

Uréia na Alimentação de Vacas Leiteiras



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 186

Uréia na Alimentação de Vacas Leiteiras

*Roberto Guimarães Júnior
Luiz Gustavo Ribeiro Pereira
Thierry Ribeiro Tomich
Lúcio Carlos Gonçalves
Francisco Duarte Fernandes
Luís Gustavo Barioni
Geraldo Bueno Martha Júnior*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretário-Executivo: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Revisão de texto: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Foto da capa: *Ana Luiza Costa Cruz Borges*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Sousa*

Jaime Arbués Carneiro

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2007): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Cerrados**

U75 Uréia na alimentação de vacas leiteiras / Roberto Guimarães Júnior ...
 [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2007.
 33 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111 ; 186)

1. Nutrição animal. 2. Bovino. 3. Composto nitrogenado. I.
Guimarães Júnior, Roberto. II. Série.

636.08521 - CDD 21

© Embrapa 2007

Autores

Roberto Guimarães Júnior

Med. Vet., D.Sc.

Embrapa Cerrados

guimaraes@cpac.embrapa.br

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

Med. Vet., D.Sc.

Embrapa Semi-árido

Rodovia BR 428, km 152

56302-970, Petrolina, PE

luiz.gustavo@cpatsa.embrapa.br

Thierry Ribeiro Tomich

Med. Vet., D.Sc.

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880

79320-900, Corumbá, MS

thierry@cpap.embrapa.br

Lúcio Carlos Gonçalves

Eng. Agrôn., D.Sc.

Escola de Veterinária da Universidade Federal de
Minas Gerais

Av. Antônio Carlos, 6627

30123-970, Belo Horizonte, MG

luciocg@vet.ufmg.br

Francisco Duarte Fernandes

Eng. Agrôn., M.Sc.

Embrapa Cerrados

duarte@cpac.embrapa.br

Luís Gustavo Barioni

Eng. Agrôn., D.Sc.

Embrapa Cerrados

barioni@cpac.embrapa.br

Geraldo Bueno Martha Júnior

Eng. Agrôn., D.Sc.

Embrapa Cerrados

gbmartha@cpac.embrapa.br

Apresentação

Nos sistemas de produção leiteiros, a alimentação do rebanho é sabidamente um dos itens do custo de produção de maior representatividade. Portanto, estratégias que viabilizem a formulação de dietas mais baratas e que possam manter ou proporcionar ganhos em produtividade são de grande utilidade para o setor pecuário. Nesse sentido, a utilização da uréia em dietas de ruminantes apresenta grande aplicabilidade.

Este documento aborda questões relacionadas ao fornecimento da uréia na alimentação de vacas leiteiras. Ao longo do texto, são discutidos, em detalhes, como a uréia é metabolizada pelo animal, as formas de sua utilização na dieta, bem como resultados experimentais de desempenho de vacas alimentando-se desse composto nitrogenado não-protéico. As orientações técnicas deste trabalho são práticas e fornecem subsídios para utilização de forma eficiente e segura dessa tecnologia.

Roberto Teixeira Alves
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução	9
Características Químicas	10
Metabolismo da Uréia	12
Eficiência de Utilização de Compostos Nitrogenados e Produção de Proteína Microbiana	14
Formas de Utilização na Dieta e Desempenho Animal	18
Toxicidade	25
Conclusões	26
Referências	27
Abstract	33

Uréia na Alimentação de Vacas de Leiteiras

Roberto Guimarães Júnior

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

Thierry Ribeiro Tomich

Lúcio Carlos Gonçalves

Francisco Duarte Fernandes

Luís Gustavo Barioni

Geraldo Bueno Martha Júnior

Introdução

Ao longo dos anos, tem-se observado uma exigência crescente pelo aumento da eficiência no processo produtivo da pecuária. Essa pressão tem sido exercida, principalmente, pelo avanço da agricultura, impulsionando maior valorização da terra e redução da área para outras atividades. Tal acontecimento obriga, cada vez mais, o pecuarista a otimizar os recursos disponíveis na fazenda, visando a aumentar a rentabilidade e a competitividade de seu negócio.

As despesas com a alimentação contribuem de forma significativa nos custos de produção da atividade leiteira. Entre os itens que compõem a dieta de bovinos leiteiros, os suplementos protéicos são, geralmente, os componentes mais caros. Dessa forma, a utilização de alimentos alternativos que substituam as fontes de proteína comumente utilizadas na alimentação de ruminantes é de grande interesse para a atividade pecuária. A uréia é um composto nitrogenado não-protéico (NNP) que pode ser utilizado para essa finalidade, uma vez que, comparada com outras fontes de nitrogênio, é economicamente mais barata e, se utilizada de forma adequada, tem condições de manter bons níveis de produção.

Descoberta por Hilaire Rouelle em 1773, a uréia só foi sintetizada artificialmente em 1828, por Friedrich Wohler ([LOOSLI; MCDONALD, 1968](#)), derrubando a teoria de que os compostos orgânicos só poderiam ser sintetizados pelos organismos vivos (teoria da força vital). A sua produção em escala industrial iniciou-se em 1870, quando Bassarow conseguiu sintetizá-la a partir dos gás carbônico e da amônia, porém a sua utilização na alimentação de ruminantes só teve início em meados de 1914. Nesse período, a escassez de alimentos ocasionada pela Primeira Guerra Mundial impulsionou a Alemanha a intensificar a produção de uréia, visando a reduzir os custos de produção de carne e leite. A uréia tem sido utilizada na dieta de bovinos leiteiros por dois motivos básicos. Do ponto de vista nutricional, ela é usada para adequar a ração em proteína degradável no rúmen (PDR). Do ponto de vista econômico, é usada com o intuito de baixar o custo com a suplementação protéica ([SANTOS, 2006](#)).

O objetivo deste trabalho é discutir as potencialidades e limitações da utilização da uréia na alimentação de vacas leiteiras.

