

Consumo, Digestibilidade Aparente, Produção e Composição do Leite em Vacas Alimentadas com Quatro Níveis de Compostos Nitrogenados Não-Protéicos¹

Antonia Santos Oliveira², Rilene Ferreira Diniz Valadares³, Sebastião de Campos Valadares Filho³, Paulo Roberto Cecon³, Gisele Andrade de Oliveira⁴, Rosângela Maria Nunes da Silva⁵, Marcos Antônio Lana Costa⁶

RESUMO - Foram objetivos desta pesquisa determinar o tempo necessário para a adaptação dos animais às rações e medição do consumo e da produção de leite e avaliar o efeito de quatro níveis de proteína bruta na forma de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) (2,22; 4,18; 5,96 e 8,09%) sobre a produção e composição do leite, os consumos e as digestibilidades aparentes de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) e proteína bruta (PB), assim como o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT). Utilizaram-se 16 vacas holandesas em quatro quadrados latinos balanceados 4 x 4, distribuídos de acordo com o período de lactação. As quatro rações experimentais foram formuladas para conter, na base da matéria seca, 60% de silagem de milho e 40% de concentrado. Foram utilizados níveis crescentes de uréia no concentrado (0; 0,7; 1,4; e 2,1%) para os tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Todas as dietas foram isotrópicas, aproximadamente 14% PB. Os níveis crescentes de NNP na dieta resultaram em consumo reduzido de MS, MO, PB, CHOT e NDT e aumento linear do de EE. Já os consumos de FDN, expressos em kg/dia e %PV, apresentaram comportamento quadrático, observando-se valores máximos de 6,99 kg e 1,56%PV, com 4,54 e 4,26% de NNP, respectivamente. As digestibilidades aparentes totais de MS, MO, FDN, EE, PB e CHOT não foram influenciadas pelos níveis de NNP na dieta, sendo observadas médias de 69,45; 70,71; 67,26; 88,34; 70,57; e 70,91%, respectivamente. A produção de leite corrigida, ou não, para 3,5% de gordura, as quantidades de gordura e proteína e os teores de proteína do leite diminuíram linearmente, enquanto os teores de gordura e a eficiência alimentar, expressa em kg de leite/kg MS ingerida, não foram influenciadas pelos níveis de NNP na dieta.

Palavras chave: compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), consumo, digestibilidade, produção de leite, vacas em lactação

Intake, Apparent Digestibility, Milk Composition and Production of Lactating Cows Fed Four non Protein Nitrogen Compounds Levels

ABSTRACT- The objective of this research were to detect how many days were necessary to animals to adapt to diets, to measure intake and milk production; also, to evaluate the effect of four levels of crude protein in the non protein nitrogen (NPN) based compounds (2,22; 4,18; 5,96 e 8,09%) on the milk composition and production, the intake and apparent digestibilities of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), ether extract (EE), total carbohydrates (CHOT) and crude protein (CP) and the intake of total digestible nutrient (NDT). Sixteen Holstein cows were allotted to four balanced 4 x 4 Latin square design in accordance with the lactation period. The four experimental diet were formulated to contain 60% of corn silage and 40% of corn meal, soybean meal, urea and mineral mix mixture. Crescent levels of urea in the concentrate (0,0; 0,7; 1,4 e 2,1%) for the treatment 1, 2, 3 and 4, respectively, were used. All diets were isoproteic, approximately 14% CP. There were a decrease in the intake of DM, OM, CP CHOT and TDN; and EE linearly increased as the NPN increased in the diets. While, the intake of NDF, expressed as kg/day and %LW, presenting a quadratic response, with maximum intake values of 6,99 kg and 1,56% for 4,54 and 4,26% NPN, respectively. The total apparent digestibilities of DM, OM, NDF, EE, CP and CHOT were not influenced by the NPN level in the diets, with observed means of 69,45; 70,71; 62,26; 88,34; 70,57 and 70,91%, respectively. The milk production corrected or not for 3,5% fat, the fat and milk protein yield and milk protein content linearly decrease while the fat content and feed efficiency, expressed as kg milk/kgDM were not influenced by the NPN levels in the diet.

Key Words: non protein nitrogen (NPN) compounds, intake, digestibility, milk production, lactating cows

¹ Parte da tese de Mestrado apresentada à Universidade Federal de Viçosa. Projeto parcialmente financiado pela FAPEMIG.

² Professora da UEMA.

³ Professor da UFV. E-mail: rilene@mail.ufv.br; scvfilho@mail.ufv.br

⁴ Estudante de Mestrado.

⁵ Professora da UFPB.

⁶ Bolsista de Iniciação Científica.

Introdução

O Brasil possui o maior efetivo bovino comercial do mundo, dos quais cerca de 21 milhões de vacas de leite produzem, aproximadamente, 20 bilhões de litros por ano, com média geral de três litros/dia (BENEDETTI e COLMANETTI, 1999). Há, portanto, necessidade de se elevarem a produtividade e a eficiência técnico-econômica dos sistemas de produção.

