

Utilização da uréia na alimentação de ruminantes no semi-árido

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira¹, Roberto Guimarães Júnior², Thierry Ribeiro Tomich³

¹ Médico Veterinário, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Semi-Árido, luiz.gustavo@cpatsa.embrapa.br

² Médico Veterinário, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrado, guimaraes@cpac.embrapa.br

³ Médico Veterinário, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Pantanal, thierry@cpap.embrapa.br

INTRODUÇÃO

A uréia ($\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$) é um composto orgânico sólido, solúvel em água e higroscópico. Quimicamente classificada como amida, pertence ao grupo de compostos nitrogenados não protéicos. Os ruminantes, através de microrganismos presentes no rúmen, são capazes de transformar tanto o nitrogênio derivado da proteína verdadeira, quanto o proveniente de alguns compostos nitrogenados não protéicos, como a uréia, o sulfato de amônio e o biureto, em proteína de alto valor nutritivo. Desta forma, o uso da uréia na dieta desses animais apresenta-se como um método de economia, permitindo poupar insumos normalmente utilizados na alimentação humana e de outros animais monogástricos.

A utilização da uréia tem permitido o aproveitamento de alimentos volumosos de baixa qualidade pelos ruminantes que, em condições normais, são pouco aproveitados. Portanto, a uréia pode ser incluída na dieta dos ruminantes, com as finalidades principais de substituir o nitrogênio da proteína verdadeira, visando a redução no custo da ração, ou com o objetivo de elevar o teor de nitrogênio dos volumosos de baixa qualidade, aumentando o seu consumo e aproveitamento.

METABOLISMO DA URÉIA

Sendo utilizada por mais de um século como suplemento alimentar para ruminantes, a uréia é um sal granulado de cor branca, que é obtida industrialmente em processo com temperatura e pressão controladas, onde a condensação do gás carbônico (CO_2) com a amônia (NH_3) forma inicialmente o carbonato de amônia, que, por sua vez, libera uma molécula de água, dando origem à uréia. Quando alcança o rúmen, a uréia é rapidamente desdobrada em amônia e CO_2 pela ação da urease microbiana. Da mesma forma, uma vez no rúmen, parte da proteína verdadeira da dieta é hidrolisada por ação dos microrganismos, fornecendo peptídeos, aminoácidos e, finalmente, amônia. Simultaneamente a estes processos de degradação dos compostos nitrogenados, ocorre a síntese de proteína microbiana a partir dessa amônia liberada. Entretanto, para que esta síntese ocorra, é essencial a presença de uma fonte de energia (celulose e amido, por exemplo), já que a amônia é fixada e transferida para precursores de aminoácidos sintetizados a partir desses carboidratos fermentáveis, com a posterior conjugação dos aminoácidos, para formação da proteína microbiana (*Figura 1*).

Na progressão da digestão ruminal, o alimento ingerido pelo animal, os microrganismos desenvolvidos no rúmen e seus produtos avançam pelo trato digestivo, chegando ao abomaso onde, devido à acidez deste compartimento, os microrganismos são destruídos e seu conteúdo liberado. No abomaso e também no intestino delgado a proteína e outras frações alimentares são digeridas. Deste modo, a digestão da proteína microbiana nada mais é do que sua quebra em peptídeos e aminoácidos, os quais serão absorvidos no intestino e novamente transformados em proteínas, sendo que agora em proteínas do próprio animal.

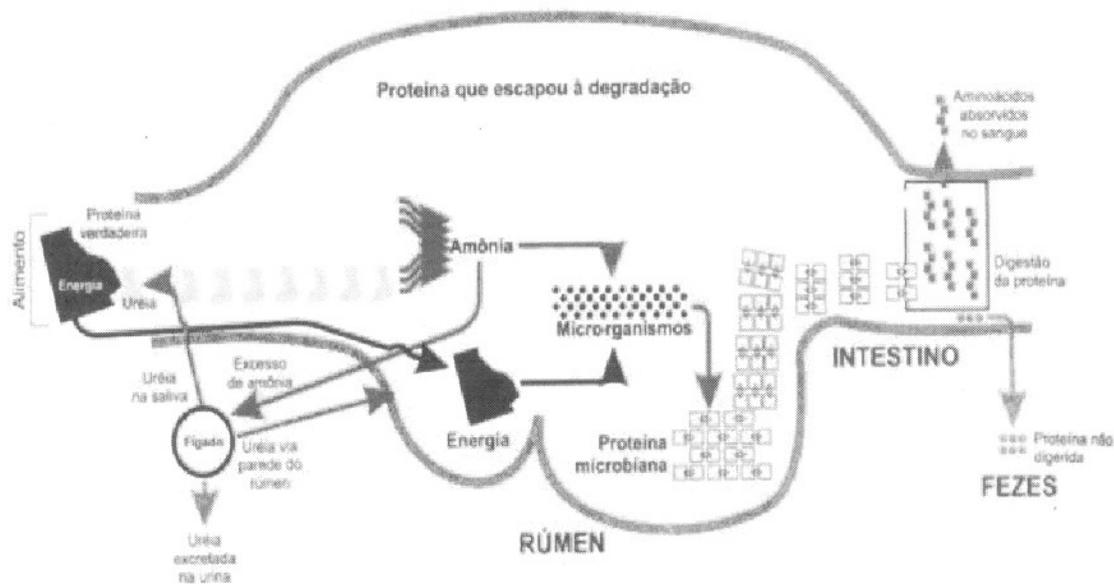


Figura 1 Mecanismo simplificado da síntese protéica no rúmen com a participação da proteína verdadeira do alimento, da uréia endógena e da uréia dietética

Teoricamente, em condições ideais, o fornecimento de 100 gramas de uréia na dieta do ruminante resultaria em produção de cerca de 260 gramas de proteína bruta de origem microbiana. Isto ocorre devido à alta percentagem de nitrogênio na composição da uréia pecuária - uréia destinada ao consumo animal - e ao emprego do fator 6,25 para cálculo do conteúdo de proteína bruta. Este fator foi obtido partindo do pressuposto que, em média, as proteínas possuem 16% de nitrogênio. Assim, a divisão de 100 por esta média (16%) resultou em 6,25. Desta maneira, a utilização deste fator multiplicando o conteúdo de nitrogênio da uréia pecuária (de 42,0 a 46,7%) resulta em valores variando de 262,5 a 291,9% em equivalente protéico.

