de algodão.

O menor desempenho econômico promovido pela dieta com farinha de peixe, em relação à dieta sem farinha de peixe, deve-se, principalmente, à redução do teor de gordura do leite, verificada neste experimento, de 0,49 ponto percentual, ficando o teor de gordura abaixo do mínimo recomendado, de 3,41 % de gordura, pelas empresas receptoras de leite para que o produtor não seja penalizado.

Os resultados de desempenho econômico permitem verificar que, com o aumento da PNDR na ração, promovido pela adição de farinha de peixe no concentrado, o retorno financeiro foi inferior, com menor saldo por vaca, em relação à dieta sem farinha de peixe. Entretanto, devem-se salientar os benefícios proporcionados pelo aumento da proteína do leite, causado pelo aumento de PNDR na dieta. Tal melhora na qualidade do leite satisfaz os atuais padrões de exigência para consumo humano, com menor teor de gordura e maior teor de proteína, consistindo em uma das mais importantes fontes de nitrogênio na alimentação humana.

Como alternativas para viabilizar o uso de fontes de PNDR, visando aumentar a proteína do leite, encontram-se o aumento da bonificação por maior nível de proteína no leite, ou a compra da farinha de peixe a preços melhores, pois, como visualizado na Figura 1, com a farinha de peixe abaixo de R\$ 1,56/kg (um real e cinquenta e seis centavos), sua adição à dieta passa a ser vantajosa em relação ao saldo por vaca, quando se compara com a dieta sem farinha de peixe. Outra opção é a busca por fontes de PNDR que promovam resultados similares àqueles com farinha de peixe e que sejam mais baratas do que esta.

Contudo, a análise financeira, no presente estudo, é parcial, uma vez que considera somente os gastos com alimentação, não computando outros itens componentes do custo de produção, em especial o custo de oportunidade da terra. Assim, estudos de viabilidade econômica desta natureza devem ser vistos com cautela.

Conclusões

Níveis crescentes de concentrado e proteína não degradável no rúmen (PNDR), utilizando como fonte de PNDR a farinha de peixe, com a proteína degradável no rúmen (PDR) estabilizada, eleva a produção de leite de vacas leiteiras de alta produção, diminui o teor de gordura do leite e aumenta o teor de proteína do leite. Deste modo, a utilização de níveis crescentes de concentrado e PNDR fica condicionada à viabilidade econômica da sua inclusão.

Pode-se aumentar a PNDR e os níveis de concentrado da dieta de vacas leiteiras de alta produção, sem comprometer o desenvolvimento e eficiência microbiana, desde que a dieta seja formulada mantendo-se estabilizado o nível de PDR.

Referências Bibliográficas

- AOAC INTERNATIONAL. AOAC official method 920.39 fat (crude) or ether extract in animal feed. In: CUNNIFF, P. (Ed.) *Official methods of analysis of AOAC International*. 16.ed. Gaithersburg, MD: AOAC International, 1999.
- ASHES, J.R.; GULATI, S.K.; SCOTT, T.W. Potential to alter milk fat through nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.80, n.9, p.2204-2212, 1997.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S.; DELAHOY, J.E. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.1-42, 2003.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livestock Production Science*, v.70, p.15-29, 2001.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M.; Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review Nutrition*, v.23, p.203-227, 2003.
- BAUMGARD, L.H.; MATITASHVILI, E.; CORL, B.A.; DWYER, D.A.; BAUMAN, D.E. *Trans-10, cis-12* conjugated linoleic acid decreases lipogenic rates and expression of genes involved in milk lipid synthesis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.85, p.2155-2163, 2002.
- BEQUETTE, B.J; BACKWELL; F.R.C; CROMPTON, L.A; Current concepts of amino acid and protein metabolism in the mammary gland of the lactating ruminant. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.2540-2559, 1998.
- BRODERICK, G.A., MERTENS, D.R., SIMONS, R. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*, v.85, p.1767-1776, 2002.
- CASALI, A.O., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C., PEREIRA, J.C., HENRIQUES, T. L., FREITAS, S. G., PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ* *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CHEN, X., GOMES, M.J. *Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of the technical details*. Occasional publication. Bucksburn Aberdeen: Ed. Rowett Research Institute, 1992. 21p.
- CHEN, X.B.; MEJIA, A.T.; KYLE, D.J. et al. Evaluation of the use of the purine derivative: creatinine ratio in *spot* urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. *Journal of Agricultural Science*, v.125, p.137-143, 1995.
- CHEN, X.B.; SUBRA, D.B.; ØRSKOV, E.R. et al. Purine nitrogen index, potentially a new parameter for rapid feed evaluation in ruminants. Nuclear based technologies for estimating microbial protein supply in ruminant livestock. In: JOINT FAO/IAEA DIVISION OF NUCLEAR TECHNIQUES IN FOOD AND AGRICULTURE (ORG.). RESEARCH CO-ORDINATION MEETING OF A CO-ORDINATED RESEARCH PROJECT (PHASE 1), 2. Viena, 1999. *Proceedings...* Viena: FAO/IAEA, 1999. 121p.
- CHURCH, D.C. (Ed.) *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza: Acribia, 1993. 641p.
- COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005.

- CUNNINGHAM, K.D.; CECAVA, M.J.; JOHNSON, T.R.; LUDDEN, P.A. Influence of source and amount of dietary protein on milk yield by cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, v.79, p.620–630, 1996.
- DePETERS, E.J.; CANT, J.P. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.2043–2070, 1992.
- DETMANN, E.; QUEIROZ A.C.; CECON, P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.; LANA, R.P. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6, p.1763-1777, 2003 (Supl. 1).
- DOEPEL, L.; PACHECO, D.; KENNELLY, J.J.; HANIGAN, M.D.; LO, I.F.; LAPIERRE, H. Milk protein synthesis as a function of amino acid supply. *Journal of Dairy Science*, v.87, p.1279–1297, 2004.
- EMERY, R.S. Feeding for increased milk protein. *Journal of Dairy Science*, v.61, p.825-828, 1978.
- FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *Journal of Agricultural Science*, v.109, p.7-12, 1987.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: *Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras*. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- GRIINARI, J.M.; McGUIRE, M.A.; DWYER, D.A.; BAUMAN, D.E.; BARBANO, D.M. HOUSE, W.A. The role of insulin in the regulation of milk protein synthesis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.2361–2371, 1997.
- HERAVI MOUSSAVI, A.R.; GILBERT, R.O.; OVERTON, T.R.; BAUMAN, D.E.; BUTLER, W.R. Effects of feeding fish meal and n-3 fatty acids on milk yield and metabolic responses in early lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.136-144, 2007.
- HOF, G.; VERVOORN, M.D.; LENAERS, P.J.; TAMMINGA, S. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.3333–3340, 1997.
- HRISTOV, A.N.; BRODERICK G.A. Ruminal microbial protein synthesis in cows fed alfalfa silage, alfalfa hay or corn silage and fitted with only ruminal cannulae. *Journal of Dairy Science*, v.79, p.1627–1637, 1996.
- HRISTOV, A.N.; ROPP J.K. Effect of dietary carbohydrate composition and availability on utilization of ruminal ammonia nitrogen for milk protein synthesis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.2416–2427, 2003.
- HUHTANEN, P.; RINNE. M.; NOUSIAINEN, J. A meta-analysis of feed digestion in dairy cows. 2. the effects of feeding level and diet composition on digestibility. *Journal of Dairy Science*, v.92, p.5031–5042, 2009.
- HUHTANEN. P.; HRISTOV, A.N. A meta-analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein yield and milk N efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.92, p.3222–3232, 2009.
- HUTJENS, M.F. Dairy efficiency and dry matter intake. In: WESTERN DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, 7. Illinois, 2005. *Proceedings...* Reno, NV: University of Illinois, 2005.
- JENKINS, T.C; McGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.1302-1310, 2006.

- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using mild urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.2681–2692, 1998.
- KALSCHEUR, K.F.; TETER, B.B.; PIPEROVA, L.S.; ERDMAN, R.A. Effect of fat source on duodenal flow of *trans*-C18:1 fatty acids and milk fat production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.2115–2126, 1997.
- KESLER, E.M.; SPAHR, S.L. Physiological effects of high-level concentrate feeding. *Journal of Dairy Science*, v.46, p.1122–1128, 1964.
- KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v.5, n.3, p.216, 1967.
- KWAN, K.; COPPOCK C.E.; LAKE G.B.; FETTMAN M.J.; CHASE L.E.; MCDOWELL, R.E. Use of urea by early postpartum Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v.60, p.1706–1724, 1977.
- LENG, R.A.; NOLAN, J.V. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, v.67, p.1072–1089, 1984.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v.57, n.4, p.347–358, 1996.
- LIMA, L.G.; NUSSIO, L.G. et al. Fontes de amido e proteína para vacas leiteiras em dietas à base de capim elefante. *Directory of Open Access Journals*, v.59, p.19–27, 2002.
- LYNCH, G.L.; KLUSMEYER T.H.; CAMERON M.R.; CLARK J.H.; NELSON D.R. Effects of somatotropin and duodenal infusion of amino acids on nutrient passage to duodenum and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.3117–3127, 1991.
- MADALENA, F.E. Valores econômicos para a seleção de gordura e proteína do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p.678–684, 2000.
- MATTOS, W.R.S.; PEDROSO, A.M. Influência da nutrição sobre a composição de sólidos totais no leite. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5. Piracicaba, 2005. *Anais... Piracicaba: FEALQ*, 2005. p.103–128.
- McGUIRE, M.A., GRIINARI, J.M., DWYER., BAUMAN, D.E. Potential to increase milk protein in well-fed cows. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1994. *Proceedings... 1994*. p 124–133.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29. Lavras, 1992. *Anais... Lavras: SBZ*, 1992. p.188–219.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds using refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, v.85, p.1217–1240, 2002.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C., (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION. *Proceedings... American Society of Agronomy*, 1994. p.450–493.
- METCALF, J.A.; WRAY-CAHEN, D.; CHETTLE, E.E.; SUTTON, J.D.; BEEVER, D.E.; CROMPTON, L.A.; MACRAE, J.C.; BEQUETTE, B.J.; BACKWELL, F.R.C. The effect of

- dietary crude protein as protected soybean meal on mammary metabolism in the lactating dairy cow. *Journal of Dairy Science*, v.79, p.603–611, 1996.
- MOORE, J.E. Forage crops. In: HOVELAND, C.S. (Ed.) *Crop quality, storage and utilization*. Madison: Crop Science Society of America, 1980.
- NOUSIAINEN, J.; RINNE, M.; HUHTANEN, P. A meta-analysis of feed digestion in dairy cows. 1. the effects of forage and concentrate factors on total diet digestibility. *Journal of Dairy Science*, v.92, p.5019–5030, 2009.
- NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- 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 contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- ORRELLANA BOERO, P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORÚE, S.M. et al. Excretion of purine derivatives in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. *Livestock Production Science*, v.68, p.243-250, 2001.
- ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, v.92, n.2, p.499-503, 1979.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Fermentación ruminal. In: CHURCH, D.C. (Ed.) *El ruminante, fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.159-190.
- PAQUAY, R., GODEAU, J. M.; DEBAERE, R.; LOUSSE, A. The effects of the protein content of the diet on the performance of lactating cows. *Journal of Dairy Research*, v.40, p.93–103, 1973.
- PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G. Suplementação de bovinos com forragens conservadas. In: SIMPOSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.261-289.
- PETERSON, D.G; MATTITASHVILI, E.A; BAUMAN, D.E. Diet-induced milk fat depression in dairy cows results in increased *trans*-10, *cis*-12 CLA in milk fat and coordinate supreeion of mRNA abundance for mammary enzymes involved in milk fat synthesis. *Journal of Nutrition*, v.133, p.3098-3102, 2003.
- REARTE D.H.; PIERONI, G.A. Supplementation of temperate pasture. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001. *Proceedings...* 2001. p.679–689.
- RENNÓ, L.N. *Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois de proteína*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.4, p.1235-1243, 2000.
- REYNOLDS, C.K.; SUTTUN, J.D.; BEEVER, D.E. Effects of feeding starch to dairy cattle on nutrient availability and production. In: RECENT DEVELOPMENTS IN RUMINANT NUTRITION, 4., Nottingham, 2002. *Proceedings...* Nottingham: University of Nottingham, 2002.