A ingestão de matéria seca (IMS) é importante critério para avaliação de dietas, especialmente para vacas de alta produção. Nem sempre é possível atender aos requerimentos de energia para animais de alta produção com IMS limitante, resultando em perda de peso e, conseqüentemente, redução na produção. A IMS depende de muitas variáveis, incluindo peso vivo, nível de produção de leite, estágio da lactação, condições ambientais, fatores psicogênicos e de manejo, histórico de alimentação, condição corporal e tipo e qualidade dos ingredientes da ração, particularmente forragens (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1988).

O controle da ingestão dos alimentos é influenciado por vários fatores. Segundo RODRIGUES (1998), existem dois mecanismos básicos de regulação de consumo, denominados de curta e longa duração. Mecanismos de controle de curta duração referem-se a eventos diários que afetam a frequência, o tamanho e padrão de alimentação e estão relacionados aos estímulos que iniciam o processo de fome e saciedade, enquanto a regulação de longa duração se refere ao consumo médio diário, por extenso período de tempo, durante o qual o equilíbrio de peso é atingido e mantido.

MERTENS (1992) afirmou que os pontos críticos para se estimar o consumo são as limitações relativas ao animal, ao alimento e às condições de alimentação. Quando a densidade energética da ração é alta (baixa concentração de fibra), em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pela demanda energética. Para rações de densidade energética baixa (alto teor de fibra), o consumo será limitado pelo efeito de enchimento. Se houver disponibilidade limitada de alimentos, o enchimento e a demanda de energia não seriam importantes para predizer o consumo.

A fibra em detergente neutro (FDN) é uma medida do conteúdo total de fibra insolúvel do alimento, incluindo a celulose, a hemicelulose e lignina (ALLEN, 1995) e constitui-se no parâmetro

mais usado para o balanceamento de rações, que fornece medidas quantitativas das diferenças entre gramíneas e leguminosas, de estações frias ou quentes, alimento volumoso ou concentrado, estando relacionada com a modulação do consumo, a densidade energética do alimento, a mastigação, a taxa de passagem e a digestibilidade (VAN SOEST et al., 1991; MERTENS, 1997).

A qualidade das forragens deve ser considerada, pois seu conteúdo de FDN varia amplamente, dependendo da espécie, da maturidade e do crescimento da planta. Outro parâmetro que também deve ser considerado é a digestibilidade da FDN, pois possui degradabilidade ruminal variada, o que pode, conseqüentemente, influenciar o desempenho do animal (OBA e ALLEN, 1998).

O NRC (1988) relatou valores mínimos de 25 a 27% de FDN na dieta de vacas, sendo que 75% desse total devem ser oriundos de forragens, para evitar problemas de redução nos teores de gordura do leite. MERTENS (1988) recomendou para vacas de alta produção valores que variam de 45 até um mínimo de 27% de FDN na ração, para animais com produção variando de 14 até mais de 30 kg de leite/dia, respectivamente. Esses níveis devem ser mantidos para que a restrição da ingestão de MS não possa ser fator limitante da produtividade.

A digestibilidade dos nutrientes da ração fornece uma idéia da capacidade do alimento em ser aproveitado pelo animal, sendo influenciada por vários fatores, entre os quais podem-se citar os níveis de proteína bruta (PB) da dieta (MINSON, 1982). VALADARES FILHO et al. (2000) observaram que a substituição da silagem de alfafa pela espiga de milho de alta umidade moída, pelo farelo de soja e pela uréia contribuiu para o aumento linear da digestibilidade aparente da PB.

Os carboidratos totais (CHOT) contribuem, de modo geral, com 75% da matéria seca (MS) das forragens, sendo, conseqüentemente, a principal fonte de energia para os ruminantes (SILVA e LEÃO, 1979).

O nutriente exigido em maior quantidade pelos ruminantes, após a energia, é a proteína, que tem como principal função fornecer os aminoácidos para a promoção dos muitos processos de síntese que ocorrem no organismo dos ruminantes (DUTRA et al., 1997). Sincronização da fermentação energética e da degradação da PB é essencial para eficiente utilização da energia e proteína pelos microrganismos ruminais (EKINCI e BRODERICK, 1997).

A silagem de milho tem baixo conteúdo protéico, geralmente entre 6 e 9% de PB na matéria seca. A principal função da silagem de milho em uma dieta é fornecer energia e fibra efetiva para o animal (VILELA, 1999). Segundo SILVA e LEÃO (1979), os microrganismos do rúmen exigem um mínimo de 1% de compostos nitrogenados na dieta, para que haja digestão adequada.

Os suplementos protéicos são normalmente os componentes mais caros da ração para vacas leiteiras. O uso de uréia ou outros compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) pode representar uma alternativa para atender às exigências das vacas lactantes em proteína, ao mesmo tempo que reduz os custos deste nutriente (LOPEZ, 1984). De acordo com HOLTER et al. (1968), a uréia tem sido incorporada até o nível de 2,5% em misturas de concentrados, sem apresentar efeitos prejudiciais ao consumo de alimentos, à sua digestibilidade ou à produção de leite.

