



# Ureia em Dietas de Ruminantes

**Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais**

## **PROJETO DE EDUCAÇÃO CONTINUADA**

É o CRMV-MG participando do processo de atualização técnica dos profissionais e levando informações da melhor qualidade a todos os colegas.



**VALORIZAÇÃO PROFISSIONAL**  
compromisso com você

[www.crmvmg.org.br](http://www.crmvmg.org.br)



## Editorial

A Escola de Veterinária da UFMG e o Conselho Regional de Medicina Veterinária de Minas Gerais têm a satisfação de encaminhar à comunidade veterinária e zootécnica mineira um volume temático de Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia dedicado ao uso da ureia como aditivo à dieta de ruminantes. A ureia é amplamente utilizada em dietas de ruminantes, com o objetivo de se reduzirem os custos com a suplementação proteica e de se adequarem os níveis de proteína degradável no rúmen. Entretanto, somente animais com o rúmen funcional podem utilizar a ureia, não sendo utilizável para jovens em aleitamento (bezerros lactentes) ou animais monogástricos. As recomendações no fornecimento de ureia estão também limitadas a 1/3 da proteína bruta total da dieta, até 3% do concentrado. É necessária a adaptação dos ruminantes às dietas suplementadas com ureia, em que, durante o processo de adaptação, ocorre a retenção crescente de nitrogênio, até que se atinja o equilíbrio, em duas semanas, nos limites máximos recomendados. A dieta baseada em alimentos volumosos, conservados ou verdes, apresenta tipicamente baixos teores de proteína bruta. Para possibilitar a utilização de volumosos, sem que haja perda no desempenho, tratamentos biológicos, físicos e químicos têm sido testados, destacando-se a amonização, com utilização de amônia anidra ou ureia. A amonização solubiliza as hemiceluloses e aumenta os teores de nitrogênio total, resultando em elevação de digestibilidade *in vitro*, *in vivo* e *in situ* da matéria seca. A adição de ureia aos alimentos volumosos proporciona aumento dos teores proteicos, melhora a digestibilidade dos volumosos, através de alterações nas frações fibrosas, e reduz as perdas associadas ao processo fermentativo nas silagens. A adição da ureia pode resultar principalmente em aumento do conteúdo proteico e do valor nutricional dos volumosos.

### Universidade Federal de Minas Gerais

#### Escola de Veterinária

Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia  
- FEPMVZ Editora

#### Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais - CRMV-MG

[www.vet.ufmg.br/editora](http://www.vet.ufmg.br/editora)

Correspondência:

#### FEPMVZ Editora

Caixa Postal 567  
30161-970 - Belo Horizonte - MG  
Telefone: (31) 3409-2042

E-mail:

[editora.vet.ufmg@gmail.com](mailto:editora.vet.ufmg@gmail.com)

*Prof. Nelson Rodrigo da Silva Martins - CRMV-MG 4809*

*Editor dos Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*

*Prof. Renato de Lima Santos - CRMV-MG 4577*

*Diretor da Escola de Veterinária da UFMG*

*Prof. Antonio de Pinho Marques Junior - CRMV-MG 0918*

*Editor-Chefe do Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ABMVZ)*

*Prof. Nivaldo da Silva - CRMV-MG 0747*

*Presidente do CRMV-MG*

**Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais  
- CRMV-MG**

**Presidente:**

Prof. Nivaldo da Silva

E-mail: [crmvmg@crmvmg.org.br](mailto:crmvmg@crmvmg.org.br)

**CADERNOS TÉCNICOS DE  
VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**Edição da FEPMVZ Editora em convênio com o CRMV-MG**

**Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e  
Zootecnia - FEPMVZ**

**Editor da FEPMVZ Editora:**

Prof. Antônio de Pinho Marques Junior

**Editor do Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia:**

Prof. Nelson Rodrigo da Silva Martins

**Editores convidados para esta edição:**

Diogo Gonzaga Jayme

Lúcio Carlos Gonçalves

**Revisora autônoma:**

Giovanna Spotorno

**Tiragem desta edição:**

1.000 exemplares

**Layout e editoração:**

Soluções Criativas em Comunicação Ltda.

**Impressão:**

Imprensa Universitária da UFMG

**Permite-se a reprodução total ou parcial,  
sem consulta prévia, desde que seja citada a fonte.**

Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia. (Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG)

N.1- 1986 - Belo Horizonte, Centro de Extensão da Escola de Veterinária da UFMG, 1986-1998.

N.24-28 1998-1999 - Belo Horizonte, Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, FEP MVZ Editora, 1998-1999

v. ilustr. 23cm

N.29- 1999- Belo Horizonte, Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, FEP MVZ Editora, 1999-Periodicidade irregular.

1. Medicina Veterinária - Periódicos. 2. Produção Animal - Periódicos. 3. Produtos de Origem Animal, Tecnologia e Inspeção - Periódicos. 4. Extensão Rural - Periódicos.

I. FEP MVZ Editora, ed.

## Prefácio

A produção brasileira de carne e leite é feita predominantemente com o uso de animais a pasto. Devido à estacionalidade climática que ocorre em boa parte do Brasil Central, no período seco do ano há menor oferta de volumosos, que apresentam baixa digestibilidade e são deficientes, sobretudo, em proteína. Grande quantidade do nitrogênio proteico pode estar associada à parede celular, tornando-se indisponível para o animal. Os microrganismos ruminais são capazes de sintetizar aminoácidos a partir de esqueletos de carbono e de fontes de nitrogênio não proteico, como a ureia. A ureia é um aditivo que reduz custos com a suplementação proteica e possibilita a adequação dos níveis de proteína degradável no rúmen. Apesar de ser uma tecnologia conhecida há mais de 100 anos, o uso da ureia como suplemento na alimentação de ruminantes ainda é pouco comum no Brasil. Em virtude disso, objetivou-se com o presente *Caderno Técnico* abordar os principais aspectos da correta utilização de ureia na alimentação de bovinos.

No país, há uma tradição no cultivo e na utilização da cana-de-açúcar como alimento volumoso para bovinos, particularmente no período seco do ano. É uma cultura que apresenta uma série de características desejáveis, como alta produção de matéria verde por hectare e baixo custo por unidade de matéria seca produzida. A cana possui alto teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) devido

a seu elevado teor de açúcares solúveis. Contudo, apresenta baixo conteúdo proteico. A suplementação da cana com ureia tem sido preconizada como tecnologia simples e aplicável em várias fazendas brasileiras.

O risco de intoxicação faz com que muitos produtores resistam ao uso da ureia na formulação de dietas para ruminantes. Entretanto, medidas simples de manejo podem impedir que ocorra intoxicação. O uso da cana-de-açúcar associada à ureia possibilita aumentar a capacidade de suporte de fazendas leiteiras a um baixo custo. A ureia também otimiza a degradação ruminal de dietas com alto teor de amido, e seu uso em até 1,5% da MS não altera a produção, a composição e as características físico-químicas do leite. Quando utilizada na formulação de misturas múltiplas para bovinos de corte, possibilita o ganho de peso mesmo na época seca do ano.

# Sumário

## **1. Informações gerais.....9**

*Roberto Guimarães Júnior, Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, Thierry Ribeiro Tomich, Fernanda Samarini Machado, Lúcio Carlos Gonçalves<sup>3</sup>*

*A ureia é uma fonte de nitrogênio 100% solúvel e totalmente degradável. No rúmen a degradação da ureia ocorre por utilização das bactérias aderidas ao seu epitélio, que hidrolisam em amônia e CO<sub>2</sub>.*

## **2. Utilização de ureia em alimentos volumosos .....26**

*Alex de Matos Teixeira, Lúcio Carlos Gonçalves, Diogo Gonzaga Jayme, João Pedro Costa Alves de Oliveira, Dalvana dos Santos, Thiago Henrique Fagundes Diniz, Frederico Patrus Ananias de Assis Pires*

*A utilização de alimentos volumosos requer a inclusão de alguma fonte proteica com objetivo de compensar tal deficiência. O uso de fontes de nitrogênio não proteico (NNP) se torna viável ao explorar a capacidade dos ruminantes de sintetizar proteína microbiana de alto valor biológico para suprir a alta demanda por aminoácidos metabolizáveis.*

## **3. O uso da cana-de-açúcar com ureia na alimentação de bovinos .....39**

*Ana Luíza Costa Cruz Borges, Ricardo Reis e Silva, Lúcio Carlos Gonçalves, Patrícia Caires Molina, André Santos de Souza*

*A suplementação da cana com ureia tem sido preconizada como tecnologia simples e aplicável a boa parte das fazendas brasileiras.*

## **4. Utilização de ureia em concentrados para vacas leiteiras ..... 44**

*Ronaldo Braga Reis, Rafael Gomes Silveira, Victor Marco Rocha Malacco*

*Na dieta de vacas, a ureia pode ser administrada misturada ao concentrado, ao alimento volumoso ou na dieta completa.*

## **5. Uso de ureia em suplementos múltiplos e rações para bovinos de corte....69**

*Fabiano Alvim Barbosa, Isabella Cristina de Faria Maciel*

*Devido ao desequilíbrio entre os ganhos na época das águas e da seca, é necessária a suplementação alimentar em certos períodos, para que se possa abater animais com idades inferiores a 30 meses.*



# 1. Informações gerais



bigstockphoto.com

*Roberto Guimarães Júnior<sup>1</sup> - CRMV - DF 01950 VP,*

*Luiz Gustavo Ribeiro Pereira<sup>2</sup> - CRMV-MG 5930,*

*Thierry Ribeiro Tomich<sup>2</sup> - CRMV-MG 5624, Fernanda Samarini Machado<sup>2</sup> - CRMV-MG 11138,*

*Lúcio Carlos Gonçalves<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Médico Veterinário, Doutor Pesquisador, Embrapa Cerrados, e-mail: roberto.guimaraes-junior@embrapa.br;

<sup>2</sup>Médico Veterinário, Doutor Pesquisador, Embrapa Gado de Leite;

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFMG - Belo Horizonte - MG

## O que é ureia (características químicas)

A ureia é um composto orgânico cristalino, de cor branca, sabor amargo, solúvel em água e álcool (Fig.1). É um composto quaternário, constituído por nitrogênio, oxigênio, carbono e hidrogênio. Quimicamente é classificada como amida e, por isso, considerada um composto nitrogenado não proteico (NNP), cuja fórmula química é  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Não pode ser considerada proteína, porque



Figura 1. Aspecto físico da ureia.

não apresenta em sua estrutura amino-ácidos 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 ureia foi descoberta no século XVIII e só foi sintetizada artificialmente em 1828, pelo médico alemão Friedrich Wohler (Loosli e McDonald, 1968). Tal fato foi considerado um marco na história da química orgânica, porque derrubava a teoria de que 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 do gás carbônico e da amônia, e os primeiros estudos sobre sua utilização em dietas de ruminantes foram iniciados por Zuntz, em 1891. Outro marco na história da ureia ocorreu a partir dos resultados dos trabalhos de Krebs, no início da década de 1930, quando os conceitos sobre produção e metabolismo da ureia foram estabelecidos (Huntington e Archibeque, 1999).

Já se vão mais de cem anos de uso da

ureia, sob diversas formas, na alimentação de ruminantes. O seu início se deu quando a escassez de alimentos, ocasionada pela primeira guerra mundial (1914), levou a Alemanha a intensificar a sua produção para reduzir os custos com a suplementação proteica e, por consequência, baratear a produção de leite e de carne. Atualmente, além desse propósito, a ureia também tem sido bastante utilizada no balanceamento de dietas para adequar os níveis de proteína degradável no rúmen (PDR) (Santos, 2006).