Existe ainda outro processo de produção de uréia no próprio metabolismo do animal, e conhecê-lo é importante para se entender como o ruminante intoxica por excesso de uréia. A uréia assim produzida é chamada "uréia endógena" e é sintetizada no fígado. Nesse processo, a amônia proveniente da degradação da proteína ou da uréia e absorvida pela parede do rúmen, alcança o fígado pela veia porta. No fígado, a amônia é novamente convertida em uréia. Parte dessa uréia volta ao rúmen, parte vai para a saliva e parte é excretada na urina. Esse processo é conhecido como "ciclo da uréia".

FATORES QUE AFETAM A UTILIZAÇÃO DA URÉIA NO RÚMEN

ENERGIA

A quantidade de amônia incorporada na proteína microbiana depende da concentração de energia fermentável da dieta. Os carboidratos, através do fornecimento desta energia e de esqueletos de carbono, possibilitam esta síntese protéica. A fonte e a quantidade desses carboidratos são os fatores mais importantes, capazes de influenciar a eficiência de utilização da uréia pelos microorganismos do rúmen. Os vários tipos de carboidratos diferem-se nessa função: a celulose, de

transformação lenta no rúmen, não fornece adequadamente energia ao sistema, não permitindo, deste modo, uma eficiente utilização da uréia, pelo fato de possuir uma velocidade de desdobramento não condizente com a velocidade de hidrólise da uréia; já o amido parece ser a fonte de energia mais efetiva, sendo, geralmente, fermentado em uma taxa condizente com a taxa de liberação da amônia pela uréia. Portanto, as rações que contêm grande quantidade de milho, por exemplo, são adequadas para a utilização eficiente da uréia. Os diferentes carboidratos apresentam os seguintes comportamentos quanto à eficiência de utilização da uréia no rúmen:

- Carboidratos facilmente fermentáveis (açúcares solúveis) – fornecem a energia inicial e são encontrados principalmente nas forragens novas e tenras. Entretanto, por serem muito solúveis, são também rapidamente degradados, fornecendo poucos esqueletos de carbono para a síntese protéica. Melão e açúcar são exemplos de suplementos desse tipo de carboidratos.

- Carboidratos mediantemente fermentáveis (amido) – acredita-se ser o mais efetivo. É encontrado em grande quantidade nas sementes de cereais como milho e trigo.

- Carboidratos lentamente fermentáveis (fibra ou 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.

Proporções adequadas de carboidratos de fermentação rápida e mediantemente fermentáveis maximizam a utilização da uréia, o que, por sua vez, aumenta a digestibilidade da fibra da dieta, por aumento da população de microrganismos ruminais. O uso da uréia desta maneira tem potencial para estimular a síntese protéica, elevar a degradabilidade da fibra e, conseqüentemente, aumentar a taxa de passagem dos alimentos, favorecendo o consumo de matéria seca, porque o rúmen se esvazia mais rapidamente.

PROTEÍNA

A quantidade de proteína da ração afeta a conversão de nitrogênio não protéico em proteína microbiana. Teores protéicos elevados são capazes de reduzir a utilização de amônia pelos microrganismos do rúmen. Em dietas com teores energéticos adequados e alevados em proteína degradável no rúmen, o nível máximo de proteína bruta da ração, a partir do qual a adição de nitrogênio não protéico reduz a utilização da amônia para síntese protéica, está entre 14 e 15% da matéria seca. Por esse motivo, em dietas suplementadas com uréia, é desejável a inclusão de fontes protéicas com baixa solubilidade e baixa degradação ruminal, com a finalidade de evitar o excesso de amônia. Entretanto, a presença de proteína verdadeira é indispensável para o processo de síntese, porque é necessária a existência de aminoácidos pré-formados para a utilização da amônia por estes microrganismos.

ENXOFRE

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. Desta maneira, a síntese microbiana de aminoácidos sulfurados (metionina, cisteína e cistina) pode ser prejudicada, limitando a utilização da uréia. Por isso é necessária a suplementação com enxofre em dietas com altos níveis de nitrogênio não protéico. A relação ótima de nitrogênio/enxofre para bovinos é a de 12 a 15 partes de nitrogênio para uma parte de enxofre. Assim, para uma ração com 15% de proteína bruta, seriam necessários de 0,16 a 0,20% de enxofre, o que significa que os teores deste mineral deveriam ser dobrados em rações baseadas em silagem de milho e suplementadas primordialmente com uréia.

INTOXICAÇÃO PELA URÉIA

O consumo excessivo de uréia e baixo em carboidratos fermentáveis, pode resultar em casos de intoxicação pela amônia. Esta intoxicação ocorre quando o acúmulo de amônia no rúmen é capaz de elevar o pH neste compartimento, favorecendo a sua absorção acima da capacidade de processamento hepático. Geralmente, os sintomas dessa intoxicação aparecem em menos de uma

hora após a ingestão excessiva de uréia. Os sintomas mais freqüentes são a salivação abundante, os tremores e os espasmos musculares, sendo que a inquietação, a surdez, os tremores da pele, a micção e a defecação constantes, a respiração ofegante, a falta de coordenação motora, o enrijecimento das pernas e o colapso respiratório, seguido de morte, também podem ocorrer. A prevenção dos casos de intoxicação deve ser feita através da observação de regras básicas da utilização da uréia suplementar para ruminantes:

- A uréia somente é aproveitada por animais com o rúmen funcional e o desenvolvimento do rúmen está associado ao fornecimento de alimentos sólidos, assim indica-se o fornecimento de uréia para bovinos com idade superior a seis meses.
- É necessário um período de adaptação com aumento gradativo do teor de uréia na dieta, com a finalidade de propiciar o desenvolvimento da população microbiana ruminal capaz de utilizar a amônia liberada na sua degradação.
- O fornecimento da uréia deve ser parcelado ao longo do dia e quanto maior a quantidade de uréia incluída na dieta, mais parcelado deve ser o seu fornecimento, para evitar as altas concentrações de amônia.
- Deve ser assegurada a presença de fonte adequada de energia na forma de carboidratos fermentáveis no rúmen, a fim de favorecer a utilização da amônia pelos microrganismos.
- Apesar da quantidade exata de uréia que pode ser metabolizada de maneira a não causar toxidez depender dos procedimentos na sua administração, da composição da dieta, entre outros fatores, recomenda-se limitar o fornecimento diário de uréia em 40 gramas / 100 Kg de peso vivo.