- RODRIGUES, E.C.; TEIXEIRA, E.C. *Desenho de mecanismo de crédito rural para assegurar o acesso do agricultor familiar à tecnologia: relatório final*. Brasília, DF: Embrapa-SGE, 2006.
- RULQUIN, H.; PISULEWSKI, P.M.; VE'RITE', R.; GUINARD, J. Milk production and composition as a function of postruminal lysine and methionine supply: a nutrient-response approach. *Livestock Production Science*, v.37,p.69–90, 1993.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SANTOS, F.A.P; SANTOS, J.E.P; THEURER, C.B; HUBER, J.T. Effects of rumen undegradable protein on dairy cow performance: a 12-year literature review. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.3182-3213, 1998.
- SCHROEDER, G.F.; DELAHOY, J.E.; VIDAURRETA, I.; BARGO, F.; GAGLIOSTRO, G.A.; MULLER, L.D. Milk fatty acid composition of dairy cows fed a total mixed ration or grazing pasture and supplemented with concentrates replacing corn grain with fat. *Journal of Dairy Science*, v.86, p. 3237-3248, 2003.
- SCHWAB, C.G.; BOZAK C.K.; WHITEHOUSE N.L.; MESBAH, M.M.A. Amino acid limitation and flow to duodenum at four stages of lactation. 1. Sequence of lysine and methionine limitation. *Journal Dairy Science*, v.75, p.3486–3502, 1992a.
- SCHWAB, C.G., BOZAK, C.K.; WHITEHOUSE, N.L.; OLSON, V.M. Amino acid limitation and flow to the duodenum at four stages of lactation: 2. Extent of lysine limitation. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.3503–3518, 1992b.
- SIDDONS, R.C.; NOLAN, J.V.; BEEVER D.E.; MACRAE J.C. Nitrogen digestion and metabolism in sheep consuming diets containing contrasting forms and levels of N. *British Journal of Nutrition*, v.54, p.175–187, 1985.
- SILVA, C.V. *Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras sob pastejo em função de níveis de concentrado e proteína bruta na dieta*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 32f, 2007.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- 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.
- SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.2463-2472, 1992.
- SUSMEL, P.; SPANGHERO, M.; STEFANON, B.; MILLS, C.R. Nitrogen balance and partitioning of some nitrogen catabolites in milk and urine of lactating cows. *Livestock Production Science*, v.44, p. 207–219, 1995.
- SUTTON, J.D. Altering milk composition by feeding. *Journal of Dairy Science*, v.72, n.10, p.2801-2814, 1989.
- TAMMINGA, S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.345–357, 1992.
- TREVASKIS, L.M.; FULKERSON, W.J. The relationship between various animal and management factors and milk urea, and its association with reproductive performance of dairy cows grazing pasture. *Livestock Production Science*, v.57, p.255–265, 1999.

- USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. *Reproduction and Nutrition Development*, v.25, p.1037-1046, 1985.
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2.ed. Viçosa: UFV, DZO, 2006. 329p.
- VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.D.F. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2. Lavras, 2001. *Anais...* Lavras: UFLA, 2001. p. 229-247.
- 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 synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *Journal of Dairy Science*, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. *Journal of Agriculture Science*, v.114, n.3, p.243-248, 1990.
- VYAS, D.; ERDMAN, R. A meta-analysis of milk protein yield responses to lysine and methionine supplementation. *Journal of Dairy Science*, v.92, p.5011–5018, 2009.
- WALDO, D.R. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. *Journal of Animal Science*, v.37, p.1062-1074, 1973.
- WANG, C.; LIU, J.X.; YUAN, Z.P.; WU, Y.M.; ZHAI, S.W.; YE, H.W. Effect of level of metabolizable protein on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.2960–2965, 2007.
- WRIGHT, T.C.; MOSCARDINI, S.; LUIMES, P.H.; SUSMEL, P.; McBRIDE, B.W. Effects of rumen-undegradable protein and feed intake on nitrogen balance and milk protein production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.784–793, 1998.
- WU, Z.; HUBER, J.T. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: a review. *Livestock Production Science*, v.39, p.141-155, 1994.

Anexo

Tabela 1A - Produção de leite (PL, kg/dia), produção de leite corrigida 3,5 % de gordura (PLC, kg/dia), gordura do leite (Gord), proteína do leite (Ptn), lactose (Lac), extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD)

QL	An	Per	Trat	PNDR	NC	PL	PLC3,5	Gord	Ptn	Lac	EST	ESD
1	1	1	1	4,0	40	26,20	23,88	2,95	2,82	4,70	11,35	8,40
1	2	1	1	5,4	40	25,33	25,31	3,49	2,77	4,58	11,75	8,25
1	1	2	1	4,0	50	23,00	22,27	3,30	2,75	4,58	11,53	8,22
1	2	2	1	4,0	40	24,25	24,30	3,51	2,81	4,64	11,87	8,36
1	1	3	1	5,4	40	22,50	20,14	2,85	2,81	4,43	10,93	8,08
1	2	3	1	5,4	50	25,60	21,21	2,44	3,04	4,61	10,92	8,48
1	1	4	1	4,0	60	22,86	20,91	2,97	2,67	4,70	11,20	8,23
1	2	4	1	4,0	50	25,51	22,96	2,88	2,99	4,64	11,39	8,51
1	1	5	1	5,4	50	22,16	21,49	3,31	2,80	4,45	11,42	8,11
1	2	5	1	5,4	60	31,14	36,99	4,65	3,49	4,49	13,68	9,03
1	1	6	1	5,4	60	22,17	21,43	3,29	2,82	4,47	11,48	8,19
1	2	6	1	4,0	60	32,13	31,89	3,45	2,72	4,58	12,58	8,26
1	3	1	2	4,0	50	27,86	28,01	3,53	3,18	4,66	12,31	8,83
1	4	1	2	5,4	50	34,29	38,66	4,28	3,41	4,58	13,29	9,01
1	3	2	2	4,0	60	30,11	31,21	3,72	3,01	4,70	12,39	8,67
1	4	2	2	5,4	40	29,29	31,83	4,03	3,47	4,64	13,15	9,12
1	3	3	2	4,0	40	25,31	28,05	4,16	3,13	4,60	12,88	8,72
1	4	3	2	5,4	60	31,31	28,64	2,97	3,61	4,66	12,17	9,20
1	3	4	2	5,4	60	35,64	30,57	2,62	3,26	4,51	11,26	8,64
1	4	4	2	4,0	40	24,59	28,76	4,54	3,46	4,79	13,85	9,30
1	3	5	2	5,4	40	25,34	28,66	4,30	3,48	4,62	13,42	9,12
1	4	5	2	4,0	60	26,74	32,02	4,71	3,61	4,68	14,06	9,35
1	3	6	2	5,4	50	34,81	36,09	3,72	3,17	4,53	12,39	8,67
1	4	6	2	4,0	50	22,66	35,67	7,03	3,78	4,44	18,00	9,45
1	5	1	3	4,0	60	24,36	23,66	3,32	3,85	4,64	12,79	9,47
1	6	1	3	5,4	60	29,53	22,83	2,10	3,35	4,16	10,40	8,30
1	5	2	3	5,4	60	25,39	22,89	2,89	4,15	4,55	12,55	9,66
1	6	2	3	5,4	50	29,99	23,28	2,12	3,29	4,19	10,39	8,26
1	5	3	3	4,0	50	23,64	20,78	2,75	3,54	4,66	11,88	9,12
1	6	3	3	4,0	60	30,29	25,53	2,53	3,13	4,37	10,87	8,33
1	6	4	3	5,4	40	25,23	20,82	2,42	3,07	4,15	10,43	8,01
1	6	5	3	4,0	50	24,97	27,79	4,19	3,32	4,33	12,81	8,62
1	6	6	3	4,0	40	23,33	23,80	3,62	3,14	4,16	11,84	8,22
2	1	1	4	4,0	40	29,50	39,68	5,62	3,45	4,42	14,59	8,97
2	2	1	4	5,4	40	29,30	21,61	1,88	3,17	4,70	10,57	8,69
2	1	2	4	4,0	50	32,40	33,37	3,68	3,27	4,50	12,39	8,71
2	2	2	4	4,0	40	27,77	24,45	2,76	3,15	4,71	11,52	8,75
2	1	3	4	5,4	40	28,01	24,30	2,68	3,60	4,38	11,55	8,87
2	2	3	4	5,4	50	27,99	22,41	2,27	3,65	4,72	11,54	9,27
2	1	4	4	4,0	60	28,69	23,63	2,41	3,40	4,46	11,13	8,71
2	2	4	4	4,0	50	26,37	25,19	3,22	3,14	4,75	12,03	8,81
2	1	5	4	5,4	50	28,51	29,69	3,75	3,46	4,40	12,57	8,81
2	2	5	4	5,4	60	28,87	26,78	3,05	3,65	4,52	12,15	9,10
2	1	6	4	5,4	60	28,50	25,70	2,89	3,61	4,38	11,81	8,92