Em escala industrial, a ureia é formada pela decomposição inicial do gás metano (CH<sub>4</sub>) em altas temperaturas. Esse processo disponibiliza o hidrogênio que, em reação com o nitrogênio do ar, forma a amônia (NH<sub>3</sub>). Em sequência, ocorre a síntese da amônia com o gás carbônico, em um reator, sob condições de elevada temperatura e pressão. A amônia em presença de CO<sub>2</sub> do ar origina o carbamato de amônio, e esse produto, sob determinada pressão e temperatura, é decomposto em ureia e água (Fig.2). A partir daí, ocorre o processo de purificação, pois permanecem no reator a ureia, o carbamato de amô-

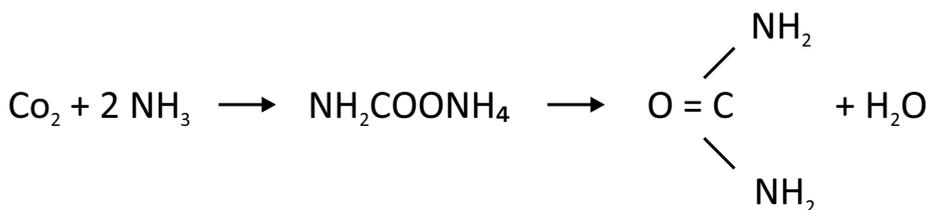


Figura 2. Reação química de síntese da ureia em escala industrial.

nio, água e excesso de amônia. A mistura passa através de torres separadoras de alta e baixa pressão, a vácuo, onde se obtém uma solução água-ureia. Os gases NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> 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, Salman, 2008).

Na Tabela 1, é apresentada a composição química da ureia brasileira. A pequena quantidade de ferro e chumbo encontrada em sua composição não é considerada tóxica para os animais.

**Tabela1. Composição química da ureia 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).

Diferentemente da maioria das proteínas, que apresenta, em média, 16% de nitrogênio (N) em sua composição, a ureia, que é um composto nitrogenado não proteico, possui 46% N. Portanto, teoricamente, cada quilo de ureia equivale a 2,87kg de proteína bruta (0,46kg N x 6,25 – fator de conversão de N em proteína bruta). Seguindo o mesmo raciocínio, em termos de

equivalente proteico, a ureia pode apresentar um teor de proteína bruta (PB) variando de 262,5 a 287,5%, para concentrações de N variando de 42 a 46%. Assim, pode-se inferir que, para cada 1 ponto percentual de adição de ureia, aumentam-se, em média, 2,6 a 2,8% pontos percentuais no teor de PB da dieta.

## Metabolismo da ureia

O metabolismo da ureia está estritamente relacionado ao de compostos nitrogenados em ruminantes. Os estudos iniciais sobre esse tema se concentraram na década de 1940 e 1950, em que foram estabelecidas as bases de sua utilização, principalmente em dietas de vacas leiteiras. Reid (1953), a partir de extensa revisão de literatura, resumizou grande parte dos achados desses estudos e, dentre as várias conclusões sobre uso e metabolismo da ureia em dietas de ruminantes, destacou-se que: a conversão de ureia para proteína é mediada pelos microrganismos do rúmen-retículo que, subsequentemente, disponibilizam ao animal hospedeiro (ruminante) seu conteúdo proteico, ou seja, a proteína de origem microbiana; um nível baixo de proteína e um nível alto de amido na dieta favorecem a utilização da ureia; a

*...um nível baixo de proteína e um nível alto de amido na dieta favorecem a utilização da ureia...*

adição de metionina ou enxofre (S) melhora a retenção de nitrogênio em dietas de cordeiros contendo ureia; tornar a hidrólise da ureia mais

lenta para minimizar a perda de amônia pode ser uma abordagem promissora.

O metabolismo da ureia em ruminantes se inicia com a degradação no rúmen e vai até a sua síntese *de novo* no fígado. De acordo com Sniffen (1974), a ureia é uma fonte de nitrogênio 100% solúvel e, conseqüentemente, degradável totalmente. No nível ruminal, a degradação da ureia é realizada por bactérias aderidas ao seu epitélio, que rapidamente hidrolisam esse composto em amônia e  $\text{CO}_2$  pela ação da enzima urease. Os protozoários não são capazes de utilizar a amônia para a síntese proteica; entretanto, contribuem para o suprimento de amônia ruminal pela deaminação de aminoácidos e também pela ingestão de bactérias (Owens e Zinn, 1988; Russel *et al.*, 1991). Tendo isso em vista, somente animais com o rúmen funcional podem utilizar a ureia. Portanto, esse produto não deve ser fornecido a animais em aleitamento (bezerros muito jovens) ou animais monogástricos (Tadele e Amha, 2015).

A amônia é o principal componente do metabolismo de nitrogênio em ruminantes. Ela pertence à classe de substâncias denominadas eletrólitos fracos e, em solução, suas formas ionizada/protonada ( $\text{NH}_4^+$ ) e não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) estão em equilíbrio. As suas respectivas

concentrações dependem do pH e da temperatura (Visek, 1968). Tendo em vista que o pH fisiológico no rúmen é, em geral, 2 unidades menor que a constante de dissociação da amônia ( $\text{pKa} = 9,02$ ), essencialmente, quase toda a amônia presente nesse compartimento apresenta-se na forma ionizada. Logo, pequenos aumentos de pH acima de 7 provocam grandes aumentos na proporção de amônia ( $\text{NH}_3$ ) na forma não ionizada, cuja absorção ocorre da forma passiva, através de membranas celulares, no sentido de uma concentração fisiológica menor. O pH parece ser o fator mais importante na determinação da quantidade de amônia absorvida. Portanto, quanto maior for o pH, maior será a absorção de amônia para a corrente sanguínea. Embora a concentração de amônia no rúmen seja pequena (0,38 a 1,56% para valores de pH de 6,62 a 7,22), 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, 1968, 1984). Assim, a concentração de amônia é dependente

do equilíbrio entre as taxas de produção e absorção, que depende da concentração da sua forma não ionizada no fluido ruminal, determinada pelo pH do meio (Nolan, 1993).

A síntese de proteínas a partir de fontes de

*A síntese de proteínas a partir de fontes de NNP ocorre quando bactérias presentes no rúmen combinam a amônia (proveniente da hidrólise da ureia pela enzima urease) com esqueletos carbônicos*

NNP ocorre quando bactérias presentes no rúmen combinam a amônia (proveniente da hidrólise da ureia pela enzima urease) com esqueletos carbônicos (resultantes da degradação de carboidratos), para dar origem a aminoácidos e formar a proteína de origem microbiana. As bactérias ruminais que utilizam nitrogênio são divididas em dois grupos: aquelas que fermentam a celulose e hemicelulose, apresentam crescimento lento e utilizam a amônia como fonte exclusiva 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). Assim, para assegurar uma maior produção de proteína microbiana, recomenda-se que fontes de proteína verdadeira (farelos proteicos, por exemplo) também façam parte de dietas com ureia, para que as exigências quanto às diferentes fontes de nitrogênio para todos os microrganismos sejam atendidas.

Uma vez disponibilizada no conteúdo ruminal, a amônia é fixada aos aminoácidos pelas bactérias 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, ao passo que a

GDH não varia em sua concentração. Quando a concentração de amônia está alta, a captação de N é feita principalmente via GDH, mas, quando os níveis de amônia estão baixos, a principal enzima utilizada é a GS, uma vez que esta 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 e 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 (bactérias). Essa proteína posteriormente será degradada a aminoácidos no abomaso e absorvida no intestino delgado, compondo o pool de nitrogênio que chega ao duodeno. A proteína de origem microbiana apresenta elevado valor biológico para o animal, tanto em função da sua composição de aminoácidos quanto pelo seu teor de proteína metabolizável (62,5 a 65%). Cerca de 80% de todo o N microbiano é constituído por proteína verdadeira, que em média apresenta 80% de digestibilidade, justificando, assim, seu elevado valor de

proteína metabolizável (NRC, 2001). Segundo Broderick (2006), a síntese microbiana fornece a maior parte da proteína utilizada pelo ruminante; portanto, o maior objetivo da nutrição proteica deve ser maximizar a produção da proteína microbiana.

Quando a produção de amônia no rúmen, seja tanto pela degradação da ureia quanto de outros compostos nitrogenados, excede a capacidade de utilização pelos microrganismos, ocorre um acúmulo dessa fonte 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 ureia, na via metabólica conhecida como ciclo da ureia. Para a formação de uma molécula de ureia, são necessárias três moléculas de ATP, implicando gasto energético pelo animal (Santos *et al.*, 2001). Durante esse 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 ureia formada. Uma vez reciclada e liberada na corrente sanguínea, a ureia pode novamente servir como fonte de N para produção de proteína microbiana ao retornar ao trato digestivo via saliva ou por difusão

através da parede do rúmen. Parte dessa ureia também pode ser eliminada do organismo do animal pela urina. A produção, excreção e reciclagem da ureia para o trato digestivo estão ligadas à composição da dieta, consumo e produção do animal. Dependendo desses fatores, 19 a 96% da produção endógena de ureia pode ser reciclada para o trato digestivo, 15 a 94% pode ser transferida via saliva e 25 a 60%, excretada na urina (Kennedy e Milligan, 1980; Huntington, 1986). Teoricamente, a reciclagem de nitrogênio fornece uma fonte contínua de amônia para manter a fermentação microbiana no rúmen, assim como em outras regiões do trato digestivo. De acordo com o modelo proposto pelo NRC (1985), quanto menor a concentração de PB, maior será a proporção do N reciclado, principalmente quando ocorre deficiência em proteína degradável no rúmen (PDR) na dieta total. Como exemplo, cerca de 70% de todo o N pode ser reciclado em dietas de ruminantes com 5% de PB (Fig.3).

Tendo em vista que a concentração de amônia na circulação periférica é mantida em baixos níveis devido à conversão da amônia em ureia 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,

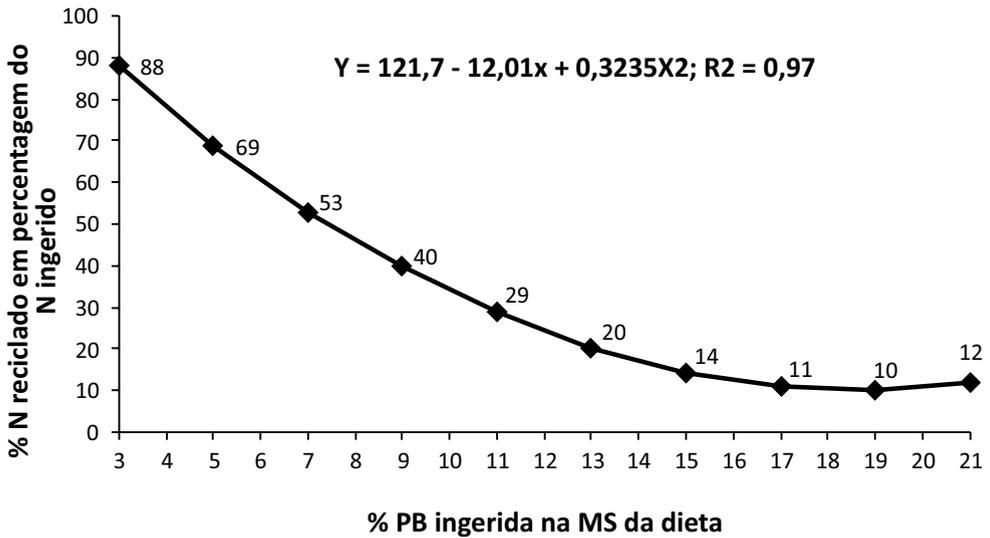


Figura 3. Relação entre teor de PB na MS da dieta e percentual de N reciclado na forma de ureia.

Fonte: Adaptado de NRC (1985).

favorecendo uma melhor utilização da proteína (Van Soest, 1994).