TRATAMENTO DA INTOXICAÇÃO POR URÉIA

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, este procedimento deve ser repetido 6 horas após a primeira administração. Em situações em que estes produtos não estejam disponíveis, deve-se fornecer de 20 a 30 litros de água fria ou gelada, para dificultar a absorção ruminal de amônia. Animais em casos mais graves de intoxicação, apresentam-se prostrados, com quadros de tetania ou convulsão e raramente respondem ao tratamento. Nestes casos a morte pode ocorrer rapidamente.

MODALIDADES DE UTILIZAÇÃO DA URÉIA

SAL MINERAL COM URÉIA

A suplementação com uréia pecuária na mistura mineral é capaz de aumentar o consumo da forrageira em pastos secos, induzindo os animais à maior ingestão de gramíneas, mesmo em estádios fisiológicos avançados e as pouco palatáveis, possibilitando satisfazer suas exigências de energia para manutenção, ou para pequenos ganhos de peso na época seca (*Quadro 1*) (VILELA *et al.*, 1982; VILELA & SILVESTRE, 1985). Por este motivo, quando o objetivo da suplementação é apenas tentar manter o peso dos animais durante o período seco, uma solução econômica e de custo/benefício comprovado, é o fornecimento da uréia pecuária na mistura mineral. Podendo ser uma boa opção para a recria de novilhas (PAULINO *et al.*, 2005) e vacas em período seco.

O início da suplementação de uréia na mistura mineral deve ser gradativo (*Quadro 2*), de modo a possibilitar adaptação aos altos níveis de amônia. A mistura de sal mineralizado e uréia com 20% de palatabilizante (fubá ou quirera de milho, ou farelos de trigo ou de algodão) propicia o aumento do consumo e concorre para evitar a aglutinação e o empedramento da mistura. Apesar deste sistema de suplementação apresentar a ingestão da uréia regulada pelo consumo do sal, restringindo a possibilidade de ingestão de quantidades excessivas e oferecendo boa margem de segurança contra uma possível intoxicação, deve-se ter cautela com animais em jejum, ou submetidos a longo tempo de privação de sal ou de fontes de fósforo.

Quadro 1 Avaliação do ganho em peso de bovinos suplementados ou não com uréia na mistura mineral durante período de seca

Forrageira principal	Categoria animal	Taxa de lotação (UA/ha)	Ganho médio diário (Kg/animal/dia)	
			Sem uréia	Com uréia
Capim-colonião ¹	Novilha	0,5	0,100	0,316
Braquiária decumbens ²	Novilho	2,0	0,280	0,460
Braquiária decumbens ¹	Novilho	1,9	0,210	0,400
Braquiária decumbens ¹	Bezerro	1,0	0,380	0,460
Capim-colonião ¹	Novilho	0,5	- 0,083	0,350
Capim-elfante ¹	Vaca	1,0	0,259	0,707

¹VILELA & SILVESTRE (1985), ²VILELA et al. (1982)

Quadro 2 Esquema de adaptação para o uso da uréia com a mistura mineral

Semana	Mistura mineral (%)	Uréia (%)	Palatabilizante (%)
Primeira	80	10	10
Segunda	55	25	20
Terceira em diante	40	40	20

Recomendações gerais para a utilização de sal mineral com uréia:

- É desejável a existência de bastante volumoso, mesmo que seja forragem seca;
- Os animais devem ter água em abundância e sempre disponível, pois seu consumo aumenta bastante;
- Manter a mistura sal mineral-uréia no cocho sempre à vontade dos animais;
- A mistura deve ser bem homogeneizada, e caso haja pelotas ou pedras no sal mineral ou na uréia, elas deverão ser desmanchadas;
- Os cochos destinados à suplementação devem ser cobertos e providos de pequenos furos nas extremidades para evitar a retenção de água. Em nenhuma circunstância deve-se permitir que a água se acumule nos cochos, a fim de prevenir eventuais casos de intoxicação;
- Fazer a mistura no momento do uso, pois a uréia é extremamente higroscópica. Caso a mistura seja adquirida no comércio, deve ser armazenada em local com menor umidade possível;
- A frequência de reposição da mistura não deve exceder três dias, devido ao alto poder higroscópico da uréia;
- Não fornecer a mistura a animais em jejum, de pauperados, famintos ou cansados;

MISTURA MÚLTIPLA

Mistura múltipla para a estação seca

A utilização de misturas múltiplas é mais comum para os rebanhos de corte, entretanto pode constituir-se como ferramenta estratégica para rebanhos leiteiros, sendo oferecida animais de baixa produção. Tem o objetivo de corrigir, simultaneamente, as deficiências de proteína, energia e minerais e evitar as perdas de peso de bovinos no período da seca. Essa mistura é constituída pela associação de sais minerais, uréia e fontes naturais de proteína e energia. A mistura pode ser usada como suplementação alimentar para qualquer categoria de bovinos na época seca, em substituição ao sal mineral, requerendo somente a existência de bastante volumoso, mesmo que seja forragem seca, tanto para o gado de corte como para o gado leiteiro. Em outras situações, a utilização da mistura múltipla tem permitido aumentar as taxas de fertilidade e diminuir os índices de mortalidade do rebanho. Estudos sobre a avaliação do impacto dessa tecnologia em fazendas têm

permitido estimar que para cada real aplicado nesse tipo de suplementação podem ocorrer retornos de até cinco reais.