2	2	6	4	4,0	60	29,01	24,79	2,60	3,35	4,77	11,70	9,09
2	3	1	5	4,0	50	36,03	43,32	4,74	3,08	4,43	13,26	8,52
2	4	1	5	5,4	50	41,94	49,54	4,61	2,70	4,65	11,42	8,23
2	3	2	5	4,0	60	38,94	42,90	4,12	3,22	4,53	12,84	8,72
2	4	2	5	5,4	40	37,26	39,22	3,82	2,56	4,60	11,90	8,08
2	3	3	5	4,0	40	35,47	39,01	4,11	3,11	4,65	12,85	8,74
2	4	3	5	5,4	60	39,20	29,80	2,02	2,97	4,69	10,50	8,48
2	3	4	5	5,4	60	39,73	36,34	2,97	3,51	4,52	11,40	8,53
2	4	4	5	4,0	40	33,63	34,47	3,65	2,43	4,56	11,52	7,87
2	3	5	5	5,4	40	36,16	43,00	4,66	3,52	4,62	12,57	9,11
2	4	5	5	4,0	60	32,26	33,17	3,67	3,10	4,69	12,42	8,75
2	3	6	5	5,4	50	37,70	43,18	4,39	3,25	4,59	13,24	8,85
2	4	6	5	4,0	50	32,41	33,76	3,75	2,74	4,64	12,09	8,34
2	5	1	6	4,0	60	35,54	50,76	6,13	4,22	4,43	15,97	9,84
2	6	1	6	5,4	60	34,01	34,37	3,56	3,38	4,72	12,41	8,84
2	5	2	6	5,4	60	33,90	35,19	3,73	4,58	4,20	13,44	9,70
2	6	2	6	5,4	50	32,53	32,50	3,49	3,12	4,65	12,20	8,70
2	5	3	6	4,0	50	28,81	30,71	3,90	4,20	4,31	13,51	9,61
2	6	3	6	4,0	60	33,17	32,06	3,29	3,15	4,74	12,11	8,82
2	5	4	6	5,4	50	29,91	26,19	2,73	4,14	4,14	11,91	9,18
2	6	4	6	5,4	40	30,90	33,94	4,10	3,22	4,64	12,95	8,85
2	5	5	6	4,0	40	24,57	26,87	4,07	3,59	4,49	13,14	9,07
2	6	5	6	4,0	50	30,34	31,94	3,82	3,03	4,57	12,37	8,54
2	5	6	6	5,4	40	21,59	28,13	5,36	4,31	4,11	14,88	9,52
2	6	6	6	4,0	40	29,53	33,97	4,42	3,21	4,57	13,22	8,80

Tabela 2A - Alantoína no leite (ALL), nitrogênio ureico no leite (NUL)

QL	AN	Per	Trat	PNDR	NC	ALL (mmol)	NUL (mg/dL)
1	1	1	1	4,0	40	20,15	19,94
1	2	1	1	5,4	40	21,30	17,57
1	1	2	1	4,0	50	16,77	17,28
1	2	2	1	4,0	40	17,68	19,69
1	1	3	1	5,4	40	14,09	19,69
1	2	3	1	5,4	50	21,48	18,25
1	1	4	1	4,0	60	18,09	20,75
1	2	4	1	4,0	50	18,25	19,78
1	1	5	1	5,4	50	17,30	21,51
1	2	5	1	5,4	60	14,87	17,79
1	1	6	1	5,4	60	13,46	18,12
1	2	6	1	4,0	60	22,98	16,26
1	3	1	2	4,0	50	19,71	17,57
1	4	1	2	5,4	50	21,68	19,06
1	3	2	2	4,0	60	20,53	16,64
1	4	2	2	5,4	40	20,05	17,49
1	3	3	2	4,0	40	26,34	18,72
1	4	3	2	5,4	60	13,53	18,72
1	3	4	2	5,4	60	23,73	20,20
1	4	4	2	4,0	40	14,97	17,95
1	3	5	2	5,4	40	22,56	20,07
1	4	5	2	4,0	60	27,23	17,49
1	3	6	2	5,4	50	18,74	16,94
1	4	6	2	4,0	50	21,03	18,21
1	5	1	3	4,0	60	25,08	17,36
1	6	1	3	5,4	60	22,43	19,82
1	5	2	3	5,4	60	16,93	18,76
1	6	2	3	5,4	50	21,42	18,80
1	5	3	3	4,0	50	18,97	18,00
1	6	3	3	4,0	60	20,49	20,58
1	6	4	3	5,4	40	20,76	19,14
1	6	5	3	4,0	50	21,77	17,07
1	6	6	3	4,0	40	18,35	18,00
2	1	1	4	4,0	40	26,53	17,23
2	2	1	4	5,4	40	20,27	17,02
2	1	2	4	4,0	50	26,12	19,52
2	2	2	4	4,0	40	19,68	19,14
2	1	3	4	5,4	40	17,54	19,18
2	2	3	4	5,4	50	15,22	22,44
2	1	4	4	4,0	60	20,16	20,45
2	2	4	4	4,0	50	18,14	18,72
2	1	5	4	5,4	50	22,26	18,51
2	2	5	4	5,4	60	29,49	18,29
2	1	6	4	5,4	60	18,63	20,83
2	2	6	4	4,0	60	20,75	19,27
2	3	1	5	4,0	50	22,56	20,16
2	4	1	5	5,4	50	23,90	18,29