O experimento foi realizado com os objetivos de determinar o tempo necessário para a adaptação e medição do consumo e da produção de leite e avaliar o efeito dos níveis de NNP sobre a produção e composição do leite, os consumos e as digestibilidades aparentes de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) e proteína bruta (PB); bem como o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT).

Material e Métodos

Foram utilizadas 16 vacas Holandesas em lactação, com peso médio aproximado de 450 kg e produção de leite aproximada de 20 kg, distribuídas em quatro quadrados latinos (QL) balanceados 4 × 4, de acordo com o período de lactação, observando-se médias, ao início do experimento, de 57, 41, 35 e 20 dias de lactação, para os quadrados latinos 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Os tratamentos foram constituídos de quatro níveis de uréia, 0; 0,7; 1,4; e 2,1% na matéria seca (MS) total das rações, correspondentes aos teores de proteína bruta (PB) na forma de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) de 2,22; 4,18; 5,96; e 8,09%, respectivamente. As rações foram calculadas para conter aproximadamente 14% de PB. Como volumoso, foi utilizada a silagem de milho na proporção de 60% em todas as rações. A composição percentual dos ingredientes na MS total das rações é mostrada na Tabela 1; a composição química dos concentrados e

da silagem de milho, na Tabela 2; e a composição das rações totais, na Tabela 3.

O experimento teve início em 23/05/99 e se estendeu até 05/09/99. Cada período experimental teve duração de 21 dias, sendo sete dias de adaptação e 14 dias para medição do consumo, da digestibilidade e produção de leite. O peso dos animais foi estimado, a partir do escore corporal, ao início e final de cada período experimental.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes utilizados nos tratamentos experimentais (%MS)
Table 1 - Percent composition of ingredients used in the experimental treatments (%DM)

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Tratamento <i>Treatment</i>			
	1	2	3	4
Silagem de milho <i>Corn silage</i>	60	60	60	60
Fubá de milho <i>Corn meal</i>	18,31	22,19	26,07	29,95
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	20,09	15,51	10,93	6,35
Uréia <i>Urea</i>	0	0,7	1,4	2,1
Mistura mineral <i>Mineral mix</i>	1,6	1,6	1,6	1,6

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) e fibra em detergente neutro (FDN) dos concentrados e da silagem de milho

Table 2 - Average content of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), non protein nitrogen compounds (NPN), ether extract (EE), total carbohydrates (CHOT) and neutral detergent fiber (NDF) of the concentrates and corn silage

Item	Concentrado <i>Concentrate</i>				Silagem <i>Silage</i>
	1	2	3	4	
MS%	87,36	87,32	87,24	87,14	28,80
DM%					
MO ¹	93,33	94,38	95,30	95,61	93,26
OM					
PB ¹	24,60	24,60	24,60	24,60	6,50
CP					
NNP (%PB)	0,06	0,26	0,44	0,73	0,41
NPN (%CP)					
EE ¹	2,66	2,85	3,59	3,94	1,68
CHOT ¹	66,07	66,93	67,11	67,31	85,08
FDN ¹	15,12	15,12	15,12	15,12	63,48
NDF					
CNF ¹	50,95	51,81	51,99	52,19	21,60

¹Porcentagem da MS (DM percentage).

As vacas foram ordenhadas duas vezes diariamente, sendo suas produções registradas individualmente. As amostras de leite foram coletadas na 1ª e 2ª ordenhas do 15º e 21º dia de cada período experimental e analisadas para gordura e proteína, de acordo com a metodologia descrita por PREGNOLATTO e PREGNOLATTO (1985).

A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLC), pela equação citada por SKLAN et al. (1992): $PLC = (0,432 + 0,1625 \times G) \times \text{kg de leite}$, em que G = % gordura do leite.

Os animais foram alojados em baias individuais providas de cocho e bebedouro individual. O alimento foi oferecido na forma de mistura completa, duas vezes ao dia, de modo a permitir 5% de sobras.

Durante todo o período experimental, as sobras de cada animal foram pesadas diariamente antes do fornecimento do alimento, retirando-se uma alíquota, que foi acondicionada em sacos plásticos e armazenada a -20°C. A cada sete dias, foi feita uma amostra composta, sendo o mesmo procedimento realizado para a silagem de milho e o concentrado.

As fezes foram coletadas diretamente da ampola retal, duas vezes, uma às 8 h do 15º dia e a outra às 15 h do 20º dia de cada período, de acordo com a metodologia descrita por VAGNONI et al. (1997), sendo posteriormente acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20°C.