Características Químicas

A uréia é um composto orgânico cristalino, de cor branca, solúvel em água e álcool. Quimicamente é classificada como amida e, por isso, é considerada um composto nitrogenado não-protéico (NNP), cuja fórmula química é $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Embora exista uma variedade de compostos nitrogenados não-protéicos (purinas, pirimidinas, aminoácidos, peptídeos), a uréia não pode ser considerada proteína, porque não apresenta em sua estrutura aminoácidos reunidos por ligações peptídicas. Possui características específicas, uma vez que é deficiente em todos os minerais não possui valor energético próprio e é rapidamente convertida em amônia no rúmen ([MAYNARD et al., 1984](#)).

A sua fabricação industrial é obtida pela síntese da amônia com o gás carbônico em um reator, sob condições de elevada temperatura e pressão. A amônia em presença de CO_2 do ar origina o carbamato de amônia, o

qual, sob determinada pressão e temperatura, é decomposto em uréia e água. A partir daí, ocorre o processo de purificação, pois permanecem no reator a uréia, o carbamato de amônia, a água e o excesso de amônia. A mistura passa através de torres separadoras de alta e baixa pressão, a vácuo, onde se obtém uma solução água-uréia. Os gases NH_3 , CO_2 e a água que saem da seção de purificação são absorvidos na seção de recuperação, retornando para o reator como solução de reciclo ([PENTREATH, 2005](#)). Na Tabela 1, verifica-se a composição química da uréia brasileira. Vale ressaltar que a pequena quantidade de ferro e chumbo encontrada em sua composição não é considerada tóxica para os animais.

Tabela1. Composição química da uréia encontrada no Brasil.

Compostos	Concentração (%)
Nitrogênio	46,4
Biureto	0,55
Água	0,25
Amônio livre	0,008
Cinzas	0,003
Ferro e chumbo	0,003

Fonte: [Santos et al. \(2001\)](#)

Teoricamente, o fornecimento de 100 g de uréia na dieta do ruminante resultaria em produção de cerca de 290 g de proteína bruta de origem microbiana. Isso ocorre em virtude da alta percentagem de nitrogênio na composição da uréia pecuária - destinada ao consumo animal - e do emprego do fator 6,25 para cálculo do conteúdo de proteína bruta. Esse fator foi obtido partindo do pressuposto que, em média, as proteínas possuem 16 % de nitrogênio. Assim, a divisão de cem por essa média (16 %) resultou em 6,25. Dessa maneira, a utilização desse fator multiplicando o conteúdo de nitrogênio da uréia pecuária (de 42 % a 46,7 %) resulta em valores variando de 262,5 % a 291,9 % em equivalente protéico.

Metabolismo da Uréia

A degradação dos compostos nitrogenados é um processo múltiplo, envolvendo solubilização, hidrólise extracelular, transporte para o interior da célula, deaminação e formação de produtos finais, como amônia, ácidos graxos voláteis (AGV), CO_2 e metano (OWENS; ZINN, 1988; RUSSEL et al., 1991). Os principais microrganismos responsáveis pela degradação dos compostos nitrogenados no rúmen são as bactérias, embora os protozoários também atuem no processo por um mecanismo de ação diferenciado (pela ingestão de pequenas partículas alimentares e bactérias). Apesar de também deaminarem aminoácidos (AA), os protozoários não são capazes de utilizar a amônia para a síntese protéica. Ademais, em virtude da pequena taxa de passagem desses microrganismos, eles contribuem pouco para o fluxo de proteína microbiana para o intestino (SANTOS, 2006).

Ao chegar ao rúmen, a uréia é rapidamente desdobrada em amônia e CO_2 pela ação da urease microbiana. A amônia pertence à classe de substâncias denominadas eletrólitos fracos e, em solução, suas formas ionizada (NH_4) e não-ionizada (NH_3) estão em equilíbrio. No entanto, as suas respectivas concentrações dependem do pH e da temperatura (VISEK, 1968). Na Tabela 2, pode-se verificar que pequenos aumentos de pH acima de 7 provocam grandes aumentos na proporção de amônia na forma não-ionizada. O pH parece ser o fator mais importante na determinação da quantidade de amônia absorvida, uma vez que a absorção do NH_3 é passiva, através de membranas celulares, no sentido de uma concentração fisiológica menor. Embora a concentração de amônia na forma não-ionizada no rúmen seja pequena (0,38 % a 2,5 % para valores de pH de 6,62 a 7,42), ela é rapidamente repostada quando sai do meio, pois o equilíbrio $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{NH}_4^+$ é estabelecido com rapidez (VISEK, 1984). Assim, a concentração de amônia é dependente do equilíbrio entre as taxas de produção e absorção, o qual depende da concentração da sua forma não-ionizada no fluido ruminal, determinada pelo pH do meio (NOLAN, 1993). Uma vez que a concentração de amônia na circulação periférica é mantida a baixos níveis em virtude da conversão da amônia em uréia no fígado, existe um gradiente de concentração permanente que permite a absorção da amônia ruminal que excede a capacidade de utilização pelos

microrganismos. Esse mecanismo torna-se fundamental quando os animais são alimentados com dietas de baixo valor nutricional, favorecendo uma melhor utilização da proteína ([VAN SOEST, 1994](#)).

Tabela 2. Relação entre o pH e as proporções entre as formas não-ionizada e ionizada no plasma a 37 °C ($pK'a = 9,02$).

pH	% NH ₃	% NH ₄
9,02	50,00	50,00
8,72	33,38	66,62
8,42	20,07	79,93
8,12	11,18	88,82
7,82	5,93	94,07
7,52	3,06	96,94
7,22	1,56	98,44
6,92	0,75	99,25
6,62	0,38	99,62

Fonte: [Visek \(1968\)](#)

Os microrganismos ruminais que utilizam nitrogênio são divididos em dois grupos: aqueles que fermentam a celulose e hemicelulose, apresentam crescimento lento e utilizam a amônia como fonte de N para síntese de proteína microbiana; e os microrganismos que fermentam amido, pectina e açúcares, crescem mais rapidamente que os anteriores e são capazes de utilizar tanto amônia quanto aminoácidos como fonte de nitrogênio, numa proporção média de 66 % de aminoácidos e 34 % de nitrogênio amoniacal ([RUSSEL et al., 1992](#)). Portanto, dietas suplementadas com uréia mas que fornecem também peptídeos e aminoácidos pré-formados favorecem o crescimento microbiano, uma vez que todas as exigências quanto às diferentes fontes de nitrogênio para os microrganismos serão atendidas.