2	3	2	5	4,0	60	26,56	17,02
2	4	2	5	5,4	40	27,39	17,28
2	3	3	5	4,0	40	26,91	18,12
2	4	3	5	5,4	60	18,61	20,45
2	3	4	5	5,4	60	15,30	17,36
2	4	4	5	4,0	40	17,58	19,52
2	3	5	5	5,4	40	17,60	20,62
2	4	5	5	4,0	60	15,91	19,06
2	3	6	5	5,4	50	15,12	17,87
2	4	6	5	4,0	50	19,56	17,70
2	5	1	6	4,0	60	25,79	20,50
2	6	1	6	5,4	60	26,47	17,49
2	5	2	6	5,4	60	25,93	18,25
2	6	2	6	5,4	50	25,46	18,51
2	5	3	6	4,0	50	23,87	17,70
2	6	3	6	4,0	60	18,48	20,79
2	5	4	6	5,4	50	23,46	19,69
2	6	4	6	5,4	40	23,48	18,38
2	5	5	6	4,0	40	25,10	17,23
2	6	5	6	4,0	50	27,01	19,48
2	5	6	6	5,4	40	19,22	18,00
2	6	6	6	4,0	40	23,04	18,34

Tabela 3A - Consumo de matéria seca total (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (CFDNcp), carboidrato não fibroso corrigido para cinza e proteína (CCNFcp) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), expresso em kg de MS

QL	An	Per	Trat	CMS	CMO	CPB	CEE	CFDN	CCNF
2	1	1	1	20,82	19,71	3,10	0,51	7,17	8,93
1	1	1	1	15,16	14,35	2,30	0,38	5,18	6,49
1	2	2	1	21,01	19,89	3,14	0,56	7,22	8,97
2	2	2	1	14,79	14,01	2,22	0,40	5,07	6,32
2	3	3	1	19,92	18,97	3,17	0,40	7,10	8,31
1	3	3	1	19,11	18,22	3,02	0,37	6,89	7,94
1	4	4	1	19,83	18,87	3,00	0,47	7,38	8,03
2	4	4	1	22,41	21,28	3,79	0,51	7,77	9,21
2	5	5	1	19,70	18,57	2,67	0,37	8,11	7,41
2	6	6	1	17,73	16,63	2,46	0,32	7,44	6,41
1	6	6	1	15,71	14,74	2,14	0,29	6,59	5,72
1	2	1	2	16,95	15,99	2,83	0,48	5,57	7,12
2	2	1	2	16,37	15,44	2,72	0,45	5,38	6,89
1	4	2	2	17,18	16,22	2,88	0,54	5,48	7,32
2	4	2	2	17,26	16,30	2,89	0,54	5,55	7,32
2	1	3	2	19,62	18,64	3,45	0,45	6,56	8,17
1	1	3	2	11,12	10,58	1,92	0,26	3,87	4,54
2	6	4	2	16,50	15,67	2,72	0,44	5,89	6,62
1	6	4	2	26,00	24,52	5,54	0,72	7,29	10,97
2	3	5	2	21,02	19,75	3,18	0,46	8,09	8,01
1	3	5	2	19,19	18,03	2,94	0,43	7,43	7,23
2	5	6	2	19,70	18,45	2,95	0,41	7,94	7,15
2	3	1	3	24,99	23,75	3,73	0,55	6,26	13,21
1	3	1	3	20,46	19,44	3,07	0,45	5,14	10,79
2	1	2	3	20,47	19,46	3,10	0,50	5,03	10,82
1	1	2	3	13,57	12,90	2,07	0,31	3,34	7,18
1	5	3	3	20,59	19,66	3,31	0,37	5,23	10,75
2	5	3	3	21,88	20,90	3,42	0,39	5,84	11,26
1	2	4	3	18,94	18,06	2,88	0,41	5,25	9,52
2	2	4	3	22,91	21,83	3,76	0,47	5,57	12,03
2	6	5	3	20,06	18,98	2,78	0,36	6,19	9,66
1	6	5	3	18,48	17,46	2,60	0,32	5,69	8,85
1	4	6	3	21,08	19,89	2,95	0,35	6,69	9,91
2	4	6	3	20,76	19,58	2,86	0,36	6,75	9,61
1	4	1	4	20,62	19,46	3,45	0,64	5,15	10,22
2	4	1	4	17,53	16,55	2,89	0,52	4,51	8,63
2	6	2	4	17,13	16,19	2,83	0,56	4,20	8,60
1	6	2	4	14,62	13,81	2,45	0,47	3,56	7,32

1	2	3	4	20,69	19,66	3,60	0,54	5,42	10,09
2	2	3	4	16,86	16,02	2,95	0,43	4,43	8,21
2	5	4	4	22,61	21,46	3,69	0,64	6,53	10,60
2	1	5	4	21,74	20,45	3,32	0,55	6,73	9,85
1	1	5	4	13,48	12,67	2,05	0,34	4,28	6,00
2	3	6	4	24,37	22,84	3,79	0,60	7,78	10,68
1	3	6	4	24,87	23,34	3,78	0,60	8,15	10,81
1	5	1	5	23,03	21,93	3,41	0,71	4,97	12,84
2	5	1	5	23,60	22,47	3,51	0,74	5,03	13,20
2	3	2	5	23,17	22,07	3,50	0,78	4,83	12,95
1	3	2	5	20,14	19,21	3,00	0,67	4,38	11,15
2	6	3	5	22,18	21,21	3,47	0,63	4,81	12,30
1	6	3	5	16,78	16,06	2,65	0,47	3,70	9,24
2	1	4	5	16,87	16,15	2,09	0,49	5,63	7,93
1	1	4	5	22,64	21,64	3,35	0,69	5,63	11,97
1	4	5	5	23,77	22,55	3,35	0,65	6,25	12,31
2	4	5	5	23,41	22,22	3,33	0,65	6,16	12,08
1	2	6	5	21,75	20,57	3,13	0,58	5,76	11,09
2	2	6	5	20,97	19,83	2,98	0,57	5,72	10,57
2	6	1	6	24,16	22,94	4,05	0,88	6,16	11,86
1	6	1	6	15,84	15,05	2,61	0,58	4,13	7,73
1	5	2	6	18,64	17,70	3,13	0,71	4,83	9,02
2	5	2	6	21,91	20,80	3,64	0,83	5,64	10,68
1	4	3	6	20,44	19,51	3,53	0,67	5,60	9,70
2	4	3	6	20,71	19,77	3,53	0,68	5,77	9,78
2	3	4	6	22,57	21,56	3,05	0,72	8,06	9,74
1	3	4	6	16,26	15,51	2,72	0,60	4,70	7,49
1	2	5	6	17,90	16,95	2,81	0,57	5,38	8,18
2	2	5	6	19,34	18,30	3,07	0,64	5,75	8,85
2	1	6	6	23,41	22,10	3,59	0,73	7,61	10,17
1	1	6	6	14,99	14,15	2,32	0,47	4,85	6,51