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

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

As análises foram realizadas nos Departamentos de Veterinária e de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, onde a matéria seca (MS), o extrato etéreo (EE) e os compostos nitrogenados totais (N-total) foram determinados conforme metodologia descrita por SILVA (1990). A análise de fibra em detergente neutro (FDN) foi feita de acordo com a metodologia descrita por VAN SOEST et al. (1991), utilizando-se sacos de náilon em substituição aos cadinhos filtrantes.

A porcentagem de carboidratos totais (CHOT) foi obtida por: $100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$ e os nutrientes digestíveis totais, $NDT = PBd + CHOTd + 2,25.EEd$, em que PBd, CHOTd e EEd significam proteína bruta, carboidratos totais e extrato etéreo digestíveis, conforme metodologias descritas por SNIFFEN et al. (1992). O teor de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) foi obtido pela metodologia descrita por Broderick em 1997 (comunicação pessoal), em que aproximadamente 10 g de amostra foram diluídos em 100 mL de H₂O destilada, batidos em liquidificador por 30" e filtrados em duas camadas de gase. Posteriormente, uma alíquota de 20 mL do filtrado foi tratada com 5 mL de ácido tricloacético a 25%, centrifugada a 30.000x g e o sobrenadante, analisado para N total, segundo SILVA (1990).

A eficiência alimentar foi computada para cada vaca, dividindo-se a produção média de leite pela ingestão média de MS das semanas dois e três de cada período experimental (VALADARES FILHO et al., 2000).

Os resultados foram avaliados por meio de aná-

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidos para as quatro rações experimentais

Table 3 - Average contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), non protein nitrogen compounds (NPN), ether extract (EE), total carbohydrates (CHOT), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN) of the concentrates and corn silage

Item	Ração experimental Experimental diet			
	1	2	3	4
MS%	49,94	49,93	49,90	49,86
DM%				
MO ¹	93,29	93,71	94,08	94,20
OM				
PB ¹	13,74	13,74	13,74	13,74
CP				
NNP (%PB)	2,22	4,18	5,96	8,09
NPN (%CP)				
EE ¹	2,07	2,15	2,44	2,58
CHOT ¹	77,48	77,82	77,90	77,88
FDN ¹	44,14	44,14	44,14	44,14
NDF				
CNF	33,34	33,68	33,00	33,74
NDT ¹	70,81	72,07	70,14	71,60
TDN				

¹Porcentagem da MS (DM percentage).

lises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1998). Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o coeficiente de determinação (R^2), que foi calculado como a relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento, e a significância observada por meio do teste F, em nível de 5% de probabilidade. Os quatro quadrados latinos foram analisados em conjunto. Para analisar o consumo de matéria seca e a produção de leite nas semanas 1, 2 e 3, utilizou-se a metodologia de identidade de modelos recomendada por REGAZZI (1996).

Resultados e Discussão

Na Tabela 4, são apresentadas as equações de regressões referentes às ingestões de matéria seca (MS), expressas em quilogramas por dia e em porcentagem do peso vivo, e à produção de leite, expressa em quilograma por dia, para as semanas 1, 2 e 3. Observa-se que, na semana 1, os consumos não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de compostos nitrogenados não protéicos (NNP) nas rações, enquanto, nas semanas 2 e 3, o consumo e a produção de leite foram reduzidos com os níveis crescentes de NNP nas rações. O teste de identidade dos modelos não mostrou diferença entre as equações obtidas para as semanas 2 e 3. Isto permite sugerir que a primeira semana foi suficiente para adaptação das vacas às rações e que o consumo de MS e a produção de leite podem ser medidos em somente uma semana. Assim, pode-se inferir que o período experimental total pode ser reduzido para 14 dias, o que resultará em economia de, aproximadamente, 33% de tempo e alimentos utilizados nas rações. Resultados semelhantes foram obtidos por VALADARES FILHO et al. (2000). Assim, nas condições desta pesquisa, serão utilizadas as médias obtidas para as semanas 2 e 3.

As médias relativas aos consumos diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CHOT) e de nutrientes digestíveis totais (NDT), expressas em quilogramas por dia e em porcentagem do peso vivo (% PV), os coeficientes de variação e as equações de regressão com seus coeficientes de determinação são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 5 e 6. O consumo de MS expresso de ambas as formas decresceu linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de NNP na ração e variou de 16,66 a 14,41 kg/dia e de 3,70 a 3,18% PV (Tabela 5).

Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas para os consumos de matéria seca (CMS) e a produção de leite (PL), em função dos níveis de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) das rações, obtidas para as três semanas, e coeficientes de determinação (r^2) e probabilidades (P)

Table 4 - Fitted regression equations for the dry matter intake (DMI) and milk production (MP), in function of the dietary non protein nitrogen compounds (NPN) levels, obtained for three weeks, and coefficients of determination (r^2) and probabilities (P)

Semana Week	Regressão Regression	R^2/r^2	PC
CMS (kg/dia) DMI (kg/d)			
1	$\hat{Y} = 15,3468\text{NNP}$	-	-
2	$\hat{Y} = 17,4747 - 0,306037\text{NNP}$	0,9210	0,0200
3	$\hat{Y} = 18,2663 - 0,488368\text{NNP}$	0,8607	0,0360
2 e 3	$\hat{Y} = 0,3972\text{NNP}$	0,8284	0,0008
CMS (%PV) DMI (%LW)			
1	$\hat{Y} = 3,4419$	-	-
2	$\hat{Y} = 3,917119 - 0,0735125\text{NNP}$	0,9263	0,0188
3	$\hat{Y} = 3,95749 - 0,0996411\text{NNP}$	0,8614	0,0369
2 e 3	$\hat{Y} = 3,93734 - 0,086577\text{NNP}$	0,8199	0,0010
PL (kg/dia) MP (kg/d)			
1	$\hat{Y} = 18,6089\text{NNP}$	-	-
2	$\hat{Y} = 20,9898 - 0,382216\text{NNP}$	0,9942	0,0014
3	$\hat{Y} = 21,2747 - 0,472967\text{NNP}$	0,9104	0,0229
2/3	$\hat{Y} = 21,1323 - 0,4227591\text{NNP}$	0,9232	0,0001

A relação entre o consumo de MS e os níveis de NNP na dieta (Tabela 6) indicou que, a cada unidade percentual de NNP na dieta, ocorreu decréscimo de 390,59 g na ingestão de MS (IMS). A diminuição do consumo alimentar, devido à utilização de uréia em rações completas (em níveis variando de 1,5 a 2,5% na MS), está de acordo com os trabalhos citados anteriormente, provavelmente em decorrência da baixa palatabilidade e, ou, dos efeitos fisiológicos da uréia, pois o aumento do nível de NNP da dieta geralmente eleva a concentração de amônia no rúmen.

Estudando o efeito de níveis crescentes de uréia (1,0; 1,65; 2,30; e 3,0%) em rações completas fornecidas na dieta ou diretamente no rúmen, WILSON et al. (1975) concluíram que a utilização de uréia acima de 2% parece deprimir o consumo de MS, independente do método de fornecimento.

Tabela 5 - Consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos níveis de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) das rações, coeficientes de variação (CV) e probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q)

Table 5 - Average daily intakes of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), ether extract (EE), crude protein (CP), total carbohydrates (CHOT) and total digestible nutrients (TDN), in function of the dietary non protein nitrogen compounds (NPN) levels, coefficients of variation (CV) and probabilities (P) for the linear (L) and quadratic (Q) effects

Item	Teores de NNP (%)				CV %	P	
	NNP levels					L	Q
	2,22	4,18	5,96	8,09			
	Consumo (kg/dia)						
	Intake (kg/day)						
MS	16,66	16,54	15,77	14,41	7,16	0,0007	ns
DM							
MO	15,56	15,57	14,90	13,54	7,12	0,0014	ns
OM							
FDN	6,47	7,21	6,59	6,01	6,47	0,0353	0,0184
NDF							
EE	0,372	0,383	0,426	0,406	8,17	0,0347	ns
PB	2,41	2,57	2,26	2,08	8,47	0,0000	ns
CP							
CHOT	13,02	12,96	12,37	11,43	6,88	0,0025	ns
NDT	11,75	11,91	10,99	10,23	11,15	0,0002	ns
TDN							
	Consumo (%PV)						
	Intake (%LW)						
MS	3,70	3,53	3,49	3,18	8,03	0,0017	ns
DM							
FDN	1,43	1,55	1,45	1,33	7,44	0,0671	0,0405
NDF							

HUBER e KUNG JR. (1981) observaram redução no consumo, quando a uréia representava mais de 1% na MS da dieta. Entretanto, o nível ótimo de NNP depende do teor de carboidratos não-fibrosos (CNF) da dieta, sendo que VALADARES et al. (1999) sugeriram que 35% de CNF na dieta corresponderiam ao nível ótimo, em rações para vacas lactantes contendo como volumoso a silagem de alfafa. No presente experimento, como a relação volumoso: concentrado foi constante, os teores médios de CNF foram de aproximadamente 33%, próximos do nível ótimo sugerido por VALADARES et al. (1999).

Os consumos de MO, PB, CHOT e NDT, expressos em kg/dia, decresceram linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de NNP na ração. Isso pode ser atribuído à redução na IMS das rações.