A fixação da amônia ruminal aos aminoácidos pelas bactérias é realizada mediante a ação de enzimas específicas: a glutamina sintetase (GS) e a glutamato desidrogenase (GDH). A concentração de GS é maior quando o nitrogênio amoniacal extracelular está baixo, enquanto a GDH não varia em

sua concentração. Quando a concentração de amônia está alta, a captação de nitrogênio (N) é feita principalmente via GDH, mas, quando os níveis de amônia estão baixos, a principal enzima utilizada é a GS, uma vez que ela possui maior afinidade pelo nitrogênio amoniacal. Em contrapartida, a fixação de N por essa via metabólica envolve o gasto de um mol de ATP para cada mol de íon amônio fixado, enquanto nenhum ATP é gasto pela ação da GDH. Portanto, quando a concentração ruminal de nitrogênio amoniacal está baixa, a eficiência de crescimento microbiano é reduzida, porque o ATP utilizado para crescimento é desviado para captação de nitrogênio ([OWENS; ZINN, 1988](#)). A amônia fixada é transferida para os precursores de outros aminoácidos por meio de reações de transaminação. Os aminoácidos formados são então conjugados para formar a proteína microbiana.

Quando a produção de amônia no rúmen, seja pela degradação da uréia ou de outros compostos nitrogenados, excede a capacidade de utilização pelos microrganismos, ocorre um acúmulo dessa fonte de N no rúmen. A amônia em excesso é removida, principalmente, por difusão passiva através do epitélio ruminal e imediatamente transportada pelo sistema porta ao fígado, onde é metabolizada, pois a sua forma livre é tóxica para o animal. As moléculas de amônia são então utilizadas para formação de uréia, na via metabólica conhecida como ciclo da uréia. Para a formação de uma molécula de uréia, são necessárias três moléculas de ATP, implicando em gasto energético pelo animal ([SANTOS et al., 2001](#)). Durante o ciclo, há formação de uma molécula de fumarato, que pode ser incorporada ao ciclo do ácido cítrico e gerar duas moléculas de ATP. Sendo assim, a reciclagem da amônia tem um custo energético de um ATP por molécula de uréia formada. A uréia formada pode retornar ao rúmen e servir novamente como fonte de N para produção de proteína microbiana ou ser eliminada pela urina.

Eficiência de Utilização de Compostos Nitrogenados e Produção de Proteína Microbiana

Diversos são os fatores que interferem na eficiência de utilização da proteína dietética e de compostos nitrogenados não-protéicos pelos ruminantes. De modo geral, o crescimento microbiano ocorre até que as

exigências de nitrogênio dos microrganismos sejam atingidas, o que é determinado pela presença de carboidratos fermentáveis no rúmen, produção de ATP e eficiência de conversão para células microbianas.

Os principais modificadores químicos e fisiológicos da fermentação ruminal são o pH e o *turnover*, sendo que ambos são afetados pela dieta e outras características relacionadas, como nível de ingestão, estratégias de alimentação, qualidade e tamanho de partícula da forragem e relações entre volumosos e concentrados. Durante o processo de produção de proteína microbiana, ocorre a fixação do N amoniacal a uma molécula que possui carbono em sua composição, envolvendo gasto energético. Portanto, fica evidente a dependência de fontes energéticas no rúmen para que a produção de proteína microbiana seja realizada. Levando-se em consideração a elevada taxa de degradação da uréia, fontes de energia com alta degradabilidade ruminal favorecem a utilização da amônia e, conseqüentemente, diminuem as perdas de energia decorrentes da reciclagem do nitrogênio em excesso. Baseado em dados de estudos *in vitro* e *in vivo*, existe um consenso geral de que a taxa de digestão dos carboidratos é o principal fator controlador da energia disponível para o crescimento microbiano e a taxa de digestão dos carboidratos totais está diretamente relacionada às concentrações de amido, pectinas e açúcares ([HOOVER; STOKES, 1991](#)).

Em animais suplementados com farelados protéicos, as maiores concentrações de amônia ocorrem normalmente de 3 a 5 horas após a alimentação. Já em dietas com uréia, o pico na concentração de amônia é observado cerca de 1 a 2 horas depois do fornecimento da dieta. A maior eficiência de produção de proteína microbiana em dietas suplementadas com uréia é alcançada quando as elevações na concentração de amônia estão sincronizadas com uma alta disponibilidade de energia ruminal. O NNP é degradado rapidamente e assume-se que essa fração é 100 % degradada no rúmen. Logo, proporções adequadas de carboidratos de fermentação rápida e média maximizam a utilização da uréia, o que, por sua vez, aumenta a digestibilidade da fibra da dieta, por aumento da população de microrganismos ruminais. Conseqüentemente, ocorre um aumento na taxa de passagem dos alimentos, favorecendo o consumo de matéria seca, já

que o rúmen se esvazia mais rapidamente. Os diferentes carboidratos que podem estar associados a dietas com a uréia apresentam as seguintes características:

- Carboidratos rapidamente fermentáveis (açúcares solúveis): fornecem a energia inicial e são encontrados principalmente nas forragens novas. Por serem muito solúveis, são também rapidamente degradados ($> 300\%/h$). O melaço é um exemplo de suplemento dessa natureza.
- Carboidratos com fermentação intermediária (amido e pectina): acredita-se que sejam os mais efetivos. O amido é encontrado em grande quantidade nas sementes de cereais, como milho e trigo. A pectina está presente principalmente em subprodutos da agroindústria, como polpa cítrica, polpa de beterraba e de outros tubérculos e a polpa de maçã. A taxa de fermentação desses carboidratos varia de $10\%/h$ a $50\%/h$.
- Carboidratos lentamente fermentáveis ($< 10\%/h$) (parede celular): quando presentes em grande quantidade, limitam a síntese de proteína microbiana e diminuem a utilização da uréia. Quanto mais velha a forrageira, maior a quantidade de fibra pouco utilizável. Dietas com baixos teores de carboidratos solúveis e altas concentrações de parede celular de plantas maduras (como palhas) limitam a utilização do NNP em função da baixa disponibilidade de energia e da baixa taxa de digestão dos carboidratos disponíveis. Nesses casos, a uréia é pouco utilizada porque o pico na produção de amônia acontece bem antes da fermentação máxima desses carboidratos de baixa qualidade ([VAN SOEST, 1994](#)).