Tabela 4A - Digestibilidade da matéria seca total (DigMS), matéria orgânica (DigMO), proteína bruta (DigPB), extrato etéreo (DigEE), fibra em detergente neutro (DigFDN), carboidratos não fibrosos corrigidos para cinza e proteína (DigCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), expressa em % da MS

QL	An	Per	Trat	DigMS	DigMO	DigPB	DigEE	DigFDN	DigCNF	NDT
2	1	1	1	67,02	68,06	73,52	77,35	46,62	82,86	66,81
1	1	1	1	67,82	68,88	73,20	76,82	50,64	81,45	67,63
1	2	2	1	58,82	61,05	63,62	68,25	38,10	78,18	63,80
2	2	2	1	65,61	66,71	69,23	87,15	50,25	77,75	66,11
2	3	3	1	63,33	64,47	75,90	63,48	50,45	72,14	62,99
1	3	3	1	65,38	66,57	65,00	69,41	49,46	81,88	65,14
1	4	4	1	66,99	68,07	75,47	82,82	46,50	84,26	67,22
2	4	4	1	59,69	61,23	69,66	84,56	31,46	81,59	66,61
2	5	5	1	62,20	63,67	60,72	52,56	53,79	76,09	61,24
2	6	6	1	67,82	68,78	66,20	63,08	62,62	77,19	65,91
1	6	6	1	66,21	67,40	69,86	70,84	58,08	77,03	64,90
1	2	1	2	62,86	64,03	74,49	69,62	37,72	80,08	62,86
2	2	1	2	64,72	66,54	72,97	82,45	40,20	83,54	65,62
1	4	2	2	62,18	64,53	66,22	80,87	43,52	78,41	64,09
2	4	2	2	62,19	64,66	69,92	85,82	46,85	74,53	64,40
2	1	3	2	65,83	66,96	74,48	84,91	43,53	81,63	66,07
1	1	3	2	60,88	63,37	64,41	75,69	44,37	78,46	62,47
2	6	4	2	67,94	69,74	71,00	68,08	61,91	76,29	68,47
1	6	4	2	61,83	63,52	74,79	78,84	32,57	77,38	66,12
2	3	5	2	67,74	69,35	72,26	74,01	54,86	82,56	67,19
1	3	5	2	60,88	62,02	66,81	60,07	39,71	83,09	61,99
2	5	6	2	59,53	60,23	67,79	78,45	49,30	68,19	61,69
2	3	1	3	65,46	67,02	74,01	61,21	41,60	77,33	65,38
1	3	1	3	68,76	69,77	74,44	84,39	37,03	83,43	68,63
2	1	2	3	62,11	63,38	64,62	80,12	51,21	67,90	62,72
1	1	2	3	68,10	69,08	69,20	43,48	47,94	79,98	66,91
1	5	3	3	70,81	71,94	75,01	66,39	45,64	83,99	70,20
2	5	3	3	67,32	68,59	69,58	68,89	47,28	79,33	67,06
1	2	4	3	61,87	63,06	67,23	88,48	29,08	79,41	67,41
2	2	4	3	71,16	72,45	75,06	71,01	39,60	86,91	70,87
2	6	5	3	70,95	72,32	69,60	71,56	54,13	84,78	70,06
1	6	5	3	63,70	64,90	71,71	67,93	30,98	84,62	67,64
1	4	6	3	69,70	70,86	71,07	68,51	48,38	86,04	68,27
2	4	6	3	64,11	64,99	65,66	64,27	39,88	82,45	62,68
1	4	1	4	67,14	68,61	72,33	89,40	31,94	84,54	68,22
2	4	1	4	68,96	71,12	76,97	84,37	25,76	92,05	72,49
2	6	2	4	65,03	66,35	72,32	77,67	34,88	79,00	65,83
1	6	2	4	64,30	65,45	72,47	85,16	26,47	80,80	67,15
1	2	3	4	62,23	63,17	76,12	72,29	23,74	79,22	65,15

2	2	3	4	73,94	74,90	80,94	83,75	40,65	90,76	73,78
2	5	4	4	63,44	64,14	74,90	68,93	41,04	74,34	63,31
2	1	5	4	63,16	64,56	66,06	83,06	34,19	83,77	63,38
1	1	5	4	63,44	64,32	63,90	80,99	41,52	79,79	63,03
2	3	6	4	62,52	64,08	67,76	79,50	43,52	76,89	62,48
1	3	6	4	62,48	63,14	66,81	74,55	32,62	84,25	61,52
1	5	1	5	73,78	74,47	78,45	83,50	38,38	86,88	74,13
2	5	1	5	70,99	72,42	74,08	84,43	40,76	83,38	72,25
2	3	2	5	58,56	60,05	64,33	70,55	15,38	74,91	65,41
1	3	2	5	69,64	70,23	76,92	78,91	37,42	80,78	70,28
2	6	3	5	60,48	61,98	68,88	75,79	21,42	75,19	66,10
1	6	3	5	76,15	77,02	81,34	80,38	42,28	89,51	76,51
2	1	4	5	60,39	62,25	57,68	73,92	35,05	82,06	62,24
1	1	4	5	63,99	66,13	60,20	65,08	43,52	78,48	65,67
1	4	5	5	69,56	70,73	70,65	78,44	43,58	84,11	69,79
2	4	5	5	72,13	73,16	74,47	83,98	36,68	90,82	72,36
1	2	6	5	74,28	83,82	83,15	85,57	45,06	104,05	82,14
2	2	6	5	71,94	72,59	77,82	79,21	46,93	84,65	71,34
2	6	1	6	60,73	62,76	67,35	76,30	44,24	69,80	63,05
1	6	1	6	61,02	62,95	72,39	86,83	37,65	71,47	63,80
1	5	2	6	68,33	69,58	78,47	79,59	38,96	82,10	69,89
2	5	2	6	64,44	65,96	75,82	78,25	38,83	75,98	66,34
1	4	3	6	66,24	67,79	73,09	82,82	35,52	83,45	68,11
2	4	3	6	67,63	69,13	75,93	76,85	34,02	86,87	69,13
2	3	4	6	56,02	58,43	54,66	73,60	33,04	79,51	62,25
1	3	4	6	67,43	68,84	75,37	85,46	39,45	83,56	70,60
1	2	5	6	77,99	78,43	83,54	89,84	54,34	91,72	77,85
2	2	5	6	61,26	62,98	63,87	76,98	28,69	83,92	66,96
2	1	6	6	63,67	64,95	67,91	81,71	41,16	80,50	64,50
1	1	6	6	63,32	66,67	67,93	69,28	45,25	81,98	65,62

