



4. Utilização de ureia em concentrados para vacas leiteiras

Ronaldo Braga Reis¹- CRMV-MG N° 1584,
Rafael Gomes Silveira²,
Victor Marco Rocha Malacco³

bigstockphoto.com

¹ Médico Veterinário, Professor Titular, Escola de Veterinária/ UFG, e-mail: rbreis@vet.ufmg.br;

² Zootecnista, Mestrando em Nutrição de Ruminantes, Escola de Veterinária/ UFG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFG - Belo Horizonte - MG;

³ Médico Veterinário, Mestrando em Nutrição de Ruminantes, Escola de Veterinária/ UFG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFG - Belo Horizonte - MG

Introdução

A manutenção de qualquer atividade produtiva depende basicamente da eficiência do sistema de produção, que pode ser traduzida pela maior produtividade com o menor custo. Na atividade leiteira, a nutrição é o principal fator que influencia a eficiência do sistema de produção, pois é

o maior responsável pelo processo de produção.

A suplementação proteica é a parte mais onerosa dentre os itens que compõem as dietas de bovinos leiteiros. Dessa maneira, a utilização de alimentos alternativos que substituem as fontes de proteína comumente empregadas na alimentação dos ruminantes é de grande interesse para a pecuária leiteira.

Portanto, o uso de fontes de nitrogênio não proteico (NNP) se torna viável, pois explora a capacidade única de ruminantes de sintetizar proteína microbiana de alto valor biológico para suprir a alta demanda por aminoácidos metabolizáveis do animal (NRC, 2001). A ureia se destaca como a principal fonte de NNP na dieta de ruminantes; se comparada a outras fontes de nitrogênio, é economicamente mais barata e, se utilizada de forma adequada, tem condições de manter bons níveis de produção de leite.

Inclusão de ureia no concentrado

A maior parte da proteína utilizada pela vaca em lactação para manutenção e produção de leite vem a partir da síntese microbiana, portanto o objetivo da nutrição com fontes proteicas deve ser maximizar a produção da proteína microbiana (Broderick, 2006). Na dieta de vacas, a ureia pode ser administrada misturada ao concentrado, volumosos ou na dieta completa.

Em 2006, Stanton *et al.* relacionaram os fatores mais importantes para a utilização de ureia na alimentação animal. A fonte de carboidratos “prontamente” disponíveis ou nutrientes di-

A maior parte da proteína utilizada pela vaca em lactação para manutenção e produção de leite vem a partir da síntese microbiana, portanto o objetivo da nutrição com fontes proteicas deve ser maximizar a produção da proteína microbiana.

gestíveis totais é o fator mais importante para determinar a quantidade de ureia que pode ser utilizada na alimentação do ruminante. Quanto maior for a energia digestível da ração, mais eficientemente a ureia será utilizada. A frequência de fornecimento e a quantidade de ureia também influenciam em sua utilização. Os autores relatam que a suplementação de fósforo, enxofre e microminerais deve ser adequada, pois o nitrogênio não proteico é utilizado pelos microrganismos ruminais que dependem desses elementos, mesmo em pequenas quantidades, para a síntese de aminoácidos e a estruturação da proteína microbiana. Por fim, os autores relataram que a solubilidade da proteína é um dos fatores importantes para a taxa de utilização da ureia; assim, quanto mais solúvel for a fonte de proteína natural, maior será a “competição” com a ureia pelo fornecimento de amônia e pior será o aproveitamento da fonte de nitrogênio não proteico.

No entanto, segundo Russell (2002), os melhores resultados da suplementação de NNP ocorrem sobre as bactérias degradadoras de carboidratos fibrosos (CF), pois possuem alta exigência por amônia (NH₃). Assim sua inclusão na dieta representa potencialização

da degradação da fibra. Diferentemente, as bactérias que utilizam carboidratos não fibrosos (CNF) têm preferência por aminoácidos pré-formulados e menor atração por NNP.

Quando fornecida via concentrado, a quantidade de ureia incluída é facilmente controlada, o que, ligado ao fato de as concentrações energética e mineral serem conhecidas, torna esse método de fornecimento seguro e prático, criando condições adequadas para utilização do NNP (Haddad, 1984).

Faria (1984) demonstrou de modo prático o efeito da inclusão de diferentes teores de ureia em um concentrado à base de milho e farelo de soja (Tab.1). Por exemplo, em uma mistura composta por 70% de milho e 30% de farelo de soja, caso se optasse por incluir 1% de ureia, a formulação passaria a ter 77% de milho e 22% de farelo de soja.

Em geral, para vacas leiteiras, as concentrações de ureia nos concentrados não ultrapassam 2%. É importante

ressaltar que uma quantidade mínima de ureia de 0,5g/dia precisa chegar ao rúmen de uma vaca para que haja algum resultado.