Quantidades adequadas de energia e proteína degradáveis no rúmen resultarão no alcance da produtividade animal desejada, com menor quantidade de proteína dietética. O National Research Council adotou uma exigência de PDR igual a 1,18 a quantidade de proteína microbiana sintetizada no rúmen, a qual é calculada como 13% dos nutrientes digestíveis totais (NDT) ou 130 g de PDR por quilo de NDT ([NATIONAL RESEARCH COUNCIL](#),

2001). Quanto aos níveis de amônia encontrados previamente no rúmen, Satter e Roffler (1975) estimaram que o nível ótimo para alcançar a máxima eficiência de síntese microbiana seria em torno de 5 mg/dl, com uma dieta com cerca de 13,4 % de proteína bruta na matéria seca. Entretanto, concentrações superiores de nitrogênio (23,5 mg/dl) maximizam a fermentação ruminal, promovendo maior fermentação do substrato (SONG; KENNELLY, 1990). De acordo com Broderick (2006), mesmo depois de muita pesquisa nos últimos 20 anos, a questão relacionada à concentração ruminal ideal de amônia exigida permanece sem resposta.

A uréia não possui nenhum mineral em sua composição. Dietas com uréia devem ser suplementadas com mistura mineral de qualidade e atenção especial deve ser dada ao enxofre, uma vez que esse mineral é utilizado para síntese microbiana de aminoácidos sulfurados (metionina, cisteína e cistina). Normalmente, o teor de enxofre é baixo em rações com níveis elevados de nitrogênio não-protéico, especialmente nas dietas com altas proporções de grãos, ou baseadas em silagens de plantas produtoras de grãos. Por isso, a suplementação com enxofre em dietas com altos níveis de nitrogênio não-protéico é necessária. A relação ótima entre nitrogênio/enxofre para bovinos é de 10 a 15 partes de nitrogênio para uma parte de enxofre. São indicados como fonte suplementar de enxofre o sulfato de amônio e o sulfato de cálcio (URÉIA..., 1997).

Uma ferramenta útil para avaliação do metabolismo dos compostos nitrogenados no rúmen são as dosagens de uréia no leite ou no sangue. As concentrações de uréia no leite representam, em média, 85 % das encontradas no sangue (HARRIS JR., 1997). Em rebanhos pequenos, aconselha-se a amostragem de todos os animais, mas, quando o número de vacas é maior, uma amostragem ao acaso de 10 % a 15 % dos animais de cada lote de produção é suficiente. Os valores de uréia no leite devem situar entre 12 a 20 mg/dl. Concentrações acima desse limite podem representar níveis excessivos de proteína na dieta, uma baixa quantidade ou qualidade de carboidratos fermentáveis no rúmen ou uma falha na sincronização na degradação de tais fontes, indicando que existe uma ineficiência na suplementação protéica no rebanho.

Formas de Utilização na Dieta e Desempenho Animal

A síntese microbiana fornece a maior parte da proteína utilizada pelo ruminante lactante para manutenção e produção de leite, portanto o maior objetivo da nutrição protéica deve ser maximizar a produção da proteína microbiana ([BRODERICK, 2006](#)). Na dieta de vacas leiteiras, a uréia pode ser utilizada misturada ao concentrado, em volumosos ou na dieta completa.

Quando administrada via concentrado, a quantidade de uréia a ser fornecida pode ser facilmente controlada, o que, aliado 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](#)). Na substituição de um farelo protéico, considera-se que a uréia não possui energia, devendo ser incluída na mistura pela adição de um concentrado energético. [Faria \(1984\)](#) demonstrou de modo prático o efeito da inclusão de diferentes níveis de uréia em um concentrado a base de milho e farelo de soja (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito da adição de uréia sobre as proporções de milho e farelo de soja no concentrado.

% uréia	Unidades percentuais de milho a serem adicionadas	Unidades percentuais 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	1,28
1,8	12,6	14,4
2,0	14,0	16,0

Fonte: Adaptado de Faria (1984)

Como exemplo, se, em uma mistura composta por 70 % de milho e 30 % de farelo de soja, optasse-se por incluir 1 % de uréia, a formulação passaria a ter 77 % de milho e 22 % de farelo de soja. Por meio dessa Tabela e

com base nos custos dos ingredientes, pode-se avaliar o impacto da inclusão da uréia numa mistura concentrada. No entanto, ao fazer a inclusão da uréia, atenção deve ser dada ao balanceamento completo da dieta, de acordo com as exigências nutricionais dos animais. [Holter et al. \(1968\)](#) verificaram que a uréia fornecida até o nível de 2,5 % em misturas de concentrados não apresentou efeitos prejudiciais significativos no consumo de alimento, em sua digestibilidade ou na produção de leite. Contudo, [Wilson et al. \(1975\)](#) observaram decréscimo no consumo de matéria seca (MS) de uma ração completa contendo 2,3 % de uréia (425 a 450 g/dia), quando o composto nitrogenado foi administrado oralmente ou por intermédio da fístula ruminal. [Van Horn et al. \(1967\)](#) advertem que a mistura máxima de uréia em concentrados não deve exceder a 2 %, mesmo considerando animais fisiologicamente adaptados a tolerar maiores quantidades, em razão da possibilidade de existência de problemas relacionados à palatabilidade.