## Eficiência de utilização de ureia

### Sabor e odor

Na década de 1970, estudos foram realizados para decifrar se a redução de consumo verificada em algumas dietas contendo ureia era devido ao seu sabor, odor ou metabolismo. Embora naquela época fosse consenso que vacas não gostavam do sabor desse produto, tal fato não conseguia explicar como vacas que não haviam sido expostas à ureia anteriormente conseguiam consumir, até a morte, rações contendo altas concentrações dessa fonte de NNP. Da mesma forma, reconhecia-se que o

odor amoniacal proveniente da ureia causava uma rejeição inicial de rações que a continham. Diante disso, rações contendo ureia com níveis crescentes de concentrações de amônia, de 40, 181 e 462mg/kg, e rações sem ureia foram oferecidas, durante 30 minutos, duas vezes ao dia, a vacas em lactação. Embora os animais tenham exibido reações crescentes de sintomas nasais a exposição inicial a grandes concentrações de amônia, eles não alteraram seu consumo de rações sem ureia tanto com, quanto sem a presença do odor amoniacal (Kertz *et al.*, 1977). Conseqüentemente, o odor amoniacal *per se* parece não ser a causa inicial de rejeição por vacas a dietas contendo ureia. Com relação à palatabilidade, Kertz *et al.* (1982) forneceram ureia protegida em pèletes ou misturadas à

dieta, para avaliar se vacas não gostavam do seu sabor ou odor. Nesse ensaio, todas as dietas que apresentavam altas concentrações de ureia (2,5%) variaram apenas a forma de fornecimento. Observou-se que os animais consumiram maiores quantidades da dieta onde a ureia era mais exposta. Diante disso, concluiu-se que tanto o sabor quanto o odor não são problemas para o consumo, por vacas, de dietas contendo ureia. Entretanto, ainda intrigava o fato de que algumas vacas preferiam dietas contendo níveis acima de 1% de ureia. Segundo Kertz (2010), a toxicidade subclínica à amônia elucidada esse fenômeno. Nesse caso, dois eventos têm que ocorrer: a própria toxicidade subclínica e um mecanismo pelo qual o animal possa identificar aquele evento com o alimento, resultando na redução de sua ingestão. Com a hidrólise da ureia, ocorre a elevação nos níveis de amônia. Como a amônia é ionizada a amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) com a adição de um íon H por molécula, o pH ruminal se eleva ou não diminui significativamente, dependendo da quantidade de ureia hidrolisada, de outros fatores dietéticos e da atividade microbiana. Conforme já demonstrado anteriormente, o aumento do pH favorece a absorção de amônia, de forma passiva, aumentando seus níveis na corrente sanguínea do animal. Após a realização de vários estudos, Kertz *et al.* (1982) descobriram que vacas que previamente consumiram altos níveis de ureia podiam rapidamente identificar dietas contendo essa fonte

de NNP. Concluiu-se que, uma ou mais exposições a altos níveis dietéticos de ureia são necessárias para produzir a toxicidade subclínica à amônia, a qual vacas aprendem a associar com dietas com ureia. Diante disso, como mecanismo de defesa, reduzem a ingestão de matéria seca para prevenir a ocorrência dessa toxicidade subclínica. Trata-se de um clássico caso de aversão negativa condicionada. Assim, parece que 1% de ureia na dieta total não ocasiona a toxicidade subclínica e 2,5%, sim. Em todos esses estudos, um consumo diário de até 135g de ureia por vaca nunca ocasionou redução no consumo de matéria seca. Tal valor corresponde à recomendação de Van Horn *et al.* (1967) de consumo médio de ureia por vaca da ordem de 136g por dia, sumarizado a partir de 22 comparações.

## **Balanceamento da dieta**

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 as relações entre volumosos e concentrados. De modo geral, o crescimento microbiano ocorre até que as exigências de N 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. Durante o processo de pro-

dução 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 ureia, 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 resultados de estudos *in vitro* e *in vivo*, pode-se inferir 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 carboi-

dratos totais está diretamente relacionada às concentrações de amido, pectinas e açúcares (Hoover Stokes, 1991).

Em animais suplementados com farelados proteicos, as maiores concentrações de amônia ocorrem normalmente de 3 a 5 horas após a alimentação. Já em dietas com ureia, o pico na concentração de amônia é observado cerca de 1 a 2 horas após o fornecimento da dieta. Logo, a maior eficiência de produção de proteína microbiana em dietas suplementadas com ureia é alcançada quando as elevações na concentração de amônia estão sincronizadas com uma alta disponibilidade de energia ruminal (Fig.4).

Uma vez que toda a ureia é rapidamente degradada no rúmen, concentrações adequadas de carboidratos

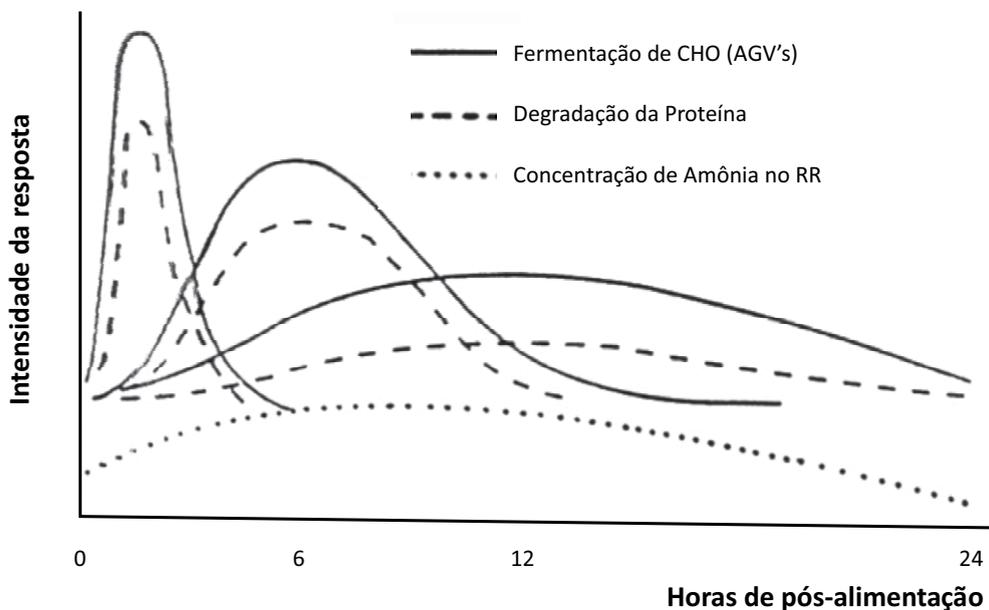


Figura 4. Sincronização da fermentação no retículo-rúmen (RR) dos diferentes tipos de carboidratos e de proteínas dietéticas, e concentração de  $\text{NH}_3$ . Fonte: Adaptado de Van Soest (1994).

devem estar corretamente balanceadas na dieta. Um ambiente que favorece o desenvolvimento da microbiota, por sua vez, aumenta a digestibilidade da fibra da dieta, em função do aumento da população de microrganismos ruminais. Conseqüentemente, ocorre um aumento na taxa de passagem dos alimentos, favorecendo o consumo de matéria seca, porque o rúmen se esvazia mais rapidamente. Assim, em dietas contendo ureia, é fundamental que carboidratos com taxas de fermentação rápida (açúcares solúveis) e intermediária

(amido e pectina) façam parte da dieta.

Por outro lado, dietas com baixos teores de carboidratos solúveis e altas concentrações de parede celular de plantas maduras (fermentação lenta) limitam a utilização do NNP em função da baixa disponibilidade de energia e da baixa taxa de digestão dos carboidratos disponíveis. Nesses casos, a eficiência de utilização da ureia é baixa, porque o pico na produção de nitrogênio amoniacal acontece antes da fermentação máxima desses carboidratos de baixa qualidade (Van Soest, 1994), como demonstrado na Figura 5.

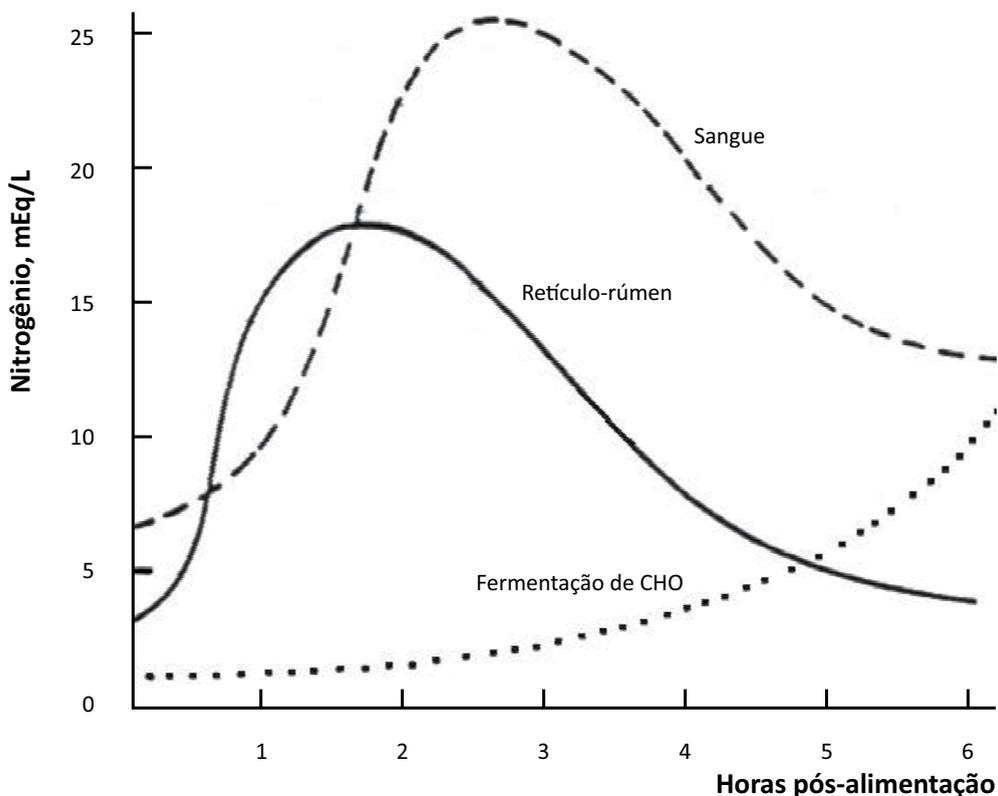


Figura 5. Concentração de compostos nitrogenados (NH<sub>3</sub>) em mEq/L no retículo-rúmen e no sangue, em função da inexistência de sincronização da fermentação de carboidrato e proteína. Fonte: Adaptado de Van Soest (1994).

Em resumo, se a taxa de degradação das fontes de nitrogênio excede a taxa de fermentação dos carboidratos, há perda de N, gasto de energia para síntese de ureia no fígado e, em casos extremos, intoxicação por amônia. Se a taxa de fermentação dos carboidratos excede a degradação dos compostos nitrogenados, ocorre diminuição na produção de proteína microbiana. Nesse sentido, valores entre 10 e 13% de PDR na MS total da dieta são requeridos para se maximizar a síntese microbiana, dependendo do teor de carboidratos fermentáveis no rúmen. Mesmo que ainda não haja consenso sobre os benefícios na sincronização da degradação de N e carboidratos no rúmen (Kertz, 2010), é seguro utilizar as recomendações do NRC (2001) para se adequar os níveis de proteína degradável no rúmen e energia na dieta de gado de leite. O NRC (2001) adotou uma exigência de PDR igual a 1,18 multiplicada pela quantidade de proteína microbiana sintetizada no rúmen, a qual é calculada como 13% dos nutrientes digestíveis totais (NDT) ou 130g de PDR por kg de NDT. Assim, tomando-se como exemplo uma vaca holandesa pesando 500kg, não gestante, com 120 dias de lactação, produzindo 20L

*...se a taxa de degradação das fontes de nitrogênio excede a taxa de fermentação dos carboidratos, há perda de N, gasto de energia para síntese de ureia no fígado e, em casos extremos, intoxicação por amônia.*

- Logo,  $PDR = 1,18 \times (0,13 \times 9,7) = 1,49\text{kg}$
- $1,49\text{kg PDR} / 2,5\text{kg PB} \times 100 = 60\% \text{ PDR}$

Nesse caso, 60% da proteína bruta da dieta deverão ser compostos por proteína degradável no rúmen. Esse valor será um balizador da quantidade de ureia a ser utilizada na dieta total. Sendo assim, é importante se conhecer os percentuais das degradabilidades de diferentes fontes de proteína bruta para que as exigências de PDR sejam atendidas por um balanceamento adequado da dieta. Rodriguez *et al.* (2003) avaliaram, para uma taxa de passagem de 5%/h, a qualidade de diferentes fontes de proteína dietéticas, conforme demonstrado na Figura 6.