Consumo de matéria seca e digestibilidade dos nutrientes para vacas utilizando fontes de nitrogênio não proteico em substituição à proteína verdadeira

Kertz (2010) revisou a utilização de ureia na alimentação de vacas leiteiras e comentou que as recomendações de inclusão de ureia na alimentação de vacas leiteiras têm sido excessivas. Para o autor, as recomendações mais razoáveis seriam de aproximadamente 135g/vaca/dia, ou 1% do total de concentrado, e não mais do que 20% do total da proteína da dieta deveria vir de fontes de NNP.

Em um dos primeiros trabalhos realizados em bovinos com o intuito de

Tabela 1. Efeito da adição de ureia sobre as proporções de milho e farelo de soja no concentrado

% ureia	Unidades % de milho a serem adicionadas	Unidades % de soja a serem retiradas
0,8	5,6	6,4
1,0	7,0	8,0
1,2	8,4	9,6
1,4	9,8	11,2
1,6	11,2	12,8
1,8	12,6	14,4
2,0	14	16,0

Fonte: Adaptado de Faria (1984).

avaliar o efeito da utilização de ureia sobre a ingestão de MS, Loosli e Warner (1958) observaram que a inclusão de 3% de ureia no concentrado diminuiu o consumo. Huber e Sandy (1965) observaram que, em animais alimentados com silagem de milho *ad libitum* e concentrados em que se substituíram 20 ou 40% do teor de proteína bruta por fonte de ureia, a IMS di-

A diminuição da ingestão de alimentos devido a quantidades elevadas de ureia na dieta (acima de 1,5 a 2%) tem ocorrido mesmo em animais aparentemente adaptados fisiologicamente para tolerar grandes quantidades de ureia (Huber e Cook, 1972; Huber e Kung, 1981).

minuiu. Da mesma maneira, Van Horn *et al.* (1967) relataram que a adição de 2,2 e 2,7% de ureia no concentrado diminuiu a IMS ($P < 0,05$).

A redução do consumo de MS de dietas com alta inclusão de ureia é discutida. Chalupa *et al.* (1979) associaram a diminuição do consumo de MS em dietas que possuem ureia no concentrado à sua palatabilidade; ruminantes parecem recusar alimentos com altos teores de ureia não pelo seu sabor ou odor, mas por associá-los ao mal-estar causado por essas dietas.

A diminuição da ingestão de alimentos devido a quantidades elevadas de ureia na dieta (acima de 1,5 a 2%) tem ocorrido mesmo em animais aparentemente adaptados fisiologicamente para tolerar grandes quantidades de ureia (Huber e Cook, 1972; Huber e Kung,

1981).

Colovos *et al.* (1967), utilizando diferentes níveis de ureia no concentrado para vacas em lactação (0,0; 1,2; 2,0 e 2,5%), não observaram diferença significativa ($P > 0,05$) quanto ao consumo de MS, em que a ureia representava 0,0; 17,86; 30,87 e 37,93% da PB da dieta, correspondendo aos valores de 0,0; 0,46; 0,78 e 0,99% de ureia na MS

total consumida, ou seja, consumo de ureia variando de 88 a 199g/dia.

Mugerwa e Conrad (1971) sugeriram que a diminuição da IMS quando se inclui ureia na dieta estaria relacionada à concentração de ureia e amônia no plasma. Já Huber e Cook (1972) sugeriram que a depressão da IMS em dietas com alto nível de ureia estaria relacionada à diminuição da palatabilidade e não aos efeitos ruminais e pós-ruminais. Ao elevarem os níveis de NNP nas rações (1 a 3%), Huber e Cook (1972) observaram que o consumo de MS, expressos em kg/dia e % de PV, diminuíram linearmente ($P < 0,05$).

Porém, vários ensaios realizados com teores acima dos recomendados não demonstraram prejuízo aos animais (Magalhães *et al.*, 2003). Em experimento realizado por Plummer *et al.*

(1971), em que foi utilizada ureia no concentrado correspondendo à variação de 0 a 30% do nitrogênio total da dieta para vacas em lactação, não se verificou influência dos tratamentos sobre consumo de MS, expresso em % de PV.

Huber e Cook (1972), estudando o efeito da concentração de ureia no concentrado (1 e 3%) e do local de administração (oral, rúmen e abomaso) sobre a ingestão de MS, concluíram que o efeito depressivo do maior teor de ureia foi devido ao sabor indesejável, e não aos efeitos no rúmen e pós-rúmen.

Kertz e Everett (1975) verificaram que a umidade alta (14,4%) causou decréscimo no consumo de concentrado com 2,5% de ureia comparada com umidade normal (11,2%) sem ureia. Em outro teste, vacas discriminaram o concentrado com alta umidade (15%) e com ureia (1,5%) em relação ao concentrado com umidade normal (11%) e com ureia (1,5%).