O fornecimento da uréia misturada a volumosos com baixa concentração de proteína bruta tem sido uma estratégia bastante utilizada. [Dixon \(1999\)](#) relatou aumentos na degradabilidade in situ da matéria seca variando de 24 % a 87 % para 16 diferentes tipos de forrageiras, após a adição da uréia em dietas com baixa proteína. O uso de 0,5 % de uréia como aditivo na silagem de milho foi capaz de aumentar o seu teor de proteína bruta em cerca de 50 % em trabalho de [Rojas et al. \(1980\)](#), elevar de 5 % para 8,3 % em estudo de [Vilela et al. \(1986\)](#) e praticamente dobrar esse conteúdo em avaliação de [Gonçalves et al. \(1998\)](#). Também na ensilagem do sorgo, a uréia tem sido adicionada com o objetivo principal de aumentar a percentagem de proteína bruta, apesar de sua aplicação ter promovido melhor estabilização da massa ensilada após abertura, na silagem de milho ([VILELA et al., 1986](#)) e de capim-elefante ([VILELA, 1989](#)). A adição de uréia ao milho, no momento da ensilagem, pode melhorar a relação energia-proteína com reflexo positivo sobre a digestibilidade da matéria seca ([VILELA et al., 1986](#)) e sobre a digestibilidade da proteína bruta da silagem, melhorando os consumos de matéria seca e de proteína digestíveis ([GONÇALVES et al., 1998](#)) e de energia bruta e digestível ([BORGES et al., 1998](#)). A cana-de-açúcar é um volumoso que apresenta baixa concentração

protéica, em torno de 2,74 % ([VALADARES FILHO et al., 2006](#)) e, por isso, freqüentemente é fornecida associada à uréia. A recomendação é de que, após um período de adaptação de dez dias usando 0,5 % de uréia na cana picada, deve-se utilizar 1 % de uréia em relação ao peso da cana picada. Ademais, deve ser adicionada uma fonte de enxofre, como o sulfato de amônio, para que se mantenha uma relação N:S de 14:1. A fórmula final é, portanto, de 0,5 kg da mistura uréia + sulfato de amônio (na proporção 9:1, ou seja, 450 g de uréia e 50 g de sulfato de amônio) para 100 kg de cana picada durante o período de adaptação. Em seguida, utiliza-se 1 kg da mistura uréia + sulfato de amônio (na proporção 9:1, ou seja, 900 g de uréia e 100 g de sulfato de amônio) para 100 kg de cana picada. Para aplicar a mistura ao volumoso, deve-se misturá-la em 3 a 4 litros de água e, com o auxílio de um regador, espalhá-la sobre a cana picada distribuída nos cochos. Finalmente, deve-se revolver o material duas ou três vezes para homogeneização. Adotando-se esse procedimento, o déficit protéico fica praticamente suprido. Para alcançar as exigências de manutenção ou ganhos pouco acima da manutenção, a tecnologia cana + uréia e sulfato de amônio é suficiente para atender as necessidades nutricionais dos microrganismos do rúmen, resultando em melhor consumo e utilização de nutrientes. [Rangel et al. \(2005\)](#) avaliaram o desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com quatro dietas isoprotéicas. O experimento foi composto de quatro tratamentos, dos quais uma dieta à base de cana-de-açúcar com farelo de soja e três outras com 0,4 %; 0,8 % e 1,2 % da mistura uréia e sulfato de amônia (9:1). Não houve diferença estatística para a produção de leite, que foi em torno de 20 kg/animal por dia. Quando se comparou farelo de soja com a uréia nos diferentes níveis, no entanto, ocorreu efeito linear crescente para o aumento dos níveis de uréia.

[Carmo \(2001\)](#) concluiu que a substituição parcial do farelo de soja por uréia no teor de 2 % da matéria seca da dieta é uma alternativa viável para vacas leiteiras no terço final (produção média de 20 kg/dia) e após a lactação. Nesse experimento, as dietas com uréia não afetaram o consumo de matéria seca, produção de leite, produção de leite corrigido

para gordura, produção de proteína e lactose do leite, produção de sólidos totais, concentração de nitrogênio uréico e glicose no plasma. [Santos et al. \(2001\)](#), avaliando vacas no terço médio de lactação, com produção média de 32 kg de leite/dia, observaram redução no consumo com a inclusão de 1 % de uréia na MS da dieta em substituição ao farelo de soja. Em experimento realizado com vacas leiteiras no mesmo estágio de lactação (produção média de 30 kg leite/dia), [Cameron et al. \(1991\)](#) suplementaram uréia na proporção de 0,75 % da matéria seca da dieta. A uréia supriu 12,5 % do nitrogênio total da dieta, e os animais consumiram, em média, de 157 g a 172 g de uréia/animal por dia. Os autores não verificaram diferenças significativas no consumo de matéria seca, digestibilidades ruminal, pós-ruminal e no trato total da MS entre os tratamentos e obtiveram ganhos em produção de leite ($p < 0,08$) nas dietas que continham uréia.

[Santos et al. \(2006\)](#) analisaram o efeito da inclusão de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas leiteiras do segundo ao sétimo mês de lactação, com produção média de leite no período de 22,7 kg/dia. Os níveis de inclusão foram de 0 %; 0,75 % e 1,5 % de uréia na MS da dieta, cuja base volumosa era cana-de-açúcar. Nos tratamentos com 0,75 % e 1,5 % de uréia, seu consumo médio foi, respectivamente, de 125 g e 243 g por dia. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos quanto a consumo de matéria seca, produção de leite, produção de leite corrigida para gordura e composição do leite. De acordo com os autores, tais resultados sugerem que o uso de até 1,5 % de uréia na matéria seca da dieta não interfere na produtividade e composição físico-química do leite. A adição de níveis crescentes de nitrogênio não-protéico (0 %; 0,7 %; 1,4 % e 2,1 % de uréia) reduziu o consumo de nutrientes, porém não foi observado efeito sobre as digestibilidades da MS, matéria orgânica, fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta e carboidratos para vacas no início da lactação, produzindo em torno de 20 kg de leite/dia ([SILVA et al., 2001](#)). O menor consumo de MS foi atribuído aos prováveis efeitos metabólicos da uréia e ou à pouca palatabilidade do alimento, à medida

que se elevou o teor de uréia na ração. Nesse experimento, a produção máxima de leite por dia, estimada por meio de equação de regressão, foi obtida com o teor de 4,79 % de NNP ou 0,7 % de uréia na MS total das rações.

Em trabalho de revisão de literatura, [Santos et al. \(1998\)](#) analisaram 23 comparações a partir de 12 trabalhos em que a uréia substituiu de forma parcial ou total diversos suplementos protéicos em dietas de vacas leiteiras de alta produção (30 a 40 kg/leite por dia). A inclusão da uréia na matéria seca da dieta variou entre 0,4 % a 1,8 %. O consumo de MS não foi afetado em 17 comparações, diminuiu em 4 e aumentou em 2, enquanto a produção de leite permaneceu inalterada em 20 e diminuiu em 3 comparações, com a inclusão da uréia na dieta. O teor de proteína do leite não foi afetado em 17 comparações e aumentou em 5. A produção média de leite foi de 32,7 kg/dia para vacas suplementadas com uréia e de 33,3 kg/dia para vacas suplementadas exclusivamente com fontes de proteína verdadeira. Os resultados mostram viabilidade de utilização da uréia mesmo em dietas de vacas leiteiras de alta produção.