Tabela 5A - Compostos nitrogenados na urina

QL	An	Per	Trat	Peso	N Total (g)	Creatinina (L/dia)	Exc Uréia (mg/dia)	ALU (mmol)
1	4	1	4	500	182,08	19,09	17,73	351,47
2	3	1	3	604	193,90	23,68	11,27	406,55
2	6	1	6	595	197,80	23,60	13,71	374,05
2	1	1	1	576	184,60	15,89	21,12	401,23
2	4	1	4	585	188,78	14,28	21,14	395,29
1	2	1	2	533	183,66	17,43	21,59	369,36
1	5	1	5	531	187,14	20,23	21,23	358,77
2	5	1	5	553	183,43	13,50	21,14	373,09
1	3	1	3	521	182,52	18,58	16,69	393,50
2	2	1	2	584	188,80	17,21	21,03	404,87
1	1	1	1	451	188,60	17,01	21,39	386,41
1	6	1	6	564	188,83	17,43	12,82	350,69
1	4	2	2	520	183,68	21,31	19,01	366,53
2	3	2	5	638	198,98	21,72	15,66	415,96
2	6	2	4	598	181,65	18,42	12,30	355,19
2	1	2	3	634	181,93	21,33	18,89	392,87
2	4	2	2	595	189,43	13,82	18,27	369,14
1	2	2	1	550	193,09	16,93	19,29	409,85
1	5	2	6	586	196,81	18,15	17,85	388,89
2	5	2	6	619	196,11	17,77	15,90	402,26
1	3	2	5	550	184,38	17,92	21,78	397,39
2	2	2	1	592	182,50	16,88	21,34	370,22
1	1	2	3	445	185,52	19,36	21,69	367,55
1	6	2	4	567	189,36	18,40	10,91	351,98
1	4	3	6	534	192,17	20,78	21,62	365,72
2	3	3	1	626	180,61	14,36	21,88	358,98
2	6	3	5	614	188,34	21,16	19,36	388,60
2	1	3	2	645	189,19	18,55	17,79	367,78
2	4	3	6	634	192,21	14,44	21,77	401,27
1	2	3	4	562	182,12	19,18	21,65	394,76
1	5	3	3	573	184,31	21,99	21,32	382,32
2	5	3	3	623	188,09	19,67	18,47	404,09
1	3	3	1	501	186,58	19,27	21,01	371,53
2	2	3	4	618	184,40	19,99	15,67	359,19
1	1	3	2	440	183,33	18,56	22,13	351,87
1	6	3	5	570	182,88	18,68	20,87	356,06
1	4	4	1	521	191,50	19,21	22,70	405,57
2	3	4	6	677	199,12	20,90	10,50	406,33
2	6	4	2	602	180,52	18,19	17,66	354,31
2	1	4	5	652	185,24	23,26	10,35	384,30
2	4	4	1	610	188,89	16,11	21,53	381,40
1	2	4	3	550	196,08	18,95	21,56	412,49
2	5	4	4	645	187,52	19,65	19,23	377,42
1	3	4	6	538	187,07	18,48	15,11	352,57
2	2	4	3	608	182,20	21,31	21,35	380,47
1	1	4	5	438	186,60	17,28	21,96	383,98

1	6	4	2	574	189,71	23,90	21,41	400,47
1	4	5	5	526	185,35	18,26	21,69	371,30
2	3	5	2	668	186,39	19,94	21,51	389,92
2	6	5	3	602	188,04	18,57	16,38	403,82
2	1	5	4	659	180,26	19,76	19,43	381,51
2	4	5	5	645	187,72	20,86	20,97	402,74
1	2	5	6	511	188,31	17,58	20,84	361,67
2	5	5	1	658	187,68	18,93	17,66	365,10
1	3	5	2	555	180,35	19,56	13,76	364,67
2	2	5	6	628	190,95	20,42	20,87	394,36
1	1	5	4	433	189,98	20,06	15,74	399,39
1	6	5	3	593	180,72	17,02	20,50	395,35
1	4	6	3	534	186,59	18,44	20,97	399,49
2	3	6	4	695	188,86	18,34	20,22	381,61
2	6	6	1	635	188,76	19,21	16,70	379,34
2	1	6	6	683	192,31	19,61	11,49	398,50
2	4	6	3	630	185,94	18,40	20,91	375,41
1	2	6	5	542	180,39	19,22	20,30	391,11
2	5	6	2	700	186,26	18,03	18,16	365,12
1	3	6	4	565	186,66	19,71	19,08	386,35
2	2	6	5	650	193,72	19,93	20,78	359,05
1	1	6	6	415	186,66	19,83	15,65	394,38
1	6	6	1	589	186,27	19,80	14,40	387,03

Tabela 6A - Ácido úrico na urina (AUU), derivados de purina na urina (DP), purinas absorvidas (Pur abs), nitrogênio microbiano (Nmic), proteína bruta microbiana (PBmic) e eficiência microbiana (Efmic)