*...a ureia não pode contribuir com mais do que 1/3 da proteína bruta total da dieta, não pode constituir mais do que 3% do concentrado e não mais do que 1% na dieta total.*

de leite por dia e realizando deslocamento diário de 1km, temos as seguintes exigências, segundo o NRC (2001):

- Ingestão de matéria seca diária = 3,3% PV (16,5kg de MS);
- PB = 15,2% (2,5kg de MS);
- NDT = 59% (9,7kg de MS);

As recomendações tradicionais de fornecimento de ureia têm se baseado nas seguintes premissas: a ureia não pode contribuir com mais do que 1/3 da proteína bruta total da dieta, não pode constituir mais do que

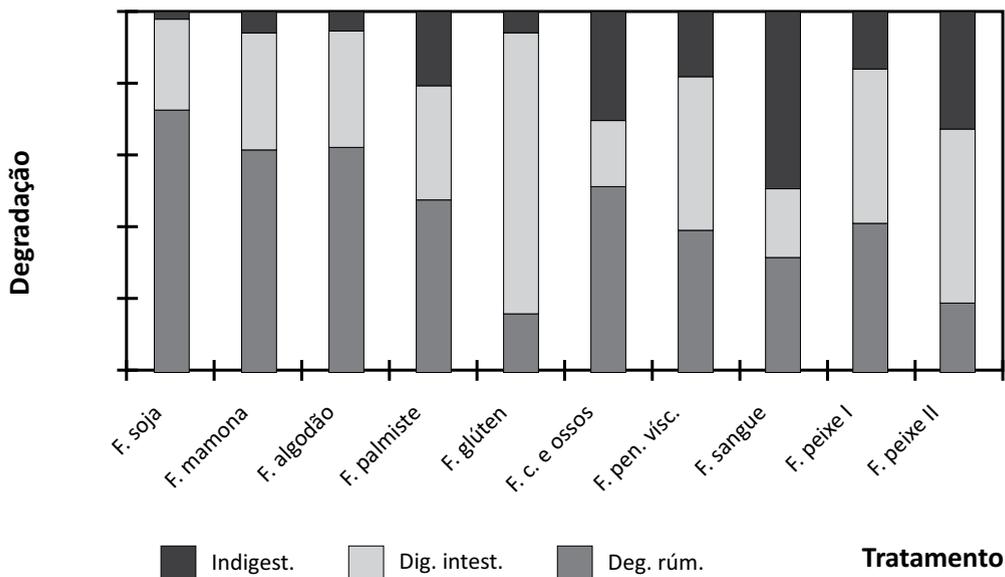


Figura 6. Degradação da proteína bruta no rúmen (Deg. rúm.), digestibilidade no intestino (Dig. intest.) e fração indigestível (Indigest.) para taxa de passagem ruminal de 5% por hora de diferentes fontes de proteína bruta dietéticas. Fonte: Rodriguez *et al.* (2003).

3% do concentrado e não mais do que 1% na dieta total. Para uma vaca consumindo 22,7kg em uma dieta completa (TMR) com 16% de PB e 50% de forragem, as recomendações acima corresponderiam a um consumo de 427, 341 e 227g de ureia por dia, respectivamente. Em muitos casos, essas quantidades serão excessivas, especialmente quando o tempo disponível para consumo é restrito ou os alimentos não são fornecidos na forma de dieta completa. Nesses casos o problema mais provável de ocorrer será a redução de consumo via resposta de aversão negativamente condicionada, conforme detalhado anteriormente. Tais recomendações também excederiam os critérios já mencionados de balanceamento de dietas

segundo o NRC (2001). Isso exposto, uma recomendação mais razoável para alimentação de vacas leiteiras com ureia seria: fornecer ureia até 1% do concentrado, até 135g por vaca por dia e não mais do que 20% da PB da dieta, considerando outras fontes de NNP. Tais recomendações seriam adequadas mesmo sob as condições mais adversas (Kertz, 2010).

A ureia não possui nenhum mineral em sua composição. Dietas com ureia 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 proteico, 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 proteico 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 (24% S) e o sulfato de cálcio (17% S) (Petrobras/Embrapa, 1997).

Uma ferramenta útil para avaliação do metabolismo dos compostos nitrogenados no rúmen são as dosagens de ureia no leite ou no sangue. As concentrações de ureia 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 ureia no leite devem se situar entre 12 a 20mg/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 dessas fontes, indicando que existe uma ineficiência na suplementação proteica do rebanho.

## Toxicidade

O pH ruminal é o principal fator relacionado à toxicidade por amônia em dietas com ureia. Isso ocorre porque a rápida degradação de grandes quantidades de NNP por si só ocasiona a elevação do pH ruminal, o que, consequentemente, aumenta a absorção de amônia para o sangue. Essa reação em cadeia é verificada, principalmente, quando animais não adaptados consomem grandes quantidades de ureia durante um período curto. A ingestão de quantidades superiores a 45 - 50g de ureia para cada 100kg de peso vivo animal (aproximadamente 250g de ureia para uma vaca de 500kg), em um curto período de tempo, pode ser fatal para animais não adaptados (Huber e Kung, 1981).

A amônia em excesso na corrente sanguínea é convertida no fígado em ureia; no entanto, quando a capacidade de conversão do fígado chega a seu limite, as concentrações de amônia no sangue aumentam (Essiget *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 estes últimos são os precursores da maioria dos neurotransmissores, ocorre um excesso dessas substâncias no cérebro,

advindo distúrbios na condução neurol (Cooper e Plum, 1987). BARTLEY *et al.* (1976) observaram quadro de tetania muscular, em média, 53 minutos após a administração de 50g de ureia/100kg de peso vivo diretamente no rúmen, via fístula. Dessa forma, a adaptação de ruminantes a dietas suplementadas com ureia é fundamental. Durante o processo de adaptação, a retenção de nitrogênio tende a crescer após o início do fornecimento de NNP até que se atinja o equilíbrio. A adaptação à ureia 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 ureia no fígado (ciclo da ureia) aumenta a conversão de amônia em ureia e parece ter papel importante durante a adaptação dos animais.

O tratamento nos casos de intoxicação pela ureia 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, esse procedimento deve ser repetido 6 horas após a primeira administração. Em situações em que esses produtos não estejam disponíveis, deve-se fornecer de 20 a 30

litros de água fria, para dificultar a absorção, reduzir a atividade microbiana (menor quando a temperatura ruminal está baixa), 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. O tratamento com ácido acético em concentrações superiores a 10% não é recomendado, porque causa lesões no esôfago do animal. Esses autores observaram também que o rápido esvaziamento do conteúdo ruminal foi eficiente em evitar a morte dos animais por intoxicação.

## Conclusões

A ureia é um aditivo amplamente utilizado em dietas de ruminantes para se reduzirem os custos com a suplementação proteica e se adequar os níveis de PDR no rúmen.

O sucesso na sua utilização depende do balanceamento adequado na dieta, da homogeneidade desse composto no veículo de fornecimento (concentrado, dieta total, etc.), período de adaptação e respeito aos limites máximos diários de consumo por animal.

# Referências

1. BARTLEY, E.E.; DAVIDOVICH, A.; BARR, G.W. *et al.* Ammonia toxicity in cattle. I. Rumen and blood change associated with toxicity and treatment methods. *Journal of animal Science*, v.43, p. 835, 1976.
2. BORGES, A.L.C.C., RODRIGUEZ, N.M., GONÇALVES, L.C., *et al.* 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.
3. BRODERICK, G.A. Improving nitrogen utilization in the rumen of the lactating dairy cow. In: *ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM*, 17, 2006. Gainesville: University of Florida, 2006. Disponível em: <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns.html>. Acesso em janeiro de 2007.
4. CAMERON, M.R.; KLUSMEYER, T.H.; LYNCH, G.L. *et al.* 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.
5. CARMO, C.A. Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação. Piracicaba: ESALQ, 2001. 74p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).
6. COOPER, A.J.L.; PLUM, F. Biochemistry and physiology of brain ammonia. *Physiological Reviews*, v.67, n.2, p.440-519, 1987.
7. 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.
8. ESSIG, H.W.; HUNTINGTON, G.B.; EMERICK, R.J.; *et al.* Nutritional problems related to the gastro-intestinal tract. In: Church, D.C. (ed.). *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988. p.468-492.
9. FERNANDES, F. D.; TEIXEIRA, J. C.; PEREZ, J. R. O.; *et al.* 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/MG*, v. 12, n. 1, p. 35-43, 1988.
10. FERNANDES, F. D.; TEIXEIRA, J. C.; PEREZ, J. R. O.; *et al.* 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/MG*, v. 15, n. 3, p. 320-326, 1991.
11. GONÇALVES, L.C., BORGES, A.L.C.C., RODRIGUEZ, N.M., *et al.* 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.
12. 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.
13. 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.
14. HOLTER, J.B., COLOVOS, N.F., DAVIS, H.A. *et al.* 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.
15. 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.
16. HUBER, J.T.; KUNG JR. Protein and nonprotein nitrogen utilization in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.64, n.6, p.1170-1195, 1981.
17. HUNTINGTON, G. B. Uptake and transport of nonprotein nitrogen by the ruminant gut. *Federation Proceedings*, v.45, p.2272-2276, 1986.
18. HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Raleigh. *Proceedings...* Raleigh: American Society of Animal Science, 1999. p.1-11.
19. KENNEDY, P. M. and MILLIGAN, L. P. The degradation and utilization of endogenous urea the gastrointestinal tract of ruminants: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, v.60, p.205-221, 1980.
20. KERTZ, A. F. Review: Urea feeding to dairy cattle: A historical perspective and review. *The Professional Animal scientist*, v.26, p. 257-272, 2010.

21. KERTZ, A. F., BROCKETT, M. K., DAVIDSON, L. E. and BETZ, N. L. Influence of ambiente ammonia odor on acceptance of nonurea rations by lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.60, n.5, p.788-195, 1977.
22. KERTZ, A. F.; KOEPKE, M. K.; DAVIDSON, L. E. et al. Factors influencing intake of high urea-containing rations by lactating dairy. *Journal of Dairy Science*, v. 65, n. 4, 1982.
23. LOOSLI, J.K.; McDONALD, I.W. *Nonprotein nitrogen in the nutrition of ruminants*. FAO Agricultural Studies, Nº 73. Roma:FAO, 1968. 94p. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/004/AC149E/AC149E00.HTM> . Acesso em: novembro de 2006.
24. 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.
25. MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F.; et al. *Animal Nutrition*. Trad. FIGUEIREDO, F. A.B.N. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.
26. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Ruminant Nitrogen Usage*. Washington, DC :National Academy Press,1985. 148p.
27. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrients requeriments of dairy cattle*. Washington, DC: Natl. Acad. Sc., 7a rev. ed., 2001. 408 p.
28. NOLAN, J.V. Nitrogen kinetics. In: FORBES, F.M., France, F. *Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism*. CAB International, 1993. 1ª ed, p. 123-145.
29. 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, Englewood Cliffs, 1988. p. 227-249.
30. PENTREATH, M. *Uso da uréia agrícola ou pecuária como fonte de nitrogênio para ruminantes*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2005. 111p. Tese (Doutorado em Ciência Animal).
31. PETROBRAS/EMBRAPA – Gado de Leite. *Uréia pecuária*. Informações técnicas. Embrapa –Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite – Juiz de Fora, MG. 1997, 15p.
32. RANGEL, A. H. N.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S .C. et al. 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, Goiânia. *Anais..Goiânia: UFG, 2005. CD-ROM*
33. REID, J. T. Urea as a protein replacement for ruminants: A review. *Journal of Dairy Science*, v.36, n. 9, p.955 - 996, 1953.
34. RODRIGUEZ, N. M. ; Moreira J.F.C. ; C, F. P. C. ; VELOSO, C. M. ; SALIBA, E. O. S. ; GONÇALVES, L. C. ; BORGES, Iran ; BORGES, A L C C . Concentrados proteicos para bovinos.2. Digestão pós-ruminal da matéria seca e da proteína. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 55, n.3, p. 324-333, 2003
35. 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.
36. RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX,D.G.; et al. A Net Carbohydrate and Protein System for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. *Journal of .Animal Science*, v.70, p.3551-3561, 1992.
37. RUSSEL, J.B.; ONODERA, R.; HINO,T. Ruminant 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.
38. SALMAN, A.K.D. Utilização da amiréia na alimentação de ruminantes (Documentos, 126). Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2008 (Publicações Técnico-Científicas). 26p.
39. SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G (Eds.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Fundep, 2006. p.255-286.
40. SANTOS, F.A.P.; JUCHEM, S.O.; IMAIZUMI, H.; et al. 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, Piracicaba, 2001. *Anais.. Piracicaba:FEALQ, 2001. CD-ROM*.
41. SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B. et al. Effects of rúmen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature

- review. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.3182-3213, 1998.
42. 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:UFLA, 2001. p.199-228.
  43. SANTOS, M.V.; AQUINO, A.A.; REAL, Y.L.V.; et al. 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, João Pessoa, 2006. *Anais*. João Pessoa:SBZ, 2006. CD-ROM.
  44. SILVA, R.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Ureia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição de leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1639-1649, 2001.
  45. SNIFFEN, C. J. Nitrogen utilization as related to solubilities of NPN and protein in feeds. p. 12 in Proceedings of Cornell Nutrition Conference. Cornell University, Ithaca, NY, 1974.
  46. TADELE e AMHA, Use of different non protein nitrogen sources in ruminant nutrition: A review. *Advances in Life Science and Technology*, v.29, p.100-105, 2015.
  47. VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. CQBAL 2.0. 2.ed Viçosa: UFV, 2006. 329p.
  48. VAN DIJK, H.J.; O'DELL, G.D.; PERRY, P.R.; et al. Extruded Versus Raw Ground Soybeans for Dairy Cows in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, v.50, p.2521 - 2525, 1983.
  49. VAN HORN, H.H.; FOREMAN, CF.; 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.
  50. VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminants*. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
  51. 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)
  52. 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.
  53. 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.
  54. VISEK, W.J. Some aspects of ammonia toxicity in animal cells. *Journal of Dairy Science*, v.51, n.2, p.286-295, 1968.
  55. WILSON, G., MARTZ, F.A., CAMPBELL, J.R. et al. Evaluation of factors responsible for reduced voluntary intake of urea for ruminants. *Journal of Anim. Science*, v.41, n.5, p.1431-1437, 1975.
  56. WORD, J.D.; MARTIN, D.L. WILLIAMS, E.I. et al. Urea toxicity studies in the bovine. *Journal of Animal Science*, v.29, p.786, 1969.



## 2. Utilização de ureia em alimentos volumosos

*Alex de Matos Teixeira<sup>1</sup> - CRMV-MG 9612,  
Lúcio Carlos Gonçalves<sup>2</sup>,  
Diogo Gonzaga Jayme<sup>3</sup> - CRMV-MG 6737,  
João Pedro Costa Alves de Oliveira<sup>4</sup>,  
Dalvana dos Santos<sup>4</sup>,  
Thiago Henrique Fagundes Diniz<sup>4</sup>,  
Frederico Patrus Ananias de Assis Pires<sup>5</sup>*

bigstockphoto.com

<sup>1</sup> Médico Veterinário, Professor Adjunto II, Faculdade de Medicina Veterinária/UFU, e-mail: alexmteixeira@yahoo.com.br;

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, Escola de Veterinária/UFMG;

<sup>3</sup> Médico Veterinário, Professor Adjunto III, Escola de Veterinária/UFMG;

<sup>4</sup> Médico Veterinário, Mestrando em Nutrição de Ruminantes, Escola de Veterinária/UFMG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFMG - Belo Horizonte - MG;

<sup>5</sup> Graduando em Medicina Veterinária, Escola de Veterinária/UFMG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFMG - Belo Horizonte - MG

### Introdução

Apesar de ser influenciado por fatores relacionados a estágio de maturação, nível de adubação, espécie ou cultivar, em geral, o conteúdo de nitrogênio nos alimentos volumosos utilizados rotineiramente em dietas para ruminantes apresenta-se reduzido. Exceção refere-se às pastagens manejadas intensivamente, leguminosas e forrageiras de inverno, as quais apresentam elevados valores de proteína bruta.

Sendo assim, a utilização desses alimentos volumosos requer a inclusão de alguma fonte proteica com objetivo de compensar tal deficiência. Em virtude do elevado conteúdo de proteína bruta, a ureia tem se mostrado como um alimento economicamente atrativo na formulação de dietas para ruminantes. Contudo, por se tratar de uma fonte de nitrogênio não proteico e ser totalmente degradável no rúmen, existem limitações quanto à inclusão de ureia nas dietas.

Outra maneira de utilização da ureia em volumosos refere-se à sua adição durante o processo de ensilagem, com intuito de modular o processo fermentativo e reduzir as perdas, assim como em fenos na tentativa de modificar as frações fibrosas.

Objetivou-se com este trabalho apresentar os potenciais e as limitações da adição de ureia em alimentos volumosos em dietas de bovinos leiteiros.

## Utilização de ureia em alimentos volumosos

A proteína é um nutriente que tem impacto direto no desempenho produtivo de ruminantes bem como sobre a rentabilidade do sistema de produção, devido ao fato de ser o ingrediente que mais onera o custo da alimentação. Dietas deficientes em proteína comprometem funções vitais do animal e resultam em queda da produção de leite, perda de peso e ineficiência reprodutiva. Em contrapartida, excesso de proteína aumenta o custo da alimentação, reduz a eficiência de uso do nitrogênio dietético, aumenta o impacto negativo ao meio ambiente decorrente da excreção de nitrogênio e prejudica o desempenho reprodutivo dos animais (Reis e Danés, 2011).

A fonte de aminoáci-

dos (AA) para os ruminantes é a fração proteica digestível que chega ao intestino delgado. Essa fração, também chamada de proteína metabolizável (PM), pode ter componentes oriundos de três frações: proteína microbiana (Pmic), produzida no rúmen, proteína não degradável de origem alimentar e proteína endógena, devido ao processo de descamação do epitélio do trato digestivo. A Pmic, geralmente a principal fonte de AA para o ruminante, representa de 45 a 55% da PM de vacas de alta produção, 55 a 65% de bovinos de corte confinados com rações ricas em energia e mais de 65% em bovinos mantidos exclusivamente em pastagens. Dessa Pmic que chega ao duodeno, mais de 90% é de origem bacteriana. Os protozoários contribuem pouco para a proteína metabolizável, já que apresentam baixa taxa de passagem (Santos e Pedroso, 2011).

Apesar de algumas espécies de microrganismos ruminais terem requerimentos de determinados aminoácidos, como população, eles não apresentam requerimento de um aminoácido específico (Atasoglu Wallace, 2003). De maneira geral, bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos utilizam amônia como fonte de nitrogênio, enquanto bactérias fermentadoras de carboidratos não fibrosos têm um requerimento maior por AA e peptídeos do que por amônia.

*De maneira geral, bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos utilizam amônia como fonte de nitrogênio, enquanto bactérias fermentadoras de carboidratos não fibrosos têm um requerimento maior por AA e peptídeos do que por amônia.*

não fibrosos têm um requerimento maior por AA e peptídeos do que por amônia. Segundo Bryant e Robinson (1962, 1963), mais de 90% das bactérias isoladas do rúmen são capazes de utilizarem amônia como principal fonte de N, ao passo que ela é essencial para o crescimento de 25% dessas mesmas bactérias. Estudos *in*

*vitro* com cultivo de culturas puras demonstraram que 80% do nitrogênio celular de bactérias celulolíticas eram oriundos de nitrogênio amoniacal (Atasoglu *et al.*, 2001). Contudo, apesar de utilizarem preferencialmente amônia como fonte de nitrogênio, bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos aumentam a eficiência e a produção quando dispõem de AA e peptídeos.

Sendo assim, a deficiência de nitrogênio no ambiente ruminal seria prejudicial devido à redução do crescimento microbiano, com consequente redução da proteína metabolizável e comprometimento da degradação ruminal dos nutrientes. Na literatura, há certo consenso de que o valor mínimo de proteína bruta na dieta de ruminantes estaria entre 6 e 8%, sendo que valores inferiores a esse interva-

*Os alimentos volumosos, conservados ou verdes, fornecidos no cocho para bovinos, apresentam normalmente baixos teores de proteína bruta (PB), sendo necessária a correção desse nutriente à medida que se busca melhorar o desempenho dos animais.*

lo seriam prejudiciais (Van Soest, 1994).

Os alimentos volumosos, conservados ou verdes, fornecidos no cocho para bovinos, apresentam normalmente baixos teores de proteína bruta (PB), sendo necessária a correção desse nutriente à medida que se busca melhorar o desempenho dos animais. Para demonstrar tal deficiência,

foram compilados resultados de pesquisas conduzidas pelo Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais nos últimos anos. Os teores médios de PB variaram de 2,2 a 11,8% e 2,8 a 9,4% para volumosos verdes ou ensilados, respectivamente (Tab.1).

Tomando por base o valor de PB da silagem de capim-elefante descrito na Tabela 1, a adição de 0,3 ou 0,5% de ureia na matéria natural resultaria em um volumoso com teores de PB variando de 8,8 a 11,4%, corrigindo assim, ainda que parcialmente, a deficiência proteica.

Além de o conteúdo proteico normalmente ser baixo, é importante ressaltar que, no caso das forrageiras tropicais, parte desse nitrogênio ainda pode estar associado à parede celular, reduzindo assim a disponibilidade do nitrogênio

**Tabela 1. Teores de proteína bruta de forrageiras tropicais verdes e na forma de silagem**

Forrageira	Verde		Silagem	
	n	Média	n	Média
Andropogon	2	5,9	1	5,5
Brachiaria brizantha	17	7,8	7	6,5
Brachiaria decumbens	5	6,3	5	5,3
Cana-de-açúcar	1	2,2	2	2,8
Capim-elefante	4	7,8	1	4,7
Coast-Cross	1	8,2		
Girassol	5	9,6	10	9,4
Milheto	1	11,0	2	9,0
Milho	2	7,9	9	8,0
Panicum maximum	1	11,0	2	9,4
Sorgo	14	7,2	18	7,3
Sorgo x Capim-Sudão	3	11,8	2	8,4

Fonte: Adaptado de Gonçalves *et al.* (2012).

para o metabolismo animal.

Para melhor compreender a relação entre o teor de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), o conteúdo de fibra em detergente ácido (FDA) e o valor nutritivo das forrageiras tropicais, Santos *et al.* (2013) realizaram uma meta-análise a partir de 22 trabalhos conduzidos no país. Com base nos resultados, os autores observaram três relações de importância nutricional: redução do teor de PIDA em função do teor de PB; aumento do teor de PIDA em função do teor de FDA e redução do valor nutricional (expresso em termos de nutrientes digestíveis totais) em função do

aumento do PIDA. Dessa maneira, pode-se inferir que volumosos com baixo teor de PB deverão apresentar também baixa disponibilidade desta e reduzido valor nutricional.

Considerando-se que a fração PIDA não é degradada pelas bactérias ruminais, bem como não fornece aminoácidos pós-ruminalmente (Sniffen *et al.*, 1992), tal situação pode resultar em deficiência de nitrogênio e aminoácidos aos microrganismos ruminais e, conseqüentemente, ao animal. Nesse sentido, a adição de ureia a volumosos de baixa qualidade e/ou baixo teor de PB pode ser uma alternativa viável no intuito

de reduzir o *deficit* proteico. Segundo Guimarães Júnior *et al.* (2009), a utilização da ureia pecuária com esses alimentos volumosos de qualidade deve seguir as seguintes recomendações:

- Picar totalmente o volumoso;
- Realizar um período de adaptação;
- Reduzir pela metade a inclusão da ureia em volumosos com mais de 30% de umidade;
- Distribuir a solução contendo ureia no volumoso de maneira homogênea;
- Evitar o acúmulo da mistura ureia pecuária + fonte de enxofre no fundo do cocho;
- Não utilizar as sobras;
- Reiniciar o processo de adaptação caso o animal deixe de receber por dois dias;
- Não fornecer a mistura de volumosos com ureia a animais fracos, em jejum ou famintos.