O consumo de EE apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,05$) com o incremento dos níveis de NNP na ração, possivelmente em virtude do aumento no teor de EE das rações, à medida que se elevaram os teores de NNP (Tabela 3). Embora a regressão tenha revelado efeito linear crescente, a

Tabela 6 - Equações de regressão ajustadas para os consumos médios diários dos nutrientes, em função dos níveis de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) das rações, e os coeficientes de determinação (R^2)

Table 6 - Fitted regression equations for the average daily intakes of nutrients, in function of the dietary non protein nitrogen compounds (NPN) levels, coefficients of determination (R^2)

Consumo diário	Regressão	R^2/r^2
Daily intake	Regression	
MS (kg)	$\hat{Y} = 17,8471 - 0,39059NNP$	0,8896
DM (kg)		
MO (kg)	$\hat{Y} = 16,6844 - 0,350526NNP$	0,8452
OM (kg)		
FDN (kg)	$\hat{Y} = 5,2829 + 0,7513NNP$	0,8366
NDF (kg)	$-0,08272NNP^2$	
EE (kg)	$\hat{Y} = 0,359188 + 0,00728394NNP$	0,5683
PB (kg)	$\hat{Y} = 2,67241 - 0,0667711NNP$	0,6548
CP (kg)		
CHOT (kg)	$\hat{Y} = 13,8687 - 0,278394NNP$	0,8928
NDT (kg)	$\hat{Y} = 12,6641 - 0,202504NNP$	0,8398
TDN (kg)		
MS (%PV)	$\hat{Y} = 4,07207 - 0,107163NNP$	0,9264
DM (%LW)		
FDN (%PV)	$\hat{Y} = 1,23215 + 0,1527NNP$	0,8556
NDF (%LW)	$-0,0179NNP^2$	

variação do consumo de EE dentro do intervalo estudado pode ter pequeno significado biológico.

Os consumos médios de PB (2,33 kg/dia) e NDT (11,22 kg/dia) seriam suficientes para vacas de 450 kg de peso vivo produzirem, no mínimo, 20 kg de leite com 3,5% de gordura, cujas exigências seriam, respectivamente, 2,04 e 9,44 kg/dia segundo o NRC (1988).

O consumo de FDN, expresso em kg/dia e % PV, apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$) em função dos níveis de NNP na ração, observando-se consumos máximos de 6,99 kg e 1,56% do PV para os níveis de 4,54 e 4,26% de NNP nas rações, respectivamente (Tabela 6). O consumo de FDN em % PV foi, em média, de 1,45% PV (Tabela 5), estando acima dos recomendados por MERTENS (1992), que são $1,2 \pm 0,1\%$ PV.

Os coeficientes médios de digestibilidade aparente total de MS, MO, FDN, EE, PB e CHOT, com seus respectivos coeficientes de variação, são mostrados na Tabela 7, não sendo observado efeito dos níveis de NNP sobre essas variáveis.

No presente experimento, com o aumento do nível de NNP na ração, o consumo de MS diminuiu, o que, entretanto, não foi suficiente para reduzir significativamente a digestibilidade das frações nutritivas.

Vários trabalhos relataram que a utilização de níveis crescentes de PB na dieta, inclusive com

adição de uréia, resultou em aumentos nas digestibilidades da MS, MO, PB, FDN e FDA. No presente experimento, foi utilizado o mesmo nível de PB para todos os tratamentos, não sendo, assim, esperadas diferenças entre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes.

Os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, FDN, EE, PB e CHOT foram, em média, de 69,45; 70,71; 67,26; 88,34; 70,57; e 70,91%, respectivamente. Valores bem próximos foram encontrados por VALADARES FILHO et al. (2000), para os coeficientes de digestibilidade da MS, MO e PB, e por VALADARES et al. (1997), para os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, FDN, PB e CHOT.

Os valores médios da produção, a eficiência produtiva e a composição de leite, assim como seus coeficientes de variação e suas equações de regressão ajustadas, são mostradas, respectivamente, nas Tabelas 8 e 9. A produção de leite, em kg/dia, corrigida, ou não, para 3,5% de gordura, decresceu linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de NNP na ração. Entretanto, COLOVOS et al. (1967) e HOLTER et al. (1968), fornecendo uréia nos concentrados até o nível de 2,5%, não encontraram efeito sobre a produção de leite.

O teor de gordura do leite, expresso em %, não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos diferentes níveis de NNP,

Tabela 7 - Valores médios de coeficientes de digestibilidade (CD) aparente de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e carboidratos totais (CHOT), em função dos níveis de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) das rações, coeficientes de variação (CV) e probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q)

Table 7 - Average values of the coefficient of apparent digestibility (CD) of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), ether extract (EE), crude protein (CP) and total carbohydrates (CHOT), in function of the dietary non protein nitrogen compounds (NPN) levels, coefficients of variation (CV) and probabilities (P) for the linear (L) and quadratic (Q) effects

Item	Teores de NNP (%)				CV %	P	
	NNP levels					L	Q
	2,22	4,18	5,96	8,09			
CDMS	70,17	70,21	68,54	68,89	8,12	ns	ns
CDDM							
CDMO	71,55	71,71	69,98	69,99	7,70	ns	ns
CDOM							
CDFDN	64,74	69,02	67,31	67,96	8,22	ns	ns
CDNDF							
CDEE	87,40	87,23	90,16	88,60	7,78	ns	ns
CDEE							
CDPB	69,62	70,39	69,47	72,95	10,23	ns	ns
CDCP							
CDCHOT	71,95	72,20	69,74	69,74	7,64	ns	ns
CDCHOT							