QL	An	Pero	Trat	Peso	AUU	DP	Pur abs	Nmic (g)	PBmic (g)	Efmic
1	4	1	4	500	36,75	408,36	416,74	302,99	1893,66	136,69
2	3	1	3	604	38,77	462,09	470,25	341,89	2136,83	134,91
2	6	1	6	595	47,19	435,34	439,59	319,60	1997,52	133,73
2	1	1	1	576	39,71	459,03	469,22	341,14	2132,14	154,46
2	4	1	4	585	41,99	454,58	463,15	336,73	2104,57	173,79
1	2	1	2	533	34,86	417,67	424,56	308,68	1929,23	179,97
1	5	1	5	531	38,91	418,97	426,28	309,93	1937,03	150,60
2	5	1	5	553	33,76	424,54	430,77	313,19	1957,42	153,37
1	3	1	3	521	37,16	452,14	466,25	338,98	2118,64	157,45
2	2	1	2	584	34,43	457,55	466,74	339,34	2120,86	172,31
1	1	1	1	451	34,03	435,31	453,18	329,48	2059,28	159,03
1	6	1	6	564	34,87	408,54	410,92	298,76	1867,25	176,25
1	4	2	2	520	40,99	427,23	437,04	317,75	1985,91	174,95
2	3	2	5	638	36,20	472,69	479,65	348,72	2179,53	162,70
2	6	2	4	598	36,83	418,37	419,36	304,89	1905,57	175,33
2	1	2	3	634	34,41	451,01	454,49	330,43	2065,21	173,72
2	4	2	2	595	34,56	426,26	428,92	311,84	1949,01	182,53
1	2	2	1	550	35,26	463,85	477,30	347,02	2168,87	175,50
1	5	2	6	586	38,05	448,61	456,04	331,56	2072,25	177,09
2	5	2	6	619	35,54	457,85	463,90	337,27	2107,97	147,73
1	3	2	5	550	35,84	446,75	457,18	332,39	2077,44	151,70
2	2	2	1	592	33,76	418,95	420,59	305,79	1911,17	177,59
1	1	2	3	445	38,72	433,51	451,65	328,37	2052,31	183,32
1	6	2	4	567	41,06	414,07	417,15	303,29	1895,56	179,97
1	4	3	6	534	41,56	432,37	441,75	321,18	2007,35	155,74
2	3	3	1	626	41,04	416,96	415,15	301,84	1886,47	152,85
2	6	3	5	614	37,31	444,87	449,08	326,50	2040,65	153,34
2	1	3	2	645	41,23	431,44	430,48	312,98	1956,12	153,45
2	4	3	6	634	40,11	462,80	468,36	340,52	2128,26	159,46
1	2	3	4	562	40,81	456,06	467,02	339,54	2122,15	172,58
1	5	3	3	573	42,28	445,36	453,40	329,65	2060,28	143,95
2	5	3	3	623	39,33	465,20	472,18	343,29	2145,59	149,53
1	3	3	1	501	40,14	430,02	442,12	321,44	2009,03	161,90
2	2	3	4	618	41,64	427,36	428,12	311,26	1945,38	162,43
1	1	3	2	440	38,67	416,66	432,32	314,32	1964,49	185,89
1	6	3	5	570	38,92	412,52	415,05	301,76	1886,01	158,40
1	4	4	1	521	40,03	465,75	482,25	350,62	2191,38	165,75
2	3	4	6	677	40,20	468,79	471,57	342,85	2142,82	186,95
2	6	4	2	602	37,89	410,83	410,13	298,18	1863,63	165,67
2	1	4	5	652	40,11	444,68	445,44	323,85	2024,08	175,86
2	4	4	1	610	40,28	441,35	445,30	323,76	2023,48	150,25
1	2	4	3	550	37,90	465,62	479,37	348,53	2178,29	174,54
2	5	4	4	645	39,30	434,86	434,51	315,91	1974,43	138,45
1	3	4	6	538	38,50	420,57	427,50	310,81	1942,56	172,87
2	2	4	3	608	38,75	439,97	443,85	322,70	2016,89	168,07

1	1	4	5	438	38,40	444,94	465,79	338,65	2116,57	147,25
1	6	4	2	574	41,21	468,23	480,22	349,14	2182,15	141,02
1	4	5	5	526	38,04	436,25	447,08	325,05	2031,54	142,80
2	3	5	2	668	39,88	445,10	444,50	323,17	2019,82	143,96
2	6	5	3	602	37,15	458,58	466,30	339,02	2118,86	153,52
2	1	5	4	659	39,52	436,16	434,78	316,10	1975,65	155,87
2	4	5	5	645	37,93	464,57	469,45	341,31	2133,21	146,34
1	2	5	6	511	36,63	425,69	436,07	317,05	1981,54	146,33
2	5	5	1	658	37,85	421,57	417,71	303,69	1898,07	162,12
1	3	5	2	555	39,12	421,37	426,85	310,34	1939,64	174,14
2	2	5	6	628	40,83	451,10	455,14	330,91	2068,19	179,53
1	1	5	4	433	40,13	459,07	482,91	351,10	2194,37	155,11
1	6	5	3	593	37,83	458,98	467,59	339,96	2124,74	190,08
1	4	6	3	534	36,87	462,29	476,96	346,77	2167,30	157,08
2	3	6	4	695	36,67	442,15	438,65	318,92	1993,23	137,31
2	6	6	1	635	40,01	442,81	444,75	323,36	2020,97	177,59
2	1	6	6	683	39,23	462,83	464,03	337,37	2108,56	151,32
2	4	6	3	630	36,80	431,43	431,81	313,95	1962,18	154,24
1	2	6	5	542	38,45	456,03	468,84	340,87	2130,44	144,53
2	5	6	2	700	36,07	426,64	419,96	305,33	1908,29	168,18
1	3	6	4	565	37,94	442,76	451,09	327,96	2049,78	140,42
2	2	6	5	650	39,85	422,38	419,38	304,91	1905,68	137,51
1	1	6	6	415	39,65	461,04	487,02	354,08	2213,02	156,08
1	6	6	1	589	39,60	449,68	457,01	332,27	2076,68	171,46

Tabela 7A - Nitrogênio uréico no plasma (NUP)

QL	An	Per	Trat	Peso	NUP (mg/dL)
1	4	1	4	500	19,55
2	3	1	3	604	16,94
2	6	1	6	595	19,30
2	1	1	1	576	20,34
2	4	1	4	585	21,09
1	2	1	2	533	17,77
1	5	1	5	531	17,23
2	5	1	5	553	19,30
1	3	1	3	521	17,89
2	2	1	2	584	19,39
1	1	1	1	451	17,44
1	6	1	6	564	15,94
1	4	2	2	520	17,23
2	3	2	5	638	16,32
2	6	2	4	598	18,35
2	1	2	3	634	19,80
2	4	2	2	595	19,68
1	2	2	1	550	16,60
1	5	2	6	586	18,68
2	5	2	6	619	17,15
1	3	2	5	550	18,35
2	2	2	1	592	17,60
1	1	2	3	445	17,15
1	6	2	4	567	17,85
1	4	3	6	534	17,02
2	3	3	1	626	18,39
2	6	3	5	614	17,64
2	1	3	2	645	19,43
2	4	3	6	634	18,43
1	2	3	4	562	20,18
1	5	3	3	573	18,77
2	5	3	3	623	16,73
1	3	3	1	501	17,64
2	2	3	4	618	16,90
1	1	3	2	440	19,14
1	6	3	5	570	18,81
1	4	4	1	521	20,05
2	3	4	6	677	18,14
2	6	4	2	602	20,43
2	1	4	5	652	16,69
2	4	4	1	610	18,77
1	2	4	3	550	22,00

2	5	4	4	645	18,35
1	3	4	6	538	17,93
2	2	4	3	608	18,89
1	1	4	5	438	19,76
1	6	4	2	574	16,69
1	4	5	5	526	17,77
2	3	5	2	668	17,02
2	6	5	3	602	20,22
2	1	5	4	659	17,52
2	4	5	5	645	17,93
1	2	5	6	511	16,94
2	5	5	1	658	20,05
1	3	5	2	555	19,14
2	2	5	6	628	18,68
1	1	5	4	433	17,35
1	6	5	3	593	20,09
1	4	6	3	534	17,89
2	3	6	4	695	17,35
2	6	6	1	635	19,30
2	1	6	6	683	16,90
2	4	6	3	630	17,64
1	2	6	5	542	17,15
2	5	6	2	700	18,14
1	3	6	4	565	20,38
2	2	6	5	650	18,02
1	1	6	6	415	19,10
1	6	6	1	589	17,98