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 gramas por bovino/dia. A frequência de reposição da mistura múltipla nos cochos não deve exceder 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 gramas por cabeça/dia. É importante salientar que para obter melhores resultados é essencial a existência de uma boa oferta de pastagem.

Mistura múltipla das águas

Mesmo na época das chuvas, o valor nutritivo das pastagens continua sujeito a flutuações que influenciam o desempenho dos animais. Uma das alternativas para aumentar esses ganhos, consiste em suplementar os animais com uma mistura múltipla formulada especialmente para a época chuvosa.

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. Existem algumas evidências na literatura científica, indicando que uma suplementação adicional de energia poderia ser útil para um melhor aproveitamento ruminal da proteína proveniente do capim. Além disso, a inclusão de uma fonte de energia como o milho, propiciaria um aumento do consumo da mistura e, em consequência, levaria a um aumento do consumo de fósforo, elemento fundamental no metabolismo animal. A suplementação com a mistura múltipla das águas para gado de corte tem propiciado ganhos médios diários de peso por cabeça, em torno de um quilograma para consumo que varia de 160 a 250 gramas/bovino/dia. Quando utilizado para rebanhos leiteiros pode ser uma estratégia de baixo custo para antecipar a idade reprodutiva de novilhas criadas a pasto e na engorda de recria de machos mestiços para o abate.

Composição de mistura múltipla

A composição de fórmulas de mistura múltipla para a época da seca e das águas desenvolvidas pela Embrapa Cerrados é mostrada no *Quadro 3*.

Quadro 3 Composição das misturas múltiplas desenvolvidas pela Embrapa Cerrados

Ingredientes	Época das secas	Época das águas
	Quantidade	Quantidade
Milho desintegrado (quirera grossa)	27,0 Kg	52,0 Kg
Farelo de algodão	15,0 kg	-
Fonte de Fósforo	16,0 kg	16,0 kg
Uréia Pecuária	10,0 kg	5,0 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	30,0 kg	25,0 kg
Total	100,0 kg	100,0 kg

Fonte: LOPES et al. (1998)

Resultados experimentais mostraram que alguns ingredientes que compõem essa mistura podem ser substituídos, sem afetar o ganho de peso do animal. É muito importante destacar que a substituição de qualquer ingrediente da fórmula deve ser efetuada nas mesmas proporções. Isso só é possível porque a mistura múltipla não é propriamente uma ração balanceada, como, por exemplo, um concentrado formulado para cabras de leite. Na realidade, a principal função da mistura múltipla

é a de melhorar a nutrição dos microrganismos que existem no rúmen, resultando no aumento do consumo e melhor aproveitamento dos nutrientes contidos nas forrageiras.

O milho pode ser substituído por outra fonte de energia, como por exemplo, sorgo, milheto, raspa de mandioca ou farelo de arroz. A função da fonte de energia nessa mistura é potencializar a formação de proteína pelas bactérias do rúmen, estimulando a síntese geral da proteína pelo animal. A utilização da uréia, na presença de energia, aumenta a degradabilidade da fibra e, conseqüentemente, aumenta a taxa de passagem dos alimentos, o que significa maior consumo de matéria seca.

O enxofre em pó pode ser substituído com resultados equivalentes pelo sulfato de amônio. É importante salientar que o uso da uréia pecuária na alimentação de ruminantes requer atenção especial em relação às exigências de minerais, particularmente do enxofre.

O farelo de algodão pode ser substituído por outra fonte de proteína natural, como por exemplo, o farelo de soja ou a soja-grão torrada. A inclusão de uma fonte de proteína natural na mistura melhora a qualidade da proteína da ração.

A inclusão de uma quantidade relativamente elevada de sal branco na mistura tem a finalidade de manter a ingestão da uréia abaixo dos níveis tóxicos para o animal, limitando o consumo e reduzindo os custos da suplementação. A exemplo de outros suplementos que contem uréia é recomendável a utilização de cochos cobertos.

O consumo é bastante variável, dependendo da qualidade e da oferta de pastagem, situando-se numa faixa de 200 a 300 gramas por bovino/dia. A freqüência de reposição da mistura múltipla nos cochos não deve exceder três dias, já que a mistura em contato com a saliva do animal tem uma tendência a empedrar.

CANA-DE-AÇÚCAR COM URÉIA

O grande potencial de produção por unidade de área cultivada, a produção relativamente fácil, o baixo custo por unidade de matéria seca produzida, além da coincidência do período de sua maior disponibilidade com o período de escassez de forragem proveniente da pastagem têm justificado a utilização da cana-de-açúcar como recurso forrageiro, principalmente durante o período de escassez de chuvas

Preparação e utilização da cana-de-açúcar com a uréia pecuária:

Cana-de-açúcar

- A cana-de-açúcar pode ser cortada para até dois dias de consumo (no máximo) e só deve ser picada momentos antes de ser fornecida aos animais.
- Se possível, as folhas secas da cana-de-açúcar devem ser retiradas antes do corte.

Mistura da uréia pecuária com a fonte de enxofre

- Misturar 9 partes da uréia com 1 parte de sulfato de amônio.

A mistura deve ser preparada sobre local cimentado. Sobre ele despeja-se a uréia e o sulfato de amônio, formando um monte. A seguir, com uma pá ou enxada, mistura-se bem o material que compõe o monte. Em seguida, ensaca-se o material, que deve ser guardado em local seco, fora do alcance dos animais.

Fornecimento da mistura cana-de-açúcar + uréia para os animais

- Primeira semana (período de adaptação): usar 0,5% da mistura uréia pecuária + fonte de enxofre na cana-de-açúcar.
- Segunda semana (período de rotina): Usar 1% da mistura uréia pecuária + fonte de enxofre na cana-de-açúcar.