A mistura de uréia em dietas contendo grãos de leguminosas crus, principalmente soja, bandinha de soja e feijão, pode ser problemática. Isso porque esses grãos contêm uma enzima chamada urease, que age desdobrando a uréia à amônia na presença de água. Esse fenômeno pode induzir inibição do consumo do alimento, em função do forte odor ocasionado pela amônia, ou intoxicação, principalmente em dietas com elevada proporção de volumoso e baixa concentração energética. Apesar disso, a combinação de uréia com grão de soja cru em dietas com elevada proporção de concentrado para vacas em lactação não ocasionou problemas no consumo de matéria seca ou diminuição no desempenho desses animais ([VAN DIJK et al., 1983](#)). [Fernandes et al. \(1988, 1991\)](#) concluíram que a soja crua + 1 % de uréia pode substituir o farelo de soja como suplemento protéico para vacas em lactação com produção em torno de 10 litros de leite por dia, sem prejuízos para a produção e composição de leite, consumo de matéria seca, parâmetros sanguíneos e ruminais. A

urease é inativada por tratamento térmico, portanto esse problema não ocorre em dietas compostas por grãos de soja tostados, por exemplo.

Os resultados de experimentos avaliando diferentes níveis de inclusão de uréia em dietas de vacas em lactação são variados. Há de se ressaltar que parte dessa variabilidade pode ser atribuída aos alimentos utilizados nas formulações da dieta total, níveis de produção, estágios de lactação e níveis de uréia empregados. Para vacas em início de lactação, os experimentos têm mostrado que independente do nível de produção, parece prudente utilizar menores concentrações de uréia, em função da queda no consumo de matéria seca verificada nesse período. Nos demais estágios da lactação, os experimentos têm mostrado que consumos de uréia próximos a 200 g/animal por dia podem ser interessantes, uma vez que a vantagem ou não da inclusão da uréia na alimentação desses animais estará diretamente relacionada ao balanceamento adequado da dieta e ao custo dos insumos.

Para animais de menor exigência, como em vacas no período seco, a suplementação de uréia em misturas múltiplas tem se mostrado uma opção interessante. A diferença principal entre a mistura múltipla da seca e a mistura múltipla das águas, também chamada comercialmente de “sal energético”, reside no fato de que, na maior parte da estação chuvosa, o teor de proteína das forrageiras geralmente pode ser considerado satisfatório e, por isso, a concentração de uréia é menor. O consumo da mistura múltipla de seca é bastante variável, dependendo da qualidade e da oferta de pastagem, situando-se numa faixa de 200 a 300 g/animal por dia. A frequência de reposição da mistura múltipla nos cochos não deve exceder a três dias, já que a mistura em contato com a saliva do animal tem uma tendência a empedrar. O ganho de peso dos bovinos em pastagens suplementados com a mistura múltipla na época da seca tem variado de 100 a 300 g/cabeça por dia. É importante salientar que, para obter melhores resultados, é essencial a existência de uma boa oferta de pastagem ([LOPES, 1998](#)). A composição de fórmulas de mistura múltipla para a época da seca e das águas desenvolvidas pela Embrapa Cerrados é mostrada na [Tabela 4](#).

Tabela 4. Composição das misturas múltiplas desenvolvidas pela Embrapa Cerrados.

Ingredientes	Época das secas Quantidade	Época das águas Quantidade
Milho desintegrado (quirera grossa)	27 kg	52 kg
Farelo de algodão	15 kg	-
Fonte de fósforo	16 kg	16 kg
Uréia pecuária	10 kg	5 kg
Enxofre em pó	1,3 kg	1,3 kg
Sulfato de zinco	600 g	600 g
Sulfato de cobre	80 g	80 g
Sulfato de cobalto	20 g	20 g
Sal comum	30 kg	25 kg
Total	100 kg	100 kg

Fonte: [Lopes \(1998\)](#).

Alguns prováveis efeitos negativos sobre parâmetros reprodutivos em vacas têm sido atribuídos à utilização da uréia na dieta. De acordo com alguns autores, esses efeitos podem estar relacionados à redução da concentração plasmática de progesterona ([JORDAN; SWANSON, 1979](#)), alteração na composição iônica do fluido uterino e redução do pH intra-uterino ([JORDAN et al., 1983](#); [ELROD; BUTLER, 1993](#); [ELROD et al., 1993](#)), exacerbação do balanço energético negativo, aumento da secreção endometrial de PGF2 α ([BUTLER, 1998](#)), entre outros. Em extensa revisão sobre utilização de nitrogênio não-protéico na nutrição de vacas leiteiras, [Santos et al. \(2001\)](#) salientam que o excesso de proteína na dieta, bem como sua degradabilidade, pode afetar a eficiência reprodutiva em rebanhos leiteiros. Tal fato induz a pensar que, ao se fornecer uréia na dieta de vacas leiteiras, estarão sendo aumentadas as concentrações ruminais de amônia e concentração sanguínea de uréia. No entanto, esse quadro pode ocorrer tanto com o excesso de proteína verdadeira quanto de uréia. Os autores concluem que, mais importante do que escolher a fonte

de proteína, é atentar para a quantidade, a degradabilidade, a densidade energética e a sincronização entre carboidrato e proteína no rúmen, a fim de otimizar, dessa forma, a produção microbiana e evitar elevadas concentrações de amônia no rúmen.