## Ureia como aditivo para feno

Há no país considerável disponibilidade de resíduos de culturas anuais de verão e de inverno, assim como de fenos de baixo valor nutricional, oriundos de falhas no processo de fenação ou no armazenamento (Fernandes *et al.*, 2002). Contudo, a utilização desses alimentos como base volumosa da dieta de bovinos pode comprometer o desempenho dos mesmos e/ou onerar o custo da dieta devido à maior demanda de inclusão de alimentos concentrados para balancear a dieta.

Como forma de possibilitar a utilização desses alimentos volumosos nas dietas de bovinos sem que haja comprometimento do desempenho, alguns tratamentos biológicos, físicos e químicos têm sido testados. Dentre eles pode-se destacar amonização com utilização de amônia anidra ou ureia.

Basicamente, esse tratamento busca promover alterações acentuadas na composição química das frações nitrogenada e fibrosa das forrageiras, sendo que tais alterações podem aumentar a digestibilidade e o consumo desses alimentos e, assim, o desempenho dos animais. De acordo com Reis *et al.* (1993), os efeitos da amonização estão relacionados com a solubilização de hemiceluloses e com o aumento nos teores de nitrogênio total, resultando em elevação de digestibilidade *in vitro* (DIVMS), *in vivo* e *in situ* da matéria seca.

Para melhor compreender os efeitos da amonização com ureia sobre o valor nutricional do feno de diferentes gramíneas, foram compilados resultados de 16 trabalhos publicados na literatura (Zanine *et al.*, 2007; Fernandes *et al.*, 2002; Tonucci, 2006; Rodrigues, 2010; Mazzochin, 2013; Reis Júnior, 2009; Bezerra *et al.*, 2014; Reis *et al.*, 2003; Alfaya *et al.*, 2002; Rosa *et al.*, 1998; Gobbi *et al.*, 2005; Bertipaglia *et al.*, 2005; Reis *et al.*, 2001a; Grossi *et al.*, 1993; Reis *et al.*, 2001b; Reis *et al.*, 2001c). Os resultados estão sumarizados na Tabela 2.

**Tabela 2. Resumo dos resultados de trabalhos que avaliaram o efeito da amonização com ureia sobre o valor nutricional do feno de diferentes gramíneas**

Forrageira	Níveis de ureia	MS	PB	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG	DIVMS
Tanzânia <sup>1</sup>	0; 1; 2 e 3% MS	-	+	-	-	-			+
<i>B. decumbens</i> <sup>2</sup>	0 e 5% MS		+	=	=	-	+	-	+
Tifton <sup>3</sup>	0; 2; 4; 6; 8 e 10% MS		+	-	-	=	-	=	+
Tifton <sup>4</sup>	0 e 1% MN		=	=	=			=	
Vaqueiro <sup>5</sup>	0; 2,5 e 5,0% MS	-	+	-	-	-	-	=	+
Coast-cross <sup>6</sup>	0; 1,0; 1,5 e 2,0% MS		+	=		=	-		
Capim-buffel <sup>7</sup>	0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0% MS	-	+	=					
Coast-cross <sup>8</sup>	0; 6,0% MS		+	=	=	=	=	=	+
Capim-Annoni <sup>9</sup>	0; 4% MS		+	+	-	+	-	=	
<i>B. decumbens</i> <sup>10</sup>	0; 3,6 e 5,4% MS	-	+	-	-/=	-	=	-	+
<i>B. decumbens</i> <sup>11</sup>	0; 2; 4; 6; 8 e 10% MS		+	-	-	=	-	=	+
<i>B. brizantha</i> <sup>12</sup>	0; 5% MS		+	-	-/=	-/=	=	=	+
<i>B. decumbens</i> <sup>13</sup>	0; 5,4% MS		+	-	=	-	=	=	+
<i>B. brizantha</i> <sup>13</sup>	0; 5,4% MS		+	-	-	-	=	=	+
Jaraguá <sup>13</sup>	0; 5,4% MS		+	-	-	-	=	=	+
Coast-cross <sup>14</sup>	0; 5,4% MS		+	=	=	=	=	=	=
<i>B. decumbens</i> <sup>15</sup>	0; 5,4% MS			-	=	-	=	-	+
Jaraguá <sup>15</sup>	0; 5,4% MS			-	=	-	=	=	+
<i>B. decumbens</i> <sup>16</sup>	0; 5,4% MS		+						
Jaraguá <sup>16</sup>	0; 5,4% MS		+						

MS = matéria seca; MN = matéria natural; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; HEM = hemicelulose; CEL = celulose; LIG = lignina; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca; + → aumento em função da dose de ureia; = → sem alteração em função da dose de ureia; - → redução em função da dose de ureia. <sup>1</sup>Zanine *et al.* (2007); <sup>2</sup>Fernandes *et al.* (2002); <sup>3</sup>Tonucci (2006); <sup>4</sup>Rodrigues (2010); <sup>5</sup>Mazzochin (2013); <sup>6</sup>Reis Júnior (2009); <sup>7</sup>Bezerra *et al.* (2014); <sup>8</sup>Reis *et al.* (2003); <sup>9</sup>Alfaya *et al.* (2002); <sup>10</sup>Rosa *et al.* (1998); <sup>11</sup>Gobbi *et al.* (2005); <sup>12</sup>Bertipaglia *et al.* (2005); <sup>13</sup>Reis *et al.* (2001a); <sup>14</sup>Grossi *et al.* (1993); <sup>15</sup>Reis *et al.* (2001b); <sup>16</sup>Reis *et al.* (2001c).

De maneira geral, nos estudos revisados, o processo de amonização foi realizado distribuindo a ureia diluída em água e distribuída por aspersão com auxílio de um regador. O feno era então acondicionado em sacos plásticos ou, quando em fardos, armazenados sob lona plástica vedada hermeticamente em galpão coberto. O período de armazenamento mais utilizado foi de 60 dias, sendo que, quando da abertura do material, esperava-se em média 2 a 3 dias para eliminação da amônia que não havia reagido com o material.

Em sua grande maioria, os resultados desses estudos demonstraram que a amonização com ureia proporcionou aumento dos teores de PB do volumoso. Em apenas um dos trabalhos revisados não foi observado efeito da amonização sobre o teor de PB (Rodrigues, 2010). Entretanto, nesse trabalho, avaliou-se apenas uma dose de ureia, que foi inferior aos intervalos de doses testados nos demais estudos. Os incrementos nos teores de PB foram variados, em função da diversidade de doses, umidade do material, tempo de amonização, entre outros fatores.

Apesar de nem todos os estudos terem avaliado a DIVMS, observou-se que, de maneira geral, foram relatados aumentos dos valores em função da amonização dos fenos. Por outro lado, os efeitos sobre as frações fibrosas dos alimentos têm sido variados, sendo relatados ausência de efeito, redução e

até mesmo incremento dos níveis em alguns estudos. A partir dos estudos compilados, observou-se que, predominantemente, a amonização com ureia proporcionou redução nos teores de FDN e hemiceluloses, enquanto não influenciou os teores de FDA, celulose e lignina.

A ação da ureia sobre os componentes da parede celular das forragens pode ser compreendida basicamente a partir de duas teorias. A primeira baseia-se no rompimento das ligações entre hemiceluloses e lignina, com posterior formação de amida a partir da reação entre amônia e um éster (Tarkove Feist, 1969). Por outro lado, a segunda teoria propõe que, em função da alta afinidade da amônia com a água, há formação de uma base fraca (hidróxido de amônia) durante o tratamento dos materiais com a solução, que é capaz de provocar uma hidrólise alcalina das ligações ésteres entre os carboidratos estruturais (Buettner, 1978).

O incremento nos teores de PB observados nos estudos está associado ao fato de a ureia adicionada aos volumosos apresentar conteúdo elevado de nitrogênio (aproximadamente 46%). Contudo, nem todo nitrogênio adicionado ao material fica retido, ou seja, parte significativa pode ser perdida durante o armazenamento do material. A retenção do nitrogênio aplicado pode variar tanto em função da dose aplicada, sendo registrados maiores valores

com o uso de doses menores (Gobbi *et al.*, 2005), quanto em função do conteúdo de umidade da forragem (Dolberg, 1992). Quando na presença de umidade e sob a ação da enzima urease presente na planta e nos microrganismos, a ureia sofre hidrólise, liberando duas moléculas de amônia e uma molécula de CO<sub>2</sub>. Sendo assim, em volumosos com teor de umidade muito baixo haveria comprometimento da atividade da urease, ao passo que a umidade excessiva dificultaria a difusão da amônia no material (Cañeque *et al.*, 1998). Segundo Sundstol e Coxworth (1984), a atividade da urease presente nos volumosos é máxima quando o conteúdo de água da forragem varia de 25 a 30%.

Na literatura, os valores de nitrogênio têm sido bastante variados. Para aplicação de 6% de ureia sobre o feno de coast-cross, Reis *et al.* (2003) encontraram 26,25% de retenção do nitrogênio, enquanto Rosa *et al.* (1998) relataram valores de 57,8 e 53,6% para doses de 3,6 e 5,4% de ureia aplicada no feno de *Brachiaria decumbens*, respectivamente. Resultado semelhante a esses foi obtido por Fernandes *et al.* (2002) para o feno de *Brachiaria decumbens* amonizado com 5% de ureia (65,33% de retenção).

Uma informação relevante para ressaltar seria o fato de haver evidências de diferenças na atividade da urease entre as espécies forrageiras. Segundo Reis *et al.* (2001b), a atividade da urease no capim *Brachiaria decumbens* foi

aproximadamente 2 vezes maior que no capim-jaraguá.

O nitrogênio adicionado a esses volumosos pode estar retido sob forma de nitrogênio solúvel em água, N amoniacal, N retido na fração insolúvel em detergente neutro e detergente ácido (Sniffen *et al.*, 1992; Van Soest e Fox, 1992), sendo que a principal forma é a de nitrogênio não proteico (Berger *et al.*, 1994). Nos experimentos analisados, observou-se de maneira geral que não houve efeito da amonização sobre as frações nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) quando expressas em porcentagem da MS (Fernandes *et al.*, 2002; Tonucci, 2006; Reis *et al.*, 2003). Por outro lado, quando expressas em porcentagem do nitrogênio total ou da proteína bruta, observaram-se reduções dos valores (Tonucci, 2006; Gobbi *et al.*, 2005; Reis *et al.*, 2001a; Reis *et al.*, 2001c, Reis Júnior *et al.*, 2011).

Em relação ao desempenho de animais alimentados com feno de gramíneas amonizado com ureia, poucos resultados estão publicados na literatura. Em um estudo encontrado, Fernandes *et al.* (2002) avaliaram o desempenho de novilhos da raça Nelore e Brahman alimentados com feno do capim braquiária amonizado com ureia na dose de 5% da MS. Segundo os autores, houve comprometimento do consumo de matéria seca (1,90 x 1,97% do

peso vivo) e redução do ganho de peso (370 x 600g/dia) dos animais alimentados com feno amonizado e suplementados com milho grão moído em comparação aos animais alimentados com feno não tratado e suplementados com farelo de soja. Resultado diferente foi obtido por Nogueira (2012) trabalhando com cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper com peso inicial de 17kg. Nesse estudo não houve diferenças no desempenho, conversão alimentar e características da carcaça quando os animais foram alimentados com feno de capim-tifton 85 adicionado de 1% na matéria natural. Contudo, vale ressaltar que houve elevado nível de suplementação, sendo fornecida uma dieta composta por 30% de volumosos e 70% de concentrado.