Wilson *et al.* (1975) estudaram o efeito de níveis crescentes de ureia (1,0; 1,65; 2,30 e 3,0%) em misturas completas. A ureia foi fornecida por via oral ou diretamente no rúmen, três vezes ao dia, em um dos experimentos. Em outro experimento, o efeito do teor da ureia (1 e 3%) e o método de administração da ureia no rúmen (colocada duas vezes ao dia ou continuamente durante todo o dia) foram avaliados. Independentemente do método de fornecimento, a inclusão de quantidades

maiores que 1% de ureia na MS diminuiu o consumo. Considerando o método de fornecimento, a introdução ou infusão de ureia no rúmen depressiu o consumo em comparação com o fornecimento na dieta. O aumento dos teores de ureia, sem considerar o método de fornecimento, aumentou a concentração ruminal de amônia e ureia na saliva. Os autores sugeriram que depressão da IMS quando vacas leiteiras receberam dieta com mais de 1% de ureia não estaria relacionada à palatabilidade, mas, sim, aos parâmetros fisiológicos, como concentração de amônia ruminal.

Nessa mesma linha de pensamento, Kertz *et al.* (1977) estudaram o efeito de concentrações crescentes de amônia (40, 181 e 462ppm) no ambiente durante o período em que as vacas em lactação recebiam o concentrado. Este era fornecido durante 30 minutos, duas vezes ao dia (período da manhã e da tarde), sendo os testes realizados somente no período da manhã. Os autores concluíram que o cheiro da amônia não seria responsável pela rejeição inicial de concentrados contendo ureia. Em trabalho posterior, Kertz *et al.* (1982) relataram que solução de ureia absorvida em algodão (mesma técnica usada no experimento com amônia), colocada no cocho, não afetou ($P>0,05$) a ingestão de concentrado. A concentração de amônia no ar, acima do cocho em que foi colocado o algodão com solução de ureia, foi inferior a 100ppm. Dessa for-

ma, os autores concluíram que os resultados desse experimento com ureia foram semelhantes aos obtidos com amônia. Foi sugerido por esses autores que o odor (cheiro) da amônia e/ou da ureia parece não ser responsável pela depressão inicial do consumo de concentrados contendo ureia fornecida em períodos restritos de tempo (30 minutos).

O efeito da introdução de ureia (2,5% em misturas completas) sobre o comportamento alimentar foi estudado por Chalupa *et al.* (1979). Para isso, foram utilizadas 12 novilhas Holandês, com peso vivo de 156 ± 24 kg, nunca antes expostas a dietas com ureia. Nos sete dias iniciais do experimento, todos os animais receberam a dieta controle contendo farelo de soja. A partir do 8º até o 14º dia, metade dos animais continuaram recebendo a mesma dieta e a outra metade passou a receber a dieta com 2,5% de ureia durante 6h/dia e a dieta controle durante as 18 horas restantes. Do 15º ao 18º dia, foi fornecida novamente a dieta controle sem ureia a todos os animais. No 18º dia, os animais do tratamento com ureia continuaram recebendo ureia; entretanto, durante 2 horas e a dieta sem ureia durante outro período de 2 horas. Os outros animais (controle) receberam a ração sem ureia durante o período total de 4 horas. O fornecimento de ureia não exerceu efeito sobre consumo, número de bocados, tempo de alimentação, tamanho do bocado e velocidade de alimentação,

nos três primeiros dias de fornecimento (dias 8 a 10 do experimento). Do 4º ao 7º dia de fornecimento da dieta com ureia (11º ao 14º dia do experimento), a ingestão total, o tamanho do bocado e a velocidade do consumo diminuíram ($P < 0,05$) em relação à dieta sem ureia. O tempo de alimentação e o número de bocados não foram afetados. Os autores observaram que, mesmo após 4 dias de interrupção do fornecimento de dieta com ureia, os animais continuaram refratários à dieta com ureia. A concentração de amônia no sangue continuou alta mesmo após 4 dias de interrupção do fornecimento da dieta com ureia. Segundo os autores, o efeito depressivo da ureia na ingestão não é devido ao sabor e/ou cheiro da ureia em si, mas a uma resposta aprendida, que provavelmente é desenvolvida pela associação entre uma indisposição sentida pelo animal e o aroma de dietas contendo ureia. A amônia, pela sua toxidez em nível celular, seria o mais provável metabólito responsável pela indisposição.