Toxicidade

O consumo de grandes quantidades de uréia, durante um período curto, pode ser fatal para animais não adaptados. A rápida liberação de amônia a partir da hidrólise da uréia contribui para uma elevação no pH. Em condições de alcalose ruminal, a absorção de amônia aumenta significativamente via parede ruminal. A amônia em excesso é convertida no fígado em uréia, no entanto, quando a capacidade de conversão do fígado chega a seu limite, as concentrações de amônia no sangue aumentam ([ESSIG et al., 1988](#)). A neurotoxicidade da amônia é o principal responsável pelos sinais de intoxicação. A hiperamonemia altera as propriedades fisiológicas da barreira hematoencefálica, ocasionando um desequilíbrio dos aminoácidos no cérebro. Os aminoácidos ramificados diminuem no soro e no cérebro, enquanto os aromáticos se elevam. Como esses últimos são os precursores da maioria dos neurotransmissores, ocorre um excesso dessas substâncias no cérebro, advindo distúrbios na condução neural ([COOPER; PLUM, 1987](#)). [Bartley et al. \(1976\)](#) observaram quadro de tetania muscular, em média, 53 minutos após a administração da dose tóxica de uréia diretamente no rúmen, via fístula, e verificaram que o pH ruminal e as concentrações de amônia no sangue estavam estreitamente correlacionados com a toxidez. Dessa forma, a adaptação de ruminantes a dietas suplementadas com uréia é necessária. Durante o processo de adaptação, a retenção de nitrogênio tende a crescer depois do início do fornecimento de NNP até que se atinja o equilíbrio. A adaptação à uréia correspondente aos limites máximos recomendados pode ocorrer no prazo de duas semanas, mas esse processo deve ser reiniciado caso haja uma interrupção no fornecimento de NNP por período superior a dois dias. O estímulo do ciclo de síntese de uréia no fígado (ciclo da uréia) aumenta a conversão de amônia em uréia e parece ter papel importante durante a adaptação dos animais.

O tratamento nos casos de intoxicação pela uréia tem como objetivo reduzir o pH no ambiente ruminal e impedir a absorção excessiva da amônia liberada. Para tal finalidade, utiliza-se o fornecimento, via oral, de 4 a 6 litros de solução de ácido acético ou de vinagre a 5 %. Dependendo da sintomatologia apresentada, o procedimento deve ser repetido 6 horas após a primeira administração. Em situações em que tais produtos não estejam disponíveis, deve-se fornecer de 20 a 30 litros de água fria, para dificultar a absorção, bem como diluir a amônia presente no rúmen. Animais em casos mais graves de intoxicação apresentam-se prostrados, com quadros de tetania ou convulsão e raramente respondem ao tratamento. Nesses casos, a morte pode ocorrer rapidamente. [Word et al. \(1969\)](#) recomendam fornecer aos animais solução de ácido acético a 5 % - 10 % tão logo a toxidez se manifeste, seguindo-se uma segunda ingestão 2 a 3 horas mais tarde. Esses autores observaram também que o rápido esvaziamento do conteúdo ruminal foi eficiente em evitar a morte dos animais por intoxicação.

Conclusões

- A uréia é um composto nitrogenado não-protéico que pode ser utilizado para reduzir custos com a suplementação protéica em dietas de bovinos leiteiros.
- A eficiência de sua utilização pelos animais depende do balanceamento adequado da dieta, de modo a permitir uma sincronização entre a disponibilidade de carboidratos fermentáveis e nitrogênio no rúmen. Ademais, atenção deve ser dada à concentração de minerais, bem como ao período de adaptação à dieta pelos animais.
- Para vacas no terço médio e final de lactação, a ingestão de uréia pode chegar a valores próximos a 200 g/animal por dia, dependendo das exigências nutricionais desses animais. No entanto, para animais no início de lactação, aconselha-se o fornecimento de doses inferiores a essa.
- A adaptação à ingestão da uréia por meio do fornecimento de quantidades gradativamente crescentes é condição fundamental para se evitar intoxicação.

Referências

BARTLEY, E. E.; DAVIDOVICH, A.; BARR, G. W.; GRIFFEL, G. W.; DAYTON, A. D.; DEYOE, C. W.; BECHTLE, R. M. Ammonia toxicity in cattle. 1. Rumen and blood change associated with toxicity and treatment methods. **Journal of Animal Science**, v. 43, p. 835-841, 1976.

BORGES, A. L. C. C.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; PIZARRO, E. A. Valor nutritivo de silagem de milho, adicionada de uréia e carbonato de cálcio, e do rolão de milho. II - Consumo e digestibilidade de energia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, n. 3, p. 317-320, 1998.

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. Disponível em: < <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns.html> > . Acesso em: 14 jan. 2007.

BUTLER, W. R. Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 9, p. 2533-2539, 1998.

CAMERON, M. R.; KLUSMEYER, T. H.; LYNCH, G. L. Effects of urea and starch rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum, and performance of cows. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 1321-1336, 1991.

CARMO, C. A. **Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação**. 2001. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

COOPER, A. J. L.; PLUM, F. Biochemistry and physiology of brain ammonia. **Physiological Reviews**, v. 67, n. 2, p. 440-519, 1987.

DIXON, R. M. Effects of addition of urea to a low nitrogen diet on the rumen digestion of a range of roughages. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, p. 1091-1097, 1999.

ELROD, C. C.; BUTLER, W. R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 694-701, 1993.

ELROD, C. C.; VAN AMBURG, M.; BUTLER, W. R. Alterations of pH in response to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 702-706, 1993.

ESSIG, H. W.; HUNTINGTON, G. B.; EMERICK, R. J. Nutritional problems related to the gastro-intestinal tract. In: CHURCH, D. C. (Ed.). **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p. 468-492.

FARIA, V. P. **Modalidade de utilização de uréia para bovinos**. Piracicaba: ESALQ, 1984. 21 p.

FERNANDES, F. D.; TEIXEIRA, J. C.; PEREZ, J. R. O.; MUNIZ, J. A.; FERREIRA, R. N. Uso da soja crua, soja tostada e soja crua/uréia como suplemento protéico para vacas em lactação. II. Consumo e parâmetros sanguíneo e ruminais. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 35-43, 1988.

FERNANDES, F. D.; TEIXEIRA, J. C.; PEREZ, J. R. O.; FERREIRA, R. N.; MUNIZ, J. A. Uso de soja crua, soja tostada e soja crua/uréia como suplementos protéico para vacas em lactação. I. Produção e composição do leite. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 320-326, 1991.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, A. L. C. C.; RODRIGUEZ, N. M.; PIZARRO, E. A. Valor nutritivo da silagem de milho adicionada de uréia e carbonato de cálcio e do rolão de milho. I - Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e a da proteína bruta e balanço de nitrogênio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 50, n. 3, p. 309-315, 1998.