CAPIM DE CORTE COM URÉIA

Ao se utilizar capim de corte, deve-se empregar a metade da dose de uréia recomendada para a adição na cana-de-açúcar. Em caso de uso de capim de corte com cana-de-açúcar, devem ser consideradas as indicações do *Quadro 4*.

Quadro 4 Porcentagens sugeridas de mistura de capins de corte e cana-de-açúcar com uréia pecuária

Capim picado (%)	Cana-de-açúcar (%)	Uréia (%)	
		Adaptação	Rotina
0	100	0,50	1,0
25	75	0,50	1,0
50	50	0,35	0,7
75	25	0,25	0,5
100	0	0,25	0,5

Fonte: Uréia... (2000)

VOUMOSOS DE BAIXA QUALIDADE COM URÉIA

O alto custo de produção de forragens de alta qualidade e a crescente demanda no uso de grãos para a alimentação humana e de monogástricos têm estimulado a inclusão racional de resíduos de culturas nas dietas de ruminantes (GUIMARÃES, 1986). O aproveitamento dos resíduos e de subprodutos agroindustriais na alimentação animal é capaz de contribuir para atender as exigências nutricionais, num contexto de viabilidade econômica e disponibilidade (LIMA *et al.*, 1998).

Entre os resíduos que enquadram nesse contexto estão as palhadas de diversas culturas e os subprodutos da agroindústria como as polpas de frutas. Entre estes volumosos de baixa qualidade, pode-se ainda incluir os fenos de gramíneas colhidos em estádios avançados de maturação, determinando perdas acentuadas no valor nutritivo.

Apesar de freqüentemente disponíveis, o conteúdo inadequado de nitrogênio (entre 0,6 a 0,8% na matéria seca), incapazes de satisfazer as exigências para o crescimento dos microrganismos ruminais (pelo menos 1% de nitrogênio na matéria seca) é um fator limitante do consumo em dietas à base desses resíduos. Além disso, com exceção de algumas polpas de frutas, de acordo com MANGNANI *et al.* (1985), estes materiais, assim como outros materiais fibrosos, são constituídos basicamente de celulose, hemicelulose e lignina, onde a celulose e a hemicelulose estão aglutinadas em um arranjo incrustado por lignina, dificultando o acesso das enzimas celulolíticas do rúmen aos pontos em que ocorre a ruptura do polímero celulósico.

Desta maneira, segundo SILVA (1984), a associação dos resíduos com a uréia exerce um efeito positivo, aumentando o conteúdo de nitrogênio do volumoso e estimulando o consumo de matéria seca. Ainda, para CLOETE & KRITZINGER (1984), HENNING *et al.* (1990) e VIVELA (1998), a uréia pode ser utilizada como fonte de amônia em um sistema de tratamento fundamentado no fato da uréia, em contato com uma fonte de urease em meio aquoso, ser hidrolisada, produzindo duas moléculas de amônia e uma de CO₂. Esta amônia liberada, à semelhança de outros álcalis, seria capaz de proporcionar expansão da parede celular da planta após um período de armazenamento, favorecendo a digestão, por propiciar melhor acesso das enzimas digestivas do rúmen às frações digestíveis da fibra.

Utilização da uréia pecuária com volumosos de baixa qualidade:

- O volumoso deve ser totalmente picado.
- Observar um período de adaptação, iniciando com o fornecimento de 0,5% da mistura uréia pecuária + fonte de enxofre no volumoso, aumentando a proporção desta suplementação para 1% na segunda semana.
- Para volumosos com mais de 30% de umidade, recomenda-se não ultrapassar a proporção correspondente a 5% (0,5 quilo de uréia pecuária + fonte de enxofre para cada 100 quilos de volumoso).
- Adicionar a solução ao volumoso, de preferência com regador.
- Evitar o acúmulo da mistura uréia pecuária + fonte de enxofre no fundo do cocho.
- As sobras não devem ser utilizadas no dia seguinte ao do preparo.

- Observar período da adaptação do animal à uréia pecuária. Caso o animal deixe de receber por dois dias, o trabalho de adaptação deve ser reiniciado.
- Não fornecer mistura de volumosos de baixa qualidade com uréia a animais fracos, em jejum ou famintos.

SILAGENS COM URÉIA

O milho, por possuir altos teores de carboidratos solúveis e apresentar boa produção de matéria seca, é uma das forrageiras mais utilizadas para a produção de silagens. Entretanto, o baixo valor em proteína bruta pode ser um fator limitante do seu consumo e da sua digestibilidade (GONÇALVES *et al.*, 1998), apresentando, geralmente, teores de nitrogênio total variando de 0,7 a 1,2% da matéria seca (VILELA, 1998). De forma análoga, em avaliação da qualidade de silagens de milho produzidas em 76 propriedades da região metalúrgica de Minas Gerais, foram observados baixos conteúdos de proteína bruta, com a média de 5,6% (PAIVA, 1976). Contudo, por ser uma fonte satisfatória de energia e, tendo em vista a capacidade dos ruminantes em utilizarem o nitrogênio não protéico, têm-se adicionado a uréia ao milho, por ocasião da ensilagem, como forma de elevar o seu valor protéico. 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.* (1880), elevar de 5,0 para 8,3 em estudo de VILELA *et al.* (1986) e praticamente dobrar este 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), além de ter sido capaz de estimular a fermentação láctica em estudo de GOMIDE *et al.* (1974).

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) (Quadro 6), permitindo substituir parcialmente os concentrados protéicos nas rações.

Quadro 6 Avaliação de silagens de milho como ou sem a adição de 0,5% de uréia

Parâmetro	Silagem	
	Milho	Milho + Uréia (0,5%)
Matéria seca - MS (%) ¹	32,7	30,3
Proteína bruta (% MS) ¹	5,0	8,3
pH ¹	3,9	4,7
Consumo de matéria seca digestível (g/Kg ^{0,75}) ²	21,40	28,77
Consumo de energia bruta (g/Kg ^{0,75}) ³	178,57	231,57
Consumo de energia digestível (g/Kg ^{0,75}) ³	97,38	138,45

¹VILELA *et al.* (1986), ²GONÇALVES *et al.* (1998), ³BORGES *et al.* (1998).