Uma série de experimentos referentes ao efeito da ureia no consumo e sobre os possíveis fatores envolvidos foram realizados por Ketz *et al.* (1982). Em um primeiro estudo, o efeito da inclusão de três teores de ureia (0,0; 1,0 e 2,5%) no concentrado sobre a IMS foi avaliado. Os autores verificaram que a ingestão total e a velocidade de consumo de concentrados no intervalo de cinco minutos durante dois períodos

de 30 minutos cada um (um de manhã e outro à tarde) foram iguais para os concentrados sem e com 1% de ureia. Porém, foram menores para o concentrado com 2,5% de ureia, embora a diferença no consumo total de concentrado não tenha sido significativa ($P>0,05$). O consumo de concentrado no primeiro intervalo de 5 minutos do período de 30 minutos de fornecimento, no período da manhã, do tratamento com 2,5% de ureia, foi de, aproximadamente, 60% do consumo verificado para os tratamentos sem e com 1% de ureia. Antes do fornecimento de concentrado no período da manhã, os valores de pH e amônia no rúmen foram iguais para as três concentrações de ureia no concentrado. Após o fornecimento do concentrado, o pH ruminal (6,82) do tratamento com 2,5% de ureia foi maior do que o dos outros dois tratamentos (6,27 e 6,44, respectivamente, para os concentrados sem e com 1% de ureia). As concentrações de amônia, após o consumo de concentrado no período da manhã, foram maiores ($P<0,05$) para os concentrados com ureia do que para o concentrado sem ureia.

A introdução da ureia na forma de péletes colocados na parte mediana do rúmen (80 gramas, duas vezes ao dia, 10 minutos antes do fornecimento do concentrado) não afetou o consumo de concentrado durante os dois períodos de alimentação de 30 minutos cada um (de manhã e à tarde). Os valores de pH

e concentrações de amônia ruminais medidos antes da introdução da ureia não foram alterados (Kertz *et al.*, 1982). Porém, em outro experimento, no qual a ureia foi colocada na forma de solução na parte mediana do retículo-rúmen, área onde o alimento é inicialmente depositado quando a vaca consome, Kertz *et al.* (1982) verificaram depressão na ingestão de concentrado e alterações significativas no valor de pH e na concentração de amônia no rúmen. Esse decréscimo no consumo do concentrado após a introdução da ureia foi acompanhado do aumento no pH no período da manhã e na concentração de amônia nos dois períodos (manhã e tarde). Quando a ureia introduzida estava protegida com parafina, o consumo de concentrado e os valores de pH não foram afetados ($P>0,05$), e a concentração de amônia se manteve em níveis intermediários entre os tratamentos sem ureia e com ureia sem proteção. Segundo os autores, os dados sustentam a hipótese de que a rápida hidrólise da ureia causa toxidez pelo acúmulo de amônia, que resulta em redução da ingestão de matéria seca.

Oliveira *et al.* (2001) avaliaram a utilização de níveis crescentes de ureia na matéria seca total das dietas (0; 0,7; 1,4 e 2,1%, respectivamente, 0,0; 116,0; 221,0 e 302,6g de ureia) sobre o consumo e as digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro

(FDN), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e de nutrientes digestíveis totais (NDT). Foram utilizadas vacas Holandês com, aproximadamente, 20kg de produção de leite. A relação volumoso:concentrado utilizada foi 60% de silagem de milho e 40% de concentrado. Os teores crescentes de NNP no concentrado resultaram em consumo reduzido de MS, MO, PB e NDT, e aumento linear do EE. As digestibilidades aparentes totais de MS, MO, FDN, EE e PB não foram influenciadas pelos teores crescentes de NNP na dieta.

Segundo o autor, a diminuição do consumo foi explicada em função da baixa palatabilidade e/ou dos efeitos fisiológicos da ureia, pois o aumento do teor de NNP da dieta geralmente eleva a concentração de amônia no rúmen.

Na revisão de literatura conduzida por Santos *et al.* (1998), foram compilados 24 trabalhos que estudaram a suplementação de ureia para vacas com produção entre 30 a 40kg/d de leite. Os efeitos da ureia sobre o consumo de matéria seca foram inconsistentes, em alguns casos aumentando (2), em outros não afetando (17), e em outros reduzindo o consumo (5). Santos *et al.* (2005), utilizando vacas no terço médio da lactação, produzindo de 30 a 32kg/dia de leite, ao avaliarem o efeito da inclusão de 1% de ureia na dieta em substituição parcial ao farelo de soja, também observaram redução no consumo.

Silva *et al.* (2001) utilizaram 15 va-

cas lactantes Holandês X Gir, alimentadas à vontade com dietas isoproteicas, constituídas na base da MS de 60% de silagem de milho e 40% de concentrado, contendo 0; 0,7; 1,4 e 2,1% de ureia na dieta total. A elevação dos teores de NNP nas dietas reduziu linearmente ($P < 0,05$) os consumos de nutrientes.