HADDAD, C. M. Uréia em suplementos alimentares. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS - URÉIA PARA RUMINANTES, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 119-141.

HARRIS JR., B. Usando os valores de nitrogênio uréico no leite (MUN) e nitrogênio uréico sanguíneo (BUN). **Infomilk**, v. 1, n. 1, p. 1-4, 1997.

HOLTER, J. B.; COLOVOS, N. F.; DAVIS, H. A.; URBAN JR., W. E. Urea for lactating dairy cattle. III. Nutritive value of rations of corn silage plus concentrate containing various levels of urea. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 8, p. 1243-1248, 1968.

HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3630-3644, 1991.

JORDAN, E. R.; CHAPMAN, T. E.; HOLTAN, D. W.; SWANSON, L. V. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high-producing postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 66, n. 9, p. 1854-1862, 1983.

JORDAN, E. R.; SWANSON, L. V. Effect of crude protein on reproductive efficiency, serum total protein, and albumin in the high-producing dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 62, n. 1, p. 58-63, 1979.

LOOSLI, J. K.; McDONALD, I. W. **Nonprotein nitrogen in the nutrition of ruminants**. Roma: FAO, 1968. 94 p. (FAO Agricultural Studies, 73). Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/004/AC149E/AC149E00.HTM> > . Acesso em: 12 nov. 2006.

LOPES, H. O. da S. **Suplementação de baixo custo para bovinos: mineral e alimentar**. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. 107 p.

MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. **Animal nutrition**. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 736 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7. ed. rev. Washington: National Academic Science, 2001. 408 p.

NOLAN, J. V. Nitrogen kinetics. In: FORBES, F. M.; FRANCE, F. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: CAB International, 1993. p. 123-145.

OWENS, F. N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D. C. (Ed.). **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p. 227-249.

PENTREATH, M. **Uso da uréia agrícola ou pecuária como fonte de nitrogênio para ruminantes**. 2005. 111 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RANGEL, A. H. N.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar corrigida com farelo de soja e diferentes níveis de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2005. 1 CD-ROM.

ROJAS, S. A. S.; RODRIGUEZ, N. M.; PIZARRO, E. A. Efeito da uréia e do carbonato de cálcio na fermentação da silagem de milho. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, v. 32, n. 3, p. 407-414, 1980.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

RUSSEL, J. B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminal protein fermentation: news perspectives on previous contradictions. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Ed.). **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. New York: Academic Press, 1991. p. 681-697.

SANTOS, F. A. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Fundep, 2006. p. 255-286.

SANTOS, F. A. P.; JUCHEM, S. O.; IMAIZUMI, H. Suplementação de fontes de proteína e de amido com diferentes degradabilidades ruminais para vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. 1 CD-ROM.

SANTOS, F. A. P.; SANTOS, J. E. P.; THEURER, C. B.; HUBER, J. T. Effects of rúmen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 3182-3213, 1998.

SANTOS, G. T.; CAVALIERI, F. L. B.; MODESTO, E. C. Recentes avanços em nitrogênio não protéico na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 199-228.

SANTOS, M. V.; AQUINO, A. A.; REAL, Y. L. V. Efeito de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas em lactação, sobre o consumo, produção e composição do leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD-ROM.

SATTER, L. D.; ROFFLER, R. E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 58, n. 8, p. 1219-1237, 1975.

SILVA, R. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. Uréia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1639-1649, 2001.

SONG, M. K.; KENNELLY, J. J. Ruminal fermentation pattern, bacterial population and ruminal degradation of feed ingredients as influenced by ruminal ammonia concentration. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 4, p. 1110-1120, 1990.

URÉIA pecuária: informações técnicas. [S.l.]: Petrobrás, 1997. 14 p.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**: COBAL 2.0. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 329 p.

VAN DIJK, H. J.; O'DELL, G. D.; PERRY, P. R.; GRIMES, L. W. Extruded versus raw ground soybeans for dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 50, p. 2521-2525, 1983.

VAN HORN, H. H.; FOREMAN, C. F.; RODRIGUEZ, J. E. Effect of high-urea supplementation on feed intake and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 50, p. 709-714, 1967.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VILELA, D. **Avaliação nutricional da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) submetido a emurchecimento e adição de uréia na ensilagem**. 1989. 186 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VILELA, D.; MELLO, R. P.; VILLAÇA, H. de A.; CRUZ, G. M. da; MOREIRA, H. A. Efeito da cama de aviário e da uréia na ensilagem do milho sobre o desempenho de vacas em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 1, p. 57-68, 1986.

VISEK, W. J. Ammonia: its effects on biological systems: metabolic hormones and reproduction. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 3, p. 481-498, 1984.

VISEK, W. J. Some aspects of ammonia toxicity in animal cells. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 2, p. 286-295, 1968.

WILSON, G.; MARTZ, F. A.; CAMPBELL, J. R.; BECKER, B. A. Evaluation of factors responsible for reduced voluntary intake of urea for ruminants.

Journal of Animal Science, v. 41, n. 5, p. 1431-1437, 1975.

WORD, J. D.; MARTIN, L. C.; WILLIAMS, D. L.; WILLIAMS, E. I.; PANCIEIRA, R. J.; NELSON, T. E.; TILLMAN, A. D. Urea toxicity studies in the bovine. **Journal of Animal Science**, v. 29, p. 786-791, 1969.

Urea in dairy cattle feeding

Abstract

Urea is a non protein nitrogen compound that can be used to replace protein sources usually offered in ruminant nutrition. It is a technology that can be efficiently used in dairy cow nutrition, assuring good production levels. Taking to account the ruminant metabolism, the efficiency of urea use by ruminal microorganisms depends on the correct diet balance. Ingredients that supply adequate amounts of rumen degradable energy and protein are needed. Diets also must be corrected with minerals, especially sulphur, mixed directly to the urea. Regarding to the forms of use in the diet, urea can be supplied mixed with concentrates, roughages, in total ration or in mineral mixtures. It must be always attempted to the period of adaptation and supply levels to the animals.

Index terms: animal nutrition, dairy cattle, non protein nitrogen, ruminant, urea.