O estágio de maturação é ponto fundamental para a melhor eficiência do tratamento com uréia, sendo que o teor de matéria seca ideal para a sua recomendação como aditivo nas silagens de milho e de sorgo varia de 30 a 33%, não devendo ultrapassar 38 a 40% (HARRIS, 1984). Já experimentos com silagens de capim-elefante adicionadas de uréia, conduzidos no Centro de Pesquisa de Gado de Leite da EMBRAPA, indicaram que o teor de matéria seca do capim deve-se situar próximo ou acima de 43%, devido à maior atividade da urease em teores de matéria seca mais reduzidos. Esta maior atividade da urease está relacionada à extensa degradação da uréia com liberação de amônia em quantidade suficiente para inibir o consumo e reduzir a eficiência na utilização do nitrogênio pelos ruminantes. Desta forma, para que a uréia seja adicionada ao capim-elefante, durante a sua ensilagem, é indicado proceder o pré-murchamento do capim.

Recomendações para adição da uréia durante a ensilagem:

- A quantidade de uréia a ser adicionada é 0,5% da matéria natural da forragem. Quantidades superiores são responsáveis pelo aparecimento de cheiro de amônia, provocando recusa da silagem.
- A distribuição pode ser feita a lanço, intercalando camadas de forragem e de uréia em toda a extensão do silo, proporcionando uniformidade do conteúdo.
- A uréia pode também ser adicionada à silagem no ato do seu fornecimento aos animais. Neste procedimento, recomenda-se a diluição da uréia em água para permitir sua distribuição uniforme sobre a silagem. Este sistema de utilização da uréia requer um período de adaptação ao seu consumo. Na primeira semana, deve-se utilizar 250 gramas da mistura de uréia + fonte de enxofre para cada 100 quilos de silagem. A partir da segunda semana, pode-se utilizar 500 gramas da mistura uréia + fonte de enxofre em cada 100 quilos de silagem.

CONCENTRADOS COM URÉIA

O emprego da uréia em alimentos concentrados permite economizar insumos sem comprometer a produtividade dos animais, sendo uma forma amplamente utilizada, com o objetivo de redução dos custos nesse tipo de alimento (VILELA & SILVESTRE, 1985), tendo sido demonstrado que a substituição criteriosa de concentrados protéicos pela uréia não altera a digestibilidade de componentes não protéicos da ração (SILVA, 1984). Entretanto, a sua utilização é limitada devido à sua menor preferência (palatabilidade) pelos animais, à sua separação quando adicionada e misturada com farelos e à toxicidade em função da alta solubilidade no rúmen (STILES *et al.*, 1970). Assim, os teores máximos de inclusão da uréia em alimentos concentrados são limitados de acordo com CAMPOS & RODRIGUES (1984) em 1 a 2%. Algumas sugestões de misturas concentradas utilizando uréia aparecem no *Quadro 7*.

Quadro 7 Sugestões de concentrados utilizando uréia pecuária

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
INGREDIENTES (%)	Milho, fubá	-	-	84,5	74,5	79,0	50,0	85,0	80,0	65,0	75,0
	MDPS*	-	78,0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Soja, farelo	23,0	19,0	10,0	8,0	-	-	10,0	-	-	8,0
	Algodão, farelo	-	-	-	-	15,0	10,0	-	15,0	10,0	-
	Trigo, farelo	-	-	-	12,0	-	35,0	-	-	20,0	12,0
	Mandioca	72,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Uréia	2,0	1,0	2,0							
	Calcário calcítico	2,0	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Fosfato bicálcio	-	-	1,0	0,5	1,0	-	-	-	-	-
	Minerais	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
RESULTADOS (%)	Proteína Bruta (PB)	20,0	18,0	19,2	19,1	18,4	19,2	19,7	18,6	18,6	19,5
	Energia (NDT)	75,8	70,0	75,2	73,9	73,0	73,0	79,0	77,0	74,9	77,3
	Cálcio (Ca)	1,20	0,60	0,92	1,00	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Fósforo (P)	0,33	0,40	0,62	0,60	0,64	0,80	0,36	0,45	0,56	0,45

*MDPS = milho desintegrado com palha e sabugo
Fonte: Embrapa/CNPGL citado por Uréia... (2000)

FORMAS MODIFICADAS DE URÉIA

Algumas formas modificadas de uréia têm sido desenvolvidas, de maneira a obter uma liberação mais lenta de amônia, permitindo o fornecimento de maiores quantidades de uréia, sem causar uma sobrecarga de amônia ou decréscimo no consumo de alimentos. Exemplos dessas formas são: "dehy 100" que é uma mistura peletizada de alfafa com 32% de uréia, fosfato bicálcico, sulfato de sódio e propionato de sódio; "amiréia" que é a combinação de grãos de cereais e uréia num processo de extrusão e cozimento com calor, umidade e pressão provocando a gelatinização do amido; biureto, que é originado da conjugação de duas moléculas de uréia e preparado por condensação, é muito mais lento do que a uréia na taxa de liberação de amônia e exige maior período de adaptação. O problema do biureto, para vacas leiteiras, está no fato de deixar resíduo no leite (HUBER, 1984); isobutildiuréia (IBDU) é um composto formado por uma molécula de isobutilaldeído e duas moléculas de uréia. Evidenciou um menor pico de amônia ruminal em relação à uréia e não houve diferença na digestibilidade da matéria seca (TELLER e GODEAU, 1986); e, por fim, temos os complexos uréia-formaldeído que são formados, a partir de reações, que vão originar methylol-uréia ou dimethylol-uréia (MAKKAR et al, 1988).

O AFRC (1987) concluiu que a substituição da uréia por fontes mais caras, a fim de reduzir o perigo de intoxicação no rebanho, não consegue melhorar substancialmente a eficiência de utilização do nitrogênio. A melhor forma de se prevenir uma intoxicação é o oferecimento de uma adequada fonte de energia. Já GOLOMBESKI *et al.* (2006) avaliaram a utilização de uréia de liberação controlada (complexada com cloreto de cálcio) em dietas de vacas pardo suíço em lactação e concluíram que a substituição do farelo de soja por esta, garantiu uma maior eficiência alimentar.