## Ureia como aditivo de silagens

Segundo Schmidt *et al.* (2014), o uso de aditivos na produção de silagens tem sido o assunto mais pesquisado no que se refere à conservação de forragens. Há diferentes propostas para classificação dos aditivos, que levam em consideração a finalidade e características do produto. Existem classificações tradicionais, como de McDonald *et al.* (1991), assim como novas propostas de classificação, podendo-se citar a de Nussio e Schmidt (2004) para os aditi-

*Além da cana, a ureia tem sido adicionada a outras forrageiras durante o processo de ensilagem.*

vos utilizados com maior frequência no Brasil, na qual existem aditivos químicos, microbianos e sequestrantes da umidade. Diante disso, pode-se dizer que a ureia se enquadraria na classe dos aditivos químicos. Em função de seu elevado conteúdo de nitrogênio e, conseqüentemente, proteína bruta, a adição de ureia pode ter como objetivo o incremento dos teores proteicos da silagem.

Contudo, além do possível efeito sobre as frações fibrosas dos alimentos volumosos e contribuição para o conteúdo proteico, a adição de ureia provocaria aumento do pH do material, o que, combinado à amônia, reduziria as populações de leveduras e mofos (Bolsen *et al.*, 2000). Em função dessas características, a ureia tem sido um dos aditivos químicos mais estudados na ensilagem da cana-de-açúcar (Schmidt *et al.*, 2014). Em revisão da literatura, esses autores relataram haver efeitos positivos sobre o teor de PB quando da adição de ureia na ensilagem da cana. Ainda segundo os mesmos autores, doses de 0,7 a 1,0% da massa verde parecem ser efetivas em reduzir a população de leveduras, em decorrência da liberação de amônia.

Além da cana, a ureia tem sido adicionada a outras forrageiras durante o processo de ensilagem. De maneira geral, a adição de ureia tem

proporcionado elevação dos teores de PB nas silagens de capim-elefante (Andrade Melotti, 2004; Rocha *et al.*, 2006), capim-tanzânia (Oliveira *et al.*, 2009), girassol (Goes *et al.*, 2013), sorgo forrageiro (Fernandes *et al.*, 2009) e estilosantes (Silva *et al.*, 2014). Paralelamente a esse efeito, a adição de ureia também tem resultado em elevação do pH (Andrade e Melotti, 2004; Fernandes *et al.*, 2009; Goes *et al.*, 2013; Rocha *et al.*, 2006).

Além dos resultados sobre o valor nutricional, é indispensável a necessidade de informações sobre o consumo e desempenho de ruminantes alimentados com silagens adicionadas de ureia. Nesse sentido, Martins *et al.* (2014) avaliaram a viabilidade econômica do leite produzido por vacas mestiças alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes aditivos. Foram utilizadas dietas em que a fonte de volumoso foi silagem de cana-de-açúcar sem aditivo ou com 1% de ureia, entre outros aditivos. As proporções de volumoso e concentrado das dietas foram de aproximadamente 55:45 em porcentagem da matéria seca. Não houve efeito da adição de ureia na silagem sobre o consumo de matéria seca (9,76 x 11,95kg/dia), produção de leite (13,16 x 13,61kg/dia) e eficiência alimentar (1,53 x 1,29kg MS/kg leite). Houve, entretanto, elevação dos teores de nitrogênio ureico no leite (30,19 x 22,73mg/dl). A dieta contendo a silagem

de cana aditivada com ureia apresentou os melhores resultados econômicos quando comparada aos demais aditivos testados (0,5% de ureia + 0,5% de cal virgem e com 1% de cal virgem), contudo tem que se ressaltar o fato de que houve uma perda de peso significativa das vacas alimentadas com essa dieta, o que pode comprometer o desempenho produtivo e reprodutivo desses animais com o decorrer do tempo.

### **Considerações finais**

A adição de ureia a alimentos volumosos tem sido praticada com intuito de proporcionar incremento dos teores proteicos, melhorar a digestibilidade através de alterações nas frações fibrosas e reduzir perdas associadas ao processo fermentativo nas silagens.

De maneira geral, a adição da ureia resulta principalmente em incremento do conteúdo proteico e melhoria do valor nutricional dos volumosos. Contudo, os resultados de experimentos avaliando o desempenho animal não corroboram esses achados.

## **Recomendações**

### **1. Adição de ureia em fenos**

- Aplicar ureia diluída em água e distribuída por aspersão;
- Dose sugerida → 2,5 a 5,0% da matéria seca (dependendo do volumoso);
- Acondicionar os fardos de feno sob lona plástica vedada hermeticamente em galpão coberto;

- Armazenar por um período de 60 dias;

Após a abertura, aguardar de 2 a 3 dias para eliminação da amônia que não reagiu.

## 2. Ureia como aditivo para silagens

- Aplicar ureia diluída em água e distribuída por aspersão com auxílio de um regador;
- Dose sugerida → 0,5 a 1,0% da matéria natural (dependendo do volumoso).

## Referências

1. ALFAYA, H.; SUÑE, L. N. P.; SIQUEIRA, C. M. G.; et al. Efeito da amonização com uréia sobre os parâmetros de qualidade do feno do capim-Annoni2 (*Eragrostis plana* Nees). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.842-851, 2002.
2. ANDRADE, S. J. T.; MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 41, n. 6, p. 409-415, 2004.
3. ATASOGLU, C.; NEWBOLD, C.J.; WALLACE, R.J. 2001. Incorporation of [15N]ammonia by the cellulolytic ruminal bacteria *Fibrobacter succinogenes* BL2, *Ruminococcus albus* SY3, and *Ruminococcus flavefaciens* 17. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 67, p. 2819–2822, 2001.
4. ATASOGLU, C.; WALLACE, R.J. Metabolism and *De Novo* Synthesis of Amino Acids by Rumen Microbes. In: *Amino acids in farm animal nutrition*. 2 ed. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p. 265-290.
5. BERTIPAGLIA, L. M. A.; De LUCA, S.; MELO, G. M. P.; et al. Avaliação de fontes de urease na amonização de fenos de *Brachiaria brizantha* com dois teores de umidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.2, p.378-386, 2005.
6. BEZERRA, H. F. C.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; et al. Fenos de capim-buffel amonizados com ureia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 15, n. 3, p. 561-569, 2014.
7. BRYANT, M.P.; ROBINSON, I.M. Apparent incorporation of ammonia and amino acid carbon during growth of selected species of ruminal bacteria. *Journal of Dairy Science*, v. 46, p. 150–154, 1963.
8. BRYANT, M.P.; ROBINSON, I.M. Some nutritional characteristics of predominant culturable ruminal bacteria. *Journal of Bacteriology*, v.84, p. 605–614, 1962.
9. FERNANDES, F. E. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. P.; et al. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.11, p.2111-2115, 2009.
10. FERNANDES, L. O.; REIS, E. A.; RODRIGUES, L. R. A.; et al. Qualidade do Feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. Submetido ao Tratamento com Amônia Anidra ou Ureia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1325-1332, 2002.
11. GOBBI, K. F.; GARICA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; et al. Composição química e digestibilidade *in vitro* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. tratado com uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.720-725, 2005.
12. GOES, R. H. T. B.; MIYAGI, E. S.; OLIVEIRA, E. R.; et al. Chemical changes in sunflower silage associated with different additives. *Acta Scientiarum*, v.35, n.1, p.29-35, 2013.
13. GONÇALVES, L. C.; TOMICH, T. R.; JAYME, D. G. Avanços e desafios tecnológicos na avaliação de forrageiras tropicais. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 49, 2012, Brasília, *Anais...* Brasília: SBZ, 2012. CD-ROM.

14. GROSSI, S. F., REIS, R. A., EZEQUIEL, J.M.B. et al. Tratamento de volumosos com amônia anidra ou uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.22, n.4, p.651-660, 1993.
15. GUIMARÃES JUNIO, R.; GONÇALVES, L. C.; PEREIRA, L. G. R.; TOMICH, T. R. Ureia na alimentação de gado de leite. In: *Alimentos para Gado de Leite*. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. p.511-531.
16. MARTINS, S. C. S. G.; CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; et al. Análise econômica da utilização de silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio sobre a produção de leite bovina. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 15, n. 2, p. 327-338, 2014.
17. MAZZOCHIN, E. A. R. *Valor nutritivo do feno de Cynodon dactylon – Vaquero aditivado com ureia e submetido a diferentes teores de umidade*. Marechal Cândido Rondon: Unioeste, 2013, 90p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2013.
18. McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2 ed. Marlow: Chalcombe Publications. 1991. 340p.
19. NOGUEIRA, M. *Aditivos químicos na ensilagem e fenação de capim-tifton 85*. Jaboticabal: UNESP, 2012, 68p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 2012.
20. NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2, 2004. *Anais...Maringá*: UEM, 2004. p.1-33.
21. OLIVEIRA, H. C.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, A. C.; et al. Perdas e valor nutritivo da silagem de capim-tanzânia amonizada com ureia. *Archivos de Zootecnia*, v.58, n.222, p.195-202, 2009.
22. REIS JUNIOR, L. C. V.; ALMEIDA, J. C. C.; ARAÚJO, R. P.; et al. Qualidade do Feno de Capim Coast-Cross sob Níveis de ureia e Períodos de Amonização. *Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida*, v.31, n.1, p.71-80, 2011.
23. REIS, R. A.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; et al. Valor nutritivo do feno do capim coast-cross (*Cynodon Dactylon* L. Pers) submetido à amonização. *ARS Veterinária*, v. 19, n. 2, p. 143-149, 2003.
24. REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; PEREIRA, J. R. A.; RUGGIERI, A. C. Composição Química e Digestibilidade de Fenos Tratados com Amônia Anidra ou Uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.3, p.666-673, 2001a.
25. REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; RESENDE, K. T.; et al. Avaliação de Fontes de Amônia para o Tratamento de Fenos de Gramíneas Tropicais. 1. Constituintes da Parede Celular, Poder Tampão e Atividade Ureática. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.3, p.674-681, 2001b.
26. REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; RESENDE, K. T.; et al. Avaliação de Fontes de Amônia para o Tratamento de Fenos de Gramíneas Tropicais. 2. Compostos Nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.3, p.682-686, 2001c.
27. REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. *Amonização de volumosos*. Jaboticabal, SP: UNESP/FCAVJ; FUNEP, 1993. 22p.
28. REIS, R.B.; DANES, M.A.C. Adequação proteica em rações de vacas em confinamento. In: Simpósio Sobre nutrição de bovinos, 9, 2011, *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 2011. p.159-180.
29. ROCHA, F. C.; GARCIA, R.; FREITAS, A. W. P.; et al. Amonização sobre a composição química e digestibilidade da silage de capim-elefante. *Revista Ceres*, v.53, n.306, p.228-233, 2006.
30. RODRIGUES, J. F. H. *Aditivos químicos em ensilagem e fenação de capim-tifton 85*. Jaboticabal: UNESP, 2010, 96p. (Tese de Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 2010.
31. ROSA, B.; REIS, R. A.; RESENDE, K. T.; et al. Valor Nutritivo do Feno de *Brachiaria decumbens*

- Stapf cv. Basilisk Submetido a Tratamento com Amônia Anidra ou Uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.4, p.815-822, 1998.
32. SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Metabolismo de proteínas. In: *Nutrição de Ruminantes*, 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.265-297.
33. SANTOS, F.A.P.; DÓREA, J. R. R.; GOUVÊA, V. N. Compostos nitrogenados em plantas forrageiras. In: *Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão de Recursos Forrageiros*. Gráfica Multipress: Jaboticabal, SP, 2013. p.395- 408.
34. SCHMIDT, P.; SOUZA, C.M.; BACH, B.C. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar? In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5, 2014. *Anais...Maringá: UEM*, 2014. p.243-264.
35. SILVA, M. S. J.; JOBIM, C. C.; NASCIMENTO, W. G.; et al. Uso de aditivos e tempo de abertura dos silos em silagens de estilosantes campo grande. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 15, n. 2, p. 381-393, 2014.
36. SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal Animal Science*, v.70, p.3562-3577, 1992.
37. TONUCCI, R. G. *Valor nutritivo do feno de capim-tifton 85 amonizado com ureia*. Viçosa: UFV, 2006, 53p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
38. VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.
39. ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; PEREIRA, O. G. Efeito de níveis de uréia sobre o valor nutricional do feno de capim-Tanzânia. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 28, n. 2, p. 333-340, 2007.