Tabela 8 - Valores médios de produção de leite corrigida (PLG) ou não (PL) para 3,5% de gordura (G), teores e quantidades de G e proteína bruta (PB) do leite e eficiência (kg leite/kg MS), em função dos teores de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) das rações, coeficientes de variação (CV) e probabilidades (P) para os efeitos linear (L) e quadrático (Q)

Table 8 - Average values of the milk production corrected (MPC) or not (MP) for 3.5% fat (F), contents and amounts of milk F and crude protein (CP) and efficiency (kg milk/kg DM), in function of the dietary non protein nitrogen compounds (NPN) levels, coefficients of variation (CV) and probabilities (P) for the linear (L) and quadratic (Q) effects

Item	Teores de NNP (%)				CV %	P	
	NPN content					L	Q
	2,22	4,18	5,96	8,09			
PL (kg/dia)	20,11	19,31	18,57	17,50	5,06	0,0147	ns
MP (kg/day)							
PLG (kg/dia)	23,12	21,95	21,36	19,97	4,48	0,0138	ns
MPC (kg/day)							
Eficiência	1,22	1,18	1,20	1,24	10,20	ns	ns
Efficiency							
G (%)	4,43	4,36	4,45	4,39	5,36	ns	ns
F (%)							
G (g/dia)	888,34	837,51	820,79	763,70	5,51	0,0208	ns
F (g/day)							
PB (%)	3,43	3,42	3,42	3,23	4,61	0,0509	ns
CP (%)							
PB (g/dia)	687,81	654,27	544,27	564,30	5,93	0,0010	ns
CP (g/day)							

Tabela 9 - Equações de regressão ajustadas para a produção de leite corrigida (PLG) ou não (PL) para 3,5% de gordura (G) e os teores de G e proteína bruta (PB) do leite, em função dos teores de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) das rações e coeficientes de determinação (r^2)

Table 9 - Fitted regression equations on the milk production corrected (MPC) or not (MP) for 3.5% fat (F), milk F and crude protein (CP) contents, in function of the dietary non protein nitrogen compounds (NPN) levels, coefficients of determination (r^2)

Consumo diário	Regressão	r^2
Intake	Regression	
PL (kg/dia)	$\hat{Y} = 21,1406 - 0,443459NNP$	0,9971
MP (kg/day)		
PLG (kg/dia)	$\hat{Y} = 24,2628 - 0,520527NNP$	0,9876
MPC (kg/day)		
G (g/dia)	$\hat{Y} = 931,081 - 20,2433NNP$	0,9741
F (g/day)		
PB (%)	$\hat{Y} = 3,53552 - 0,0355697NNP$	0,9135
CP (%)		
PB (g/dia)	$\hat{Y} = 738,468 - 21,2528NNP$	0,9953
CP (kg/day)		

apresentando valor médio de 4,41%. Entretanto, quando expresso em g/dia, houve decréscimo linear com o aumento do teor de NNP das dietas.

A proteína do leite, expressa em % e g/dia, decresceu linearmente ($P=0,05$ e $P=0,001$, respectivamente) com o aumento dos níveis de NNP nas dietas. HUBER et al. (1967) e HOLTER et al. (1968)

não observaram efeito da suplementação com uréia nas porcentagens de proteína e gordura do leite. PLUMMER et al. (1971) obtiveram aumento no teor de gordura do leite, quando 2 a 3% de uréia foram incluídos no concentrado, em substituição à quantidade equivalente de proteína do farelo de soja.

Segundo SUSMEL et al. (1995), a adição de uréia acarretou aumento significativo na produção de leite, o que foi acompanhado pelo aumento na produção de gordura e proteína, provavelmente, como consequência de melhor utilização da fibra dietética da qual os precursores da síntese lipídica são derivados.

A eficiência da produção de leite, que foi, em média, de 1,21, não foi afetada ($P>0,05$) pelos níveis de NNP nas rações. VAGNONI e BRODERICK (1997) e DINN et al. (1998) também não observaram efeito das dietas sobre essa variável.

Conclusões

A redução do período experimental para 14 dias poderá resultar em 33% de economia em tempo e custos de alimentação.

As digestibilidades dos nutrientes não foram influenciadas pela utilização de NNP nas rações, entretanto, como houve redução no consumo e na produção de leite, à medida que os níveis de NNP na ração foram aumentados, a recomendação de inclusão de NNP vai depender dos custos da uréia e do leite.