A relação entre o consumo de MS e os teores de NNP na dieta indicou que, a cada unidade percentual de NNP na dieta, ocorreu decréscimo de 390,59g na ingestão de MS. Não foram observados efeitos dos teores de NNP sobre as digestibilidades aparentes (Tab.2). Segundo esses autores, o menor consumo de MS foi realmente causado pelos efeitos associados dos metabólicos produzidos, assim como a pouca palatabilidade da ureia.

Utilizando os mesmos teores de inclusão de ureia na MS total da dieta (0,0; 0,7, 1,4 e 2,1%) para vacas Holandês X Gir, alimentadas individualmente com dietas constituídas de volumoso (silagem de milho) e concentrado, na proporção 60:40, Torres *et al.* (2002) observaram que a ingestão de MS dos 70 aos 110 dias de lactação reduziu ($P < 0,01$) a partir do teor de 0,7% de ureia na dieta, sendo que a máxima ingestão de MS foi obtida com ausência de ureia na dieta. De forma semelhante, Silva *et al.* (2001) relataram que a diminuição do consumo de MS estava associada aos efeitos metabólicos e à baixa palatabilidade da ureia, caracterizada

pelo seu sabor amargo.

Porém, uma nova teoria contrária ao efeito depressor da ureia sobre o consumo foi hipotetizada por Oba e Allen (2003). Segundo esses autores, o metabolismo oxidativo do propionato poderia causar sensação de saciedade em vacas devido ao aumento da concentração hepática de ATP. Todavia, esse efeito inibitório do propionato sobre o consumo de MS poderia ser reduzido com a utilização de amônia e potássio. A utilização de amônia diminuiria a concentração de ATP hepático, já que este seria utilizado para a síntese de ureia e o potássio agiria sobre o ramo hepático do nervo vago, diminuindo a taxa de descarga. Com o intuito de avaliar essa hipótese, Oba e Allen (2003) realizaram infusão intrarruminal de ácido propiônico, propionato de amônia, propionato de sódio e propionato de potássio em

vacas lactantes e avaliaram o efeito dessas infusões sobre o consumo de MS, frequência e tempo de alimentação. A infusão de propionato de amônia diminuiu a IMS e a frequência de alimentação ($P < 0,04$) quando comparada às infusões feitas com propionato de sódio e potássio. Entretanto, nenhum efeito foi observado sobre o tempo gasto por alimentação, indicando, assim, que a amônia diminuiu a sensação de fome.

Melo *et al.* (2003) avaliaram a substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira no desempenho de vacas Holandês em lactação. Oito animais com 90 dias de lactação e 600kg de peso vivo foram distribuídos em dois quadrados latinos (4x4). A ureia representou 0,0; 0,8; 1,54 e 2,40% da MS da dieta, correspondente a 2,32; 4,65; 6,66 e 8,02% de PB na forma de compostos nitrogenados não proteicos,

Tabela 2. Coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e carboidratos totais (CHO), em função dos teores de compostos nitrogenados não proteicos (NNP) das rações

Item	Teores de NNP (%) na MS total da dieta				CV% ¹	Valor de P ²	
	0	0,7	1,4	2,1		L	Q
<i>Coeficiente de digestibilidade (%)</i>							
CDMS	74,22	74,22	85,23	78,38	5,25	NS	NS
CDMO	76,01	75,77	86,54	79,95	4,97	NS	NS
CDFDN	72,74	69,36	80,54	75,65	6,18	NS	NS
CDEE	81,88	86,71	90,20	76,28	8,39	NS	0,0130
CDPB	72,95	74,19	85,95	78,00	5,92	NS	NS
CDCHO	76,66	75,87	86,48	80,19	4,93	NS	NS

¹CV= coeficientes de variação; ²probabilidades (P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q); NS= não significativo em nível de 5%. Adaptado de Silva *et al.* (2001).

que representaram os tratamentos experimentais. Ao elevar as porcentagens de ureia nas dietas, os consumos de MS, nas três formas em que foram expressos, diminuíram linearmente ($P < 0,05$). Novamente, esses autores sugeriram que essa redução foi provocada pelos efeitos metabólicos e/ou a palatabilidade da ureia, devido ao sabor amargo, uma vez que a quantidade de FDN consumida em g/kg/PV foi semelhante entre os tratamentos.

Entretanto, vale ressaltar que a inclusão de NNP ocorreu concomitantemente ao aumento na proporção de palma forrageira na dieta, alimento com elevado teor de umidade, resultando em grande volume de matéria natural, o que, também, pode ter contribuído para a redução na ingestão de matéria seca. Os consumos de MO, expressos em kg/dia, também diminuíram linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos teores de NNP nas dietas, o que pode ser explicado pela diminuição do consumo de MS. O consumo de PB apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$), com valor máximo estimado em 3,3kg/dia para o nível de 4,71% de NNP, o que pode ser explicado pelo aumento da porcentagem de PB nas dietas e o tratamento contendo 6,66% de NNP ter proporcionado maior consumo de MS em relação aos tratamentos com 4,65 e 8,02% de NNP.