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM URÉIA SOBRE A PRODUÇÃO E A REPRODUÇÃO

A uréia, quando utilizada em quantidades superiores às recomendadas, quando não causa intoxicação, representa custo adicional com alimentação, além do elevado custo energético de destoxicação da amônia. A conversão de duas moléculas de amônia em uréia gasta 4 ATPs, e a excreção de um grama pela urina representa gasto energético de 5,45 Kcal de energia líquida para lactação (BLAXTER, 1962) ou 13,3 Kcal de energia digestível (BRODERICK & CLAYTON, 1997).

Estudos em que foram avaliados os desempenhos em ganho de peso para animais recebendo uréia indicaram que a substituição parcial e total da proteína verdadeira pelo nitrogênio não protéico da uréia pode afetar negativamente o desempenho animal. Para BOIN & TEDESCHI (1993), a substituição parcial de suplemento protéico por nitrogênio não protéico em dietas baseadas em cana-de-açúcar geralmente reduz o ganho de peso na maioria das avaliações. Entretanto, VARGAS Jr. *et al.* (1998), estudando o desempenho de novilhos alimentados com silagem e várias fontes protéicas, não observaram diferenças significativas entre as diferentes fontes utilizadas - uréia, farinha de pena, ou farelo de soja - para os parâmetros consumo médio diário, ganho médio diário e conversão alimentar. Desta forma, tanto em razão do custo do equivalente protéico, como da sua ação estratégica, a uréia apresenta-se, atualmente, como um componente quase obrigatório em rações para novilhos em confinamento. Ainda, para gado de corte, é importante salientar que, em sistemas de criação com animais em pastagens, o uso da uréia adicionada à mistura mineral e como componente da mistura múltipla tem representado uma estratégia importante, economicamente viável, capaz de permitir a manutenção, ou ganhos de peso superiores, quando comparados aos animais não suplementados.

Experimentos de produção de leite, que trabalharam com dietas isoprotéicas e substituição de alimentos protéicos pela uréia em níveis de inclusão dentro dos recomendados, geralmente não apresentaram diferenças significativas nas produções entre os tratamentos (VILELA *et al.* 1968; HARRIS, 1984).

Santos et al. (1998) em revisão de literatura sobre os efeitos da proteína não degradável no rúmen no desempenho de vacas leiteiras, agruparam os dados de trabalhos científicos em que a uréia representava de 0,4 a 1,8% da dieta, substituindo diferentes concentrados protéicos. A inclusão de uréia não afetou a ingestão de matéria seca em 17 trabalhos, aumentou em 2 e reduziu em 5 de um total de 24 observações. A produção de leite não foi afetada na maior parte dos artigos revisados (20 observações), enquanto ocorreu redução em apenas 3 das observações.

De acordo com VILELA & SILVESTRE (1985), embora as rações contendo uréia tenham sido questionadas como sendo responsáveis pela menor eficiência reprodutiva em vacas, estudo que durou cinco anos envolvendo 85.157 lactações em 3.157 rebanhos, dos quais 1.442 não recebiam uréia, 1.715 recebiam 80 gramas/vaca/dia e o restante 200 gramas/vaca/dia, não foram notadas alterações significativas na produção de leite, ou no intervalo de parições. Também KRASSEL (1988) e OLIVEIRA et al. (2004), em estudo que avaliou o desempenho reprodutivo de vacas recebendo ou não suplementação com uréia, não observou diferenças significativas entre os tratamentos.

Os prováveis efeitos negativos do excesso de nitrogênio não protéico nas dietas de vacas em lactação sobre os parâmetros reprodutivos têm sido atribuídos 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 e aumento da secreção endometrial de PGF2 α (BUTLER, 1998); presença de componentes tóxicos do metabolismo do nitrogênio (amônia ou uréia) nas secreções dos órgãos reprodutivos, comprometendo a viabilidade de espermatozoides ou ovócitos ou a sobrevivência e o desenvolvimento embrionário inicial (GARCIA-BOJALIL *et al.*, 1994).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A uréia é uma alternativa viável aos suplementos protéicos, como uma forma de redução de custos na exploração de ruminantes;

Por ser altamente solúvel no ambiente ruminal, o fornecimento da uréia deve ser acompanhado de uma fonte de carboidratos de fermentação rápida, visando otimizar a síntese protéica microbiana;

Para animais recebendo uréia é também necessária a suplementação com enxofre, para propiciar a síntese dos aminoácidos sulfurados;

O excesso de uréia, quando não causa intoxicação representa gasto adicional com alimentação e custo energético para destoxicação e excreção;

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AFRC Technical committee on responses to nutrients report number 2, characterisation of feedstuffs: Nitrogen. *Nutr. Abst. and Reviews (series B)*. v.57, n.12, p.714-736.1987.
- BOIN, C., TEDESCHI, L.O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS - CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS SUBPRODUTOS PARA BOVINOS, 5, 1993, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1993. p.107-126.
- BLAXTER, K.L. The energy metabolism of ruminants. London: Hutchinson, 1962. 329p.
- 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., CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentration of milk urea nitrogen. *Journal Dairy Science*, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- 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.
- CAMPOS, O.F., RODRIGUES, A.A. Uréia para bovinos em crescimento. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS - URÉIA PARA RUMINANTES, 2, 1984, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ. 1984. p.142-173.