Referências Bibliográficas

- ALLEN, M. 1995. Requirements: finding an optimum can be confusing. *Feedstuffs*, 67(19):13-14.
- BENEDETTI, E., COLMANETTI, A.L. Produção de leite à baixo custo com ênfase à utilização intensiva das forragens tropicais. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2, 1999, Belo Horizonte. *Anais...Belo Horizonte: NGL*, 1999. p.2.
- CRAIG, W.M., HONG, B.J, BRODERICK, G.A. et al. 1984. In vitro inoculum enriched with particle associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. *J. Dairy Sci.*, 67:2902-2909.
- COLOVOS, N.F., HOLTER, J.B., DAVIS, H.A. et al. 1967. Urea for lactating dairy cattle. II Effect of various levels of concentrate urea on nutritive value of the ration. *J. Dairy Sci.*, 50(4):523-526.
- DINN, N.E., SHELFORD, J.A., FISHER, L.J. 1998. Use of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System and rumen-protected lysine and methionine to reduce nitrogen excretion from lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81:229-237.
- DUTRA, A.R., QUEIROZ, A.C., PEREIRA, J.C. et al. 1997. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre a síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos. *R. Bras. Zootec.*, 26(4):797-805.
- EKINCI, C., BRODERICK, G.A. 1997. Effect of processing high moisture ear corn on ruminal fermentation and milk yield. *J. Dairy Sci.*, 80:3298-3307.
- HOLTER, J.B., COLOVOS, N.F., DAWIS H.A. 1968. Urea for lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 51:1243-1248.
- HUBER, J.T., SANDY, R.A., POLAN, C.E. et al. 1967. Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. *J. Dairy Sci.*, 50:1241-1247.
- HUBER, J.T., KUNG JR., L. 1981. Protein and nonprotein nitrogen utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 64:1170-1195.
- LÓPEZ, J. 1984. Uréia em rações para produção de leite. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2, 1984, Piracicaba. *Anais... Piracicaba: FEALQ*, 1984. p.200-225.
- MERTENS, D.R. Balancing carbohydrates in dairy rations. In: PROC. OF LARGE HERD DAIRY MGMT CONF. DEPARTMENT OF ANIMAL SCIENCE.1988, Cornell: Cornell University, 1988. p.150-161.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber and its uses in feed evaluation and ration formulation In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. *Anais...Lavras: SBZ*, 1992. p.1-32.
- MERTENS, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80:1467-1481.
- MINSON, D.J. 1982. Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. *Nutr. Abstr. Rev.*, 52(10):592-612.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1988. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6.ed. Washington D.C.: National Academy Press. 157p.
- OBA, M., ALLEN, M.S. 1998. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 82:589-596.
- PREGNOLATTO, W., PREGNOLATTO, N.P. 1985. *Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz - métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 3.ed., São Paulo. v.1, p.533.
- PLUMMER, J.R., MILES, J.T., MONTGOMERY, M.J. 1971. Effect of urea in the concentrate mixture on intake and production of cows fed corn silage as the only forage. *J. Dairy Sci.*, 54(12):1861-1865.
- REGAZZI, J.A. 1996. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. *Pesq. Agropec. Bras.*, 31(1):1-17.
- RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em rações de ruminantes In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. *Anais... Viçosa: AMEZ*, 1998, p.139-171.
- SKLAN, D., ASHKENAZI, R., BRAUN, A. et al. 1992. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. *J. Dairy Sci.*, 75:2463-2472.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.S. 1992. A net carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, 70(11):3562-3577.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 2.ed. Viçosa, MG: UFV. 165p.
- SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. 1979. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba: Livroceres. 380p.
- SUSMEL, P. SPANGHERO, M. STEFANON, G. et al. 1995. Nitrogen balance and partitioning of some nitrogen catabolites in milk and purine of lactating cows. *Livest. Prod. Sci.*, 44:207-209.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1998. *Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG*. Versão 8.0. Viçosa, MG. (Manual do usuário). 150p.
- VAGNONI, D.B., BRODERICK, G.A., CLAYTON, M.K. et al. 1997. Excretion of purine derivatives by holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. *J. Dairy Sci.*, 80:1695-1702.
- VAGNONI, D.B., BRODERICK, G.A. 1997. Effects of supplementation of energy or ruminally undegraded protein to lactating cows fed alfalfa hay or silage. *J. Dairy Sci.*, 80:1703-1712.
- VALADARES, R.F.D., VALADARES FILHO, S.C., GONÇALVES, I.B. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. *Anais... Juiz de Fora: SBZ*, 1997. p.109-110.
- VALADARES, R.F.D., BRODERICK, G.A., VALADARES FILHO, S.C. et al. 1999. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *J. Dairy Sci.*, 82:2686-2696.
- VALADARES FILHO, S.C., BRODERICK, G.A., VALADARES, R.F.D. et al. 2000. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. *J. Dairy Sci.*, 83:106-114.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B. LEWIS, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597.
- VILELA, D. Produção de silagem de milho de alta qualidade para alimentação de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2, 1999, Belo Horizonte. *Anais... Belo Horizonte: NGL*, 1999. p.8-21.
- WILSON, G., MARTZ, F.A., CAMPBELL, J.R., BECHER, B.A. 1975. Evaluation of factors responsible for reduced voluntary intake of urea diets for ruminants. *J. Anim. Sci.*, 41:1431-1436.

Recebido em: 24/10/00

Aceito em: 22/02/01