Vários fatores interferem no consumo de matéria seca. Dentre esses, o

teor de ureia utilizado na dieta. Os mecanismos pelo qual a ureia interfere no consumo de MS não estão bem definidos. O gosto amargo da ureia afetando a palatabilidade total da dieta tem sido o fator mais relacionado. Entretanto, a concentração de amônia e os efeitos pós-ruminais também têm sido associados ao efeito negativo da utilização de ureia em dietas de vacas leiteiras sobre o consumo.

Produção e composição do leite de vacas leiteiras suplementadas com ureia

De acordo com dados da literatura em relação à produção e composição do leite, o teor de inclusão de ureia ideal na dieta ainda não está bem definido, e os dados são variados.

Carmo *et al.* (2005) avaliaram o efeito da substituição parcial de farelo de soja por ureia, na forma extrusada com milho (amireia) ou convencional em dietas à base de silagem de capim. Os teores de ureia e amireia (A150S) utilizados foram de 2% e 3,86% na MS total da dieta, respectivamente. A substituição não afetou a produção de leite, leite corrigido para 3,5% de gordura, produção de gordura e a de sólidos totais. Entretanto, os teores de gordura e sólidos totais foram maiores ($P < 0,05$) na dieta com ureia. Segundo esses autores, tal fato pode ser explicado pelo possível benefício da ureia no pH ruminal. O poder alcalinizante da ureia poderia

auxiliar na manutenção do pH ruminal mais elevado e favorecer a digestão da fibra no rúmen, como também minimizar a produção de ácidos graxos cis¹⁰ trans¹². A maior disponibilidade de precursores (acetato), assim como menor concentração de fatores inibidores (ácidos graxos cis¹⁰ trans¹²) da síntese de gordura poderiam explicar o maior teor de gordura no leite de vacas recebendo dieta com 2% de ureia.

Polán *et al.* (1976) utilizaram delineamento multifatorial com rações que continham 9,4; 11,1; 12,8; 14,5 ou 16,2% de PB, com inclusão de ureia de 0; 10; 20; 30 ou 40% da PB da dieta. Os autores demonstraram que, quanto maiores os teores de ureia em relação à PB da dieta, menor são a IMS e a produção de leite.

Brito e Broderick (2007) compararam os efeitos da suplementação de ureia (1,9%MS) ao farelo de algodão, farelo de soja e farelo de canola em dietas com 16,5% de PB na MS, para vacas de alta produção. Concluíram que a utilização de ureia reduziu o CMS, a produção de leite, eficiência alimentar (PL/CMS) e eficiência do uso de nitrogênio. No entanto, aumentaram a digestibilidade aparente da MS e MO e ainda a produção de amônia no rúmen. Além disso,

Aquino et al. (2007) sugeriram que o uso de até 1,5% de ureia na MS da dieta de vacas em lactação com dietas à base de cana-de-açúcar não alteraria a produção, a composição e as características físico-químicas do leite.

o fornecimento de ureia resultou em maior excreção urinária de N, o que aumentou o potencial risco de contaminação ambiental.

Aquino *et al.* (2007) estudaram o efeito de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e composição físico-

química do leite. As dietas eram compostas de farelo de soja como principal fonte proteica e cana-de-açúcar como volumoso. As dietas eram semelhantes à controle, ocorrendo apenas substituição de parte do farelo de soja por 0,75 ou 1,5% de ureia. Não houve efeito das dietas sobre as produções de leite e de leite corrigida para 3,5% de gordura. Os teores de proteína, gordura, lactose, nitrogênio ureico, extrato seco total e extrato seco desengordurado não foram afetados pelas dietas.

De acordo com esses resultados, Aquino *et al.* (2007) sugeriram que o uso de até 1,5% de ureia na MS da dieta de vacas em lactação com dietas à base de cana-de-açúcar não alteraria a produção, a composição e as características físico-químicas do leite.

De forma semelhante, Santiago *et al.* (2008) avaliaram o efeito da utilização de diferentes teores de ureia na cana-de-açúcar (0; 0,4; 0,8 e 1,2% na base da matéria natural) sobre a produção

e composição de leite de vacas lactantes com produção abaixo de 15kg/dia. A produção de leite e de leite corrigida para 3,5% de gordura, bem como os teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco desengordurado e extrato seco total do leite não foram afetados pelos diferentes teores de ureia na cana-de-açúcar.