- CLOETE, S.W.P., KRITZINGER, N.M. A laboratory assessment of various treatment conditions affecting the ammoniation of wheat straw by urea. 1. The effect of temperature, moisture level and treatment period. *South African Journal of Animal Science*, v.14, n.2, p.55-58, 1984.
- 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.
- GARCIA-BOJALIL, C.M.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. et al. Protein intake and development of ovarian follicles and embryos of superovulated nonlactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.9, p.2537-2548, 1994.
- GOLOMBESKI, G.L., KALSCHUR, K.F., HIPPEL, A.R., SCHINGOETHE, D.J. Slow-Release Urea and Highly Fermentable Sugars in Diets Fed to Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* v. 89, p.4395-4403. 2006.
- GOMIDE, J.A., ASSIS, F.N., NASCIMENTO Jr, D. Efeito da adição de uréia e do tempo de fermentação sobre as características da silagem de sorgo (*Sorghum vulgare*). *Revista Ceres*, v.21, n.117, p.358-365, 1974.
- 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*, v.50, n.3, p.309-315, 1998.
- GUIMARÃES, A.M. *Valor nutritivo do resíduo de cultura de milho, tratado com hidróxido de amônio ou suplementado com uréia, para ruminantes*. Escola de Veterinária da UFMG, 1986. 102p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)
- HARRIS, J. Non protein nitrogen supplementation and additives. In: *SILAGE MANAGEMENT IN QUEENSLAND*, 1984, Brisbane. *Anais...* Brisbane: Queensland of Primary Industries, 1984. p.97-102.
- HENNING, J.C., DOUGHERTY, C.T., O'LEARY, J.O. et al. Urea for preservation of moist hay. *Animal Feed Science and Technology*, v.31, n.2, p.193-204, 1990.
- HUBER, J.T. Uréia ao nível do rúmen. In: *SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS - URÉIA PARA RUMINANTES*, 2, 1984a, Piracicaba. *Anais*, p.6-24.
- JORDAN, E.R.; CHAPMAN, T.E.; HOLTAN, D.W. et al. 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.
- KRASSEL, A.J. *Desempenho reprodutivo de vacas holando-zebu recebendo suplemento com uréia*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1988. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)
- LIMA, B.A., PIMENTA FILHO, E.C., DIAS, J.Q. et al. Efeito da hidrólise do bagaço de cana com óxido de cálcio com diferentes tempos. In: *SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, REUNIÃO ANUAL*, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.197-199.
- LOPES, H.O.S., PEREIRA, E.A., NUNES, I.J. et al. Suplementação de baixo custo para bovinos: mineral e alimentar. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998. 107p.
- LÓPEZ, J. Uréia em rações para produção de leite. In: *SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS - URÉIA PARA RUMINANTES*, 2, 1984, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ. 1984. p.200-225.
- MAKKAR, H.P.S., LALL, D., NEGI, S.S. Complexes of urea and formaldehyde as non-protein compounds in ruminant ration: a review. *Anim. Feed Sci. Tech.* v.20, n.1, p. 1-12, 1988.
- MANGNANI, J.L., CAMPANARI NETO, J., FALEZZI FILHO, A. et al. *Autohidrólise do bagaço (BPH) visando preparo de rações para bovinos*. São Paulo: COPERSUCAR, 1985, p. 58-60. (Boletim Técnico, 32).
- OLIVEIRA, M.M.N.F., TORRES, C.A.A., VALADARES FILHO, S.C. et al. Uréia para vacas leiteiras no pós parto: desempenho produtivo e reprodutivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, n.33, n.6, p.2266-2273, 2004.
- PAIVA, J.A.J. *Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1976. 86p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)
- PAULINO, M.F., PORTO, M.O., LAZZARINI, I. et al. Uso de suplementos múltiplos para recria de novilhas mestiças. In: *SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE*, 3, 2005, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UFMG, 2005. p.117-143.
- RODRIGUES, A.A. Uréia na alimentação de bezerras: Revisão. *Documentos CNPGL*. n.15, 1985.

- 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.
- SANTOS, F.A.P., SANTOS, J.E.P., THEURER, C.B., HUBER, J.T. Effects of Rumen-Undegradable Protein on Dairy Cow Performance: A 12-Year Literature Review. *Journal Dairy Science*. V.81, p.3182-3213. 1998.
- SILVA, J.F.C. Uréia como aditivo para alimentos volumosos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS - URÉIA PARA RUMINANTES, 2, 1984, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ. 1984. p.80-118.
- STILES, D.A., BARTLEY, E.E., MEYER, R.M. *et al.* Feed Processing. VII. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (Starea) on rumen metabolism in cattle and on urea toxicity. *Journal of Dairy Science*, v.53, n.10, p.1436-1447, 1970.
- TELLER, E. e GODEAU, J. M. Some attempts to improve the nutritive value of urea for dairy cows. II. its administration in a slightly soluble form: isobutylidene diurea (IBDU). *Arch. Anim. Nutr.* v.36, n.4/5, p. 419-428, 1986.
- URÉIA PECUÁRIA: *informações técnicas*, Camaçari: Petrobrás, 2000. 24p.
- VARGAS Jr., F.M., BONNECARRÈRE, L.M., PASCOAL, L.L. *et al.* 1998 - Desempenho de terneiros de corte alimentados com diferentes fontes protéicas e com silagem de sorgo colhida a diferentes alturas de corte. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, REUNIÃO ANUAL, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.558-563.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPOSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1, Botucatu. *Anais...* Botucatu: XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998, p.73-108.
- VILELA, D. *Avaliação nutricional da silagem de capim-elefante (Pennisetum purpureum, Schum) submetido a emurchecimento e adição de uréia na ensilagem*. Viçosa: UFV, 1989. 186p. Tese (Doutorado)
- VILELA, D., MELLO, R.P., VILLAÇA, H.A. *et al.* 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.
- VILELA, H., CARNEIRO VIANA, J.A., VELOSO, J.A.F., BARBOSA, A.F. Efeito de duas fontes de proteína e dois níveis de energia do concentrado sobre a produção de leite. *Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG*, v.20, p.133-143, 1968.
- VILELA, H., DEMTCHENKO, A., VILELA, D., CARNEIRO, A.M. Efeito da adição de uréia à mistura mineral sobre o ganho em peso de novilhos mestiços (Holandês-Zebu) em pastejo, durante o período seco. *Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG*, v.34, n.1, p.141-145, 1982.