Resultados semelhantes também foram obtidos por Cabrita *et al.* (2003), que não encontraram diferenças ($P>0,05$) ao utilizarem até 1,0% de ureia na MS total da dieta em substituição ao farelo de soja nos concentrados, nos quais a silagem de milho foi o principal volumoso. Dunlap (2000) e Davidson *et al.* (2003) também não relataram diferenças na produção de leite ao utilizarem dietas com diferentes teores de ureia na MS do concentrado (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%).

Oliveira *et al.* (2004) comprovaram efeito linear negativo de teores crescentes de ureia sobre a produção do leite de vacas alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar, que, nesse caso, foi explicado pela diminuição do consumo de MS.

Filgueiras Neto (2011) avaliou o efeito da substituição parcial de farelo de soja por ureia de liberação controlada ou por ureia convencional em dietas com cana-de-açúcar como volumoso exclusivo. Não houve diferença para o consumo de MS, produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura ou para sólidos totais entre os

tratamentos. Segundo o autor, a substituição parcial do farelo de soja pela ureia convencional ou de liberação controlada não afetou o desempenho animal para as variáveis pesquisadas.

Souza (2011) avaliou três teores de ureia em % da matéria natural da cana-de-açúcar (0,0; 0,5 e 1,0) incluídos no concentrado e verificou que a inclusão de 1,0% de ureia diminuiu o consumo de matéria seca (MS) e de matéria orgânica (MO) da dieta. Contudo, a eficiência alimentar (produção de leite/consumo de matéria seca) foi melhor nas dietas em que se utilizou ureia; no entanto, não houve diferença entre as dietas para parâmetros produtivos.

Implicações

A eficiência da utilização da ureia no concentrado pelos animais depende do balanceamento adequado da dieta, de modo a permitir uma sincronização entre a disponibilidade de carboidratos fermentáveis e nitrogênio no rúmen. Essa eficiência também é influenciada pela categoria animal, nível de produção, tipo de volumoso e a relação volumoso:concentrado da dieta.

Dietas com inclusão de NNP são utilizadas com o objetivo de aumentar a eficiência da utilização de nitrogênio pela vaca e a rentabilidade do sistema, já que alimentos proteicos são os que mais oneram os custos alimentares na fazenda produtora de leite. Aumentar a eficiência de utilização do nitrogênio

melhora a economia do sistema de produção, reduz o impacto ambiental e a demanda por fontes proteicas para alimentação dos animais.

Referências

1. AQUINO, A. A.; BOTARO, B. C.; IKEDA, F. S.; *et al.* Efeito de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e a composição físico-química do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.4, p.881-887, 2007.
2. BRITO, A.F.; BRODERICK; G.A. Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.1816-1827, 2007.
3. BRODERICK, G. A. Improving nitrogen utilization in the rumen of the lactating dairy cow. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 17., 2006, Gainesville. *Proceedings... Gainesville*: University of Florida, 2006.
4. CABRITA, A. R. J.; FONSECA, A. J. M.; DEWHURST, R. J.; *et al.* Nitrogen supplementation of corn silages. 1. Effects on feed intake and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 12, p. 4008-4019, 2003.
5. CARMO, C. A.; SANTOS, F. A. P.; IMAIZUMI, H. *et al.* Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia para vacas em final de lactação. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 27, n. 1, p. 277-286, 2005.
6. CHALUPA, W. C. A.; BAILE, C. A.; McLAUGHLIN, C. L.; *et al.* Effect of introduction of urea on feeding behavior of Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, v.62, n.8, p.1278-1284, 1979.
7. COLOVOS, N. F.; HOLTER, J. B.; DAVIS, H. A.; *et al.* Urea for lactating dairy cattle. II effect of various levels of concentrate urea on nutritive value of the ration. *Journal of Dairy Science*, v.50 n.4, p. 523-526, 1967.
8. DAVIDSON, S.; HOPKINS, B. A.; DIAZ, D. E.; *et al.* Effects of amounts and degradability of dietary protein on lactation, nitrogen utilization, and excretion in early lactation Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 5, p. 1681-1689, 2003.
9. DUNLAP, T. F.; KOHN, R. A.; DOUGLASS, L. W. *et al.* Diets deficient in rumen undegraded protein did not depress milk production. *Journal of Dairy Science*, v. 83, n. 8, p. 1806-1812, 2000.
10. FARIA, V. P. Modalidade de utilização de uréia para bovinos. Piracicaba: ESALQ, 1984. 21 p.
11. FILGUEIRAS NETO, G. *Substituição parcial do farelo de soja por ureia encapsulada para vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar*. 2011. 62f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.
12. HADDAD, C. M. Uréia em suplementos alimentares. In: SIMPÓSIO SOBRENUTRIÇÃO DE BOVINOS - URÉIA PARA RUMINANTES, 2., 1984, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 119-141.
13. HUBER, J. T.; BUCHOLTZ H. F.; R. L. BOMAN. Ammonia versus urea treated silages with varying urea in concentrate. *Journal of Dairy Science*. 63:765, 1980.
14. HUBER, J. T.; COOK, R. M. The influence of site of administration of urea on voluntary intake of concentrate by lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v. 55, n. 6, 1972.
15. HUBER, J. T.; KUNG JR. L..Protein and nonprotein nitrogen utilization in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 64:1170, 1981
16. KERTZ, A. F. Review: Urea Feeding to Dairy Cattle: A Historical Perspective and Review. *Professional Animal Scientist*, v. 26 n. 3 257-272. 2010.
17. KERTZ, A. F.; BROCKETT, M. K.; DAVIDSON, L. E.; *et al.* Influence of ambient ammonia odor on acceptance of a non-urea ration by lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v. 60, n. 5, p. 788. 1977.
18. KERTZ, A. F.; EVERETT Jr., J. P. Utilization of urea by lactating cows an industry view point. *Journal of Animal Science*, v. 41, n. 7, p. 945. 1975.
19. KERTZ, A. F.; KOEPKE, M. K.; DAVIDSON, L. E.; *et al.* Factors influencing intake of high urea-containing rations by lactating dairy. *Journal of Dairy Science*, v. 65, n. 4, 1982.
20. LOOSLI, J. K.; WARNER., R. A. Distillers grains, brewers' grains, and urea as protein supplements for dairy rations. *Journal of Dairy Science*, v.41, n.5, p.1446, 1958.

21. MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; *et al.* Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.
22. MELO, A. A. S.; FERREIRA, A. F.; VERAS, A. S. C.; *et al.* Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntiaficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação: I. Desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 32, n. 3, 2003.
23. MUGERWA, J. S.; CONRAD, H. R. Relationship of dietary non-protein nitrogen to urea kinetics in dairy cows. *Journal of Nutrition*, v. 101, n. 8, 1971.
24. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7. rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
25. OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of intraruminal infusion of sodium, potassium, and ammonium on hypophagia from propionate in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 4, 2003.
26. OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; *et al.* Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite de vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-proteicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 4, p.1358-1366, 2001.
27. OLIVEIRA, M. M. N. F.; TORRES, C. A. A.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Urea for post-partum dairy cows: productive and reproductive performance. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 2266 – 2273, 2004.
28. PLUMMER, J.; MILES, R., J. T.; M. J. MONTGOMERY. Effect of urea in the concentrate mixture on intake and production of cows fed corn silage as the only forage. *Journal of Dairy Science* 54:1861, 1971.
29. POLAN, C. E.; MILLER, C. N.; MCGILLIARD, M. L. Variable dietary protein and urea for intake and production in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 59:1910, 1976.
30. RUSSELL, J. B.; *Rumen Microbiology and Its Role in Ruminant Nutrition*. 2002. Cornell University. Ithaca, NY.
31. SANTIAGO, A. M. F.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, A. S.; *et al.* Níveis de uréia na cana-de-açúcar em dietas para vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras-MG. *Anais...* Lavras-MG, 2008.
32. SANTOS, F. A. P.; SANTOS, J. E.; SILVA, R. M.; *et al.* Effects of rúmen-undegradable protein on dairy cows performance: A 12-year literature review. *Journal of Dairy Science*, v. 81, n. 12, p. 3182-3213, 1998.
33. SANTOS, F. A. P.; VOLTOLINI, T. V.; PEDROSO, A. M. Balanceamento de rações com cana-de-açúcar para rebanhos leiteiros: até onde é possível ir. In: CARVALHO, M.P.; SANTOS, M.V. (Org.). *Estratégia e competitividade na cadeia de produção de leite*. 7 ed. Uberlândia: Bertaiar, 2005, p.208-245.
34. SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; *et al.* Uréia para vacas em lactação. I. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 5, p.1639-1649, 2001.
35. SOUZA, R.C.; Adição crescente de ureia na cana de açúcar (*Saccharium officinarum l.*) in natura em dietas de vaca sem lactação. 2011. 121f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.
36. STANTON, T., C. E. SERVICE, AND C. S. UNIVERSITY. 2006. Urea and NPN for cattle and sheep. Page 3. Colorado State University Extension Service.
37. VAN HORN, H. H.; FOREMAN, C. F.; RODRIQUES, J. E. Effects of high-urea supplementation on feed intake and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.50, n. 5, 1967.
38. WILSON, G.; MARTZ, F. A.; CAMPBELL, J. R.; *et al.* Evaluation of factors responsible for reduced voluntary intake of urea diets for ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 41, n. 3, p. 1431-1437, 1975.