# 3. O uso da cana-de-açúcar com ureia na alimentação de bovinos



bigstockphoto.com

Ana Luiza Costa Cruz Borges<sup>1</sup> - CRMV-MG nº 4735,  
Ricardo Reis e Silva<sup>1</sup> - CRMV-MG nº 1398/Z,  
Lúcio Carlos Gonçalves<sup>1</sup>,  
Patrícia Caires Molina<sup>3</sup>,  
André Santos de Souza<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Médica Veterinária, Professora Associada, Escola de Veterinária/ UFMG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFMG - Belo Horizonte - MG, e-mail: analuizavetufmg@gmail.com;

<sup>2</sup> Médico Veterinário, Professor Adjunto, Escola de Veterinária/ UFMG;

<sup>3</sup> Médica Veterinária, Doutoranda em Zootecnia, Escola de Veterinária/ UFMG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFMG - Belo Horizonte - MG;

<sup>4</sup> Zootecnista, Doutorando em Zootecnia, Escola de Veterinária/ UFMG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFMG - Belo Horizonte - MG

## Introdução

A cana-de-açúcar adicionada de ureia vem sendo tradicionalmente utilizada na alimentação animal há bastante tempo. A adição de ureia à cana corrige o baixo teor de proteína desse volumoso, resultando numa combi-

nação alimentar de baixo custo e alto potencial produtivo. A ureia, caracterizada por alta concentração de nitrogênio a baixo custo, associa-se com a cana-de-açúcar, resultando numa opção volumosa econômica e acessível a todas as propriedades rurais. No país há uma tradição no cultivo e na utiliza-

ção da cana como alimento volumoso para bovinos, particularmente no período seco do ano. É uma cultura que apresenta uma série de características bastante desejáveis, como uma alta produção de matéria verde por hectare e baixo custo por unidade de matéria seca produzida. O período de colheita coincide com a época da seca, quando há escassez de forragens nos pastos e, conseqüentemente, maior necessidade de suplementação dos animais.

Do ponto de vista nutricional, dentre suas principais vantagens, destacam-se o alto teor de sacarose e o moderado teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN). Do ponto de vista agrônômico, deve-se ressaltar a alta produção de matéria seca por unidade de área mesmo com baixa frequência de cortes, a simplicidade do cultivo agrônômico, a relativa resistência a pragas e doenças, a facilidade de compra e venda, além de seu caráter semi perene. O fato de atingir o máximo valor nutritivo durante o período seco do ano, quando a disponibilidade de forragem é baixa, tem impulsionado sua divulgação como forrageira adequada para cultivo em fazendas que utilizam pastagens e que visam minimizar o uso de tempo e capital em práticas de ensilagem.

Objetivou-se nesta revisão abordar os principais aspectos associados à dieta de bovinos alimentados com cana-de-açúcar adicionada de ureia.

## **Cana-de-açúcar e ureia na alimentação de bovinos**

A suplementação da cana com ureia tem sido preconizada como tecnologia simples e aplicável a boa parte das fazendas brasileiras. Entretanto, para melhor utilização desses alimentos, a compreensão de conceitos nutricionais implícitos a uma dieta exclusiva de cana com ureia é fundamental. Nesse tipo de dieta, a ureia, uma fonte de nitrogênio não proteico 100% degradável no rúmen, suplementa uma forragem pobre em nitrogênio, em lipídeos e em minerais, com teor de FDN em torno de 50% e alto teor de carboidratos não fibrosos (CNF) de alta digestibilidade no rúmen. Apesar de o teor de FDN da cana-de-açúcar ser considerado baixo para forrageiras tropicais, possui baixa digestibilidade.

Preston (1982) comentou que uma das grandes vantagens da cana-de-açúcar em relação a outras forrageiras consistia no seu alto valor de nutrientes digestíveis totais (NDT), em função do seu alto teor de açúcares solúveis. Essa característica surgiu como elemento-chave na possibilidade de utilização de fontes de nitrogênio não proteico, como, por exemplo, a ureia. A associação da cana-de-açúcar com ureia é largamente aplicada na bovinocultura de leite, já há alguns anos, com sucesso. Essa estratégia nutricional alia a rápida disponibilidade de energia (pela alta solubilidade da sacarose) com a de nitrogê-

nio (pela elevada solubilidade da ureia e sua rápida transformação em amônia pela microflora rumenal). Entretanto, à medida que as pesquisas foram realizadas, verificou-se que a suplementação de dietas de cana e ureia com outros alimentos poderia proporcionar maior eficiência alimentar.

Preston e Leng (1986) relataram que, em função de suas características, alimentos utilizados na formulação de dietas à base de cana-de-açúcar deveriam ser ricos em proteína não degradável no rúmen e apresentar amido com baixa degradabilidade rumenal. Preston (1982) citou que, além de maior aporte de nutrientes possibilitando melhor desempenho, o fornecimento de fontes de proteína não degradável no rúmen estaria também associado ao maior *turnover* rumenal e, assim, a um maior consumo de matéria seca (CMS).

O fornecimento de ureia visa atender diretamente à necessidade da microflora rumenal por nitrogênio, enquanto fontes de proteína não degradável têm a função de atender às necessidades de proteína do animal. Como suplementação proteica, é comum a utilização de farelos cujo teor de proteína bruta (PB) pode variar de 13%, como, por exemplo, o farelo de arroz, a 50%, como no caso do farelo de soja.

Avaliou-se a suplementação de dieta à base de cana-de-açúcar e ureia com farelo de soja (50,2% de PB) e concentrado à base de milho e farelo de soja

(28,7% de PB) em quantidades iguais. Não se observou diferença no consumo de matéria seca e de FDN, nem no ganho de peso de novilhas mestiças Holandês x Zebu. Os autores atribuíram os resultados à possível presença de amido residual e resistente à degradação rumenal no farelo de soja em função de seu processamento (Rodrigues e Barbosa, 1999).

De maneira contrária ao que ocorre com o valor nutritivo das gramíneas tropicais, que diminui com o avançar do estágio de maturação, a cana-de-açúcar apresenta melhora na sua qualidade nutricional com o avanço da maturidade. Isso ocorre devido ao acúmulo de açúcares no caule, particularmente de sacarose. A maior concentração de açúcares é observada na seca, o que viabiliza sua colheita numa época de escassez de forragem. À medida que a cana envelhece, ocorrem decréscimos nos teores de PB e aumento nos teores de matéria seca (MS) e de CNF, sendo este último resultado do acúmulo de sacarose. Como nas demais gramíneas tropicais, ocorre queda na digestibilidade da FDN com o avançar da idade; entretanto, há um aumento concomitante de CNF, que supera essa queda, fazendo com que haja aumento na digestibilidade da matéria orgânica (MO) com o avanço da idade da planta. Na Tabela 1, pode-se comparar a composição da cana-de-açúcar com a de outros volumosos, evidenciando-se os baixos teores de PB da cana em

**Tabela 1. Composição e valor nutricional da cana-de-açúcar *in natura*, da silagem de milho e do capim-elefante**

Nutriente	Cana-de-açúcar	Capim-Elefante	Silagem de Milho
MS	25,27	21,43	31,59
MO	97,40	90,89	93,36
PB	3,75	7,28	7,27
FDN	55,87	76,93	55,26
CNF	41,10	10,93	33,02
NDT	63,62	50,0	63,13
DMS	60,2	48,1	57,66
Ca	0,22	0,34	0,3
P	0,06	0,23	0,19

Fonte: Valadares Filho *et al.* (2010).

relação aos demais. A complementação da cana com uma fonte de nitrogênio não proteico, como a ureia, mantém as características de uma dieta de baixo custo e possibilita a melhora acentuada nos teores de proteína dessa gramínea.

Observando-se os percentuais de FDN da cana-de-açúcar na tabela, verifica-se que os valores são relativamente baixos quando comparados aos de outros volumosos. Entretanto, os coeficientes de digestibilidade da fração fibrosa da cana são baixos, o que corrobora o fato de ser colhida na época seca do ano. A baixa qualidade ou digestibilidade da fibra pode limitar o consu-

mo de matéria seca e, conseqüentemente, o desempenho de animais mantidos em dietas contendo cana. Além da baixa digestibilidade da fibra, outras deficiências nutricionais da cana-de-açúcar são o baixo conteúdo de proteína e minerais. No entanto, esses nutrientes são de fácil suplementação e não inviabilizam a utilização dessa forrageira. Um

exemplo é a utilização da cana suplementada com ureia, uma fonte indireta de proteína para o ruminante, que é de conhecimento amplo por nossos produtores rurais. A seguir enumeram-se alguns resultados de pesquisas que avaliaram a suplementação da

*A complementação da cana com uma fonte de nitrogênio não proteico, como a ureia, mantém as características de uma dieta de baixo custo e possibilita a melhora acentuada nos teores de proteína dessa gramínea.*

cana-de-açúcar com ureia.

Souza *et al.* (2015) avaliaram o efeito da adição de teores crescentes de ureia (0,0; 0,5 e 1,0%) na matéria natural da cana-de-açúcar sobre a produção e composição do leite e eficiência alimentar em 18 vacas em lactação, com produção média inicial de  $21,3 \pm 0,8$  kg/dia de leite e com  $83 \pm 7$  dias em lactação. As dietas eram fornecidas na proporção 50:50 de volumoso: concentrado, isoproteicas (15,4%PB) e isoenergéticas (68,9%NDT), sendo a cana o único volumoso. Os autores não observaram efeito da suplementação dos teores de ureia sobre a produção e composição do leite, mas a eficiência alimentar foi melhor nas dietas em que se utilizou ureia, sendo 1,14; 1,17 e 1,17, respectivamente, para as dietas com 0,0; 0,5 e 1,0% de ureia. Da mesma forma, Aguiar *et al.* (2013) avaliaram o consumo em vacas Holandês X Gir alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de ureia em substituição ao farelo de soja (0; 0,58; 1,17, 1,75% na MS total da dieta). As dietas foram formuladas para serem isoproteicas, tendo como volumoso único a silagem de cana-de-açúcar. Os consumos de MS e FDN não foram afetados pelos níveis crescentes de ureia. Entretanto, os consumos de PB e extrato etéreo (EE) reduziram-se linearmente com o aumento dos níveis de ureia. Segundo os autores, concluiu-se que, para vacas em lactação, com dietas à base de silagem de cana-de-açúcar, com

relação volumoso: concentrado 45:55, a ureia pode ser adicionada em até 1,75% da matéria seca total, sem prejudicar o consumo.

Santiago *et al.* (2013) avaliaram o efeito da adição de 0, 4, 8 e 12g/kg de cana de uma mistura de ureia e sulfato de amônio (9:1), em dietas com proporção volumoso:concentrado 70:30. A concentração de ureia não afetou o consumo e a digestibilidade da MS, MO, PB, FDN e NDT das dietas. Os autores concluíram que, em dietas com cana-de-açúcar para vacas leiteiras com produção abaixo de 15kg leite/dia, as concentrações de ureia podem ser aumentadas de 0 a 12g/kg de matéria natural sem prejudicar o desempenho.

Naves *et al.* (2015), por sua vez, verificaram que a substituição da proteína do farelo de soja por ureia, esta última em concentrações de até 17,1g/kg de MS, não alterou a produção de leite de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar como única fonte de volumoso.

A título de comparação, alguns autores já estudaram o consumo de MS em dietas contendo cana ou outros volumosos com ureia. Desses, o mais pesquisado é a silagem, principalmente de milho e sorgo, devido à utilização mais frequente. Costa *et al.* (2005), comparando tratamentos com a mesma relação volumoso:concentrado (V:C de 60:40) entre cana-de-açúcar e silagem de milho, encontraram consumo 22,51% superior para a dieta contendo silagem de milho.

Resultados semelhantes foram encontrados por Souza (2003) e Magalhães *et al.* (2004), que observaram aumento de 15% no consumo em dietas à base de silagem de milho quando comparadas com aquelas baseadas em cana-de-açúcar. Corrêa *et al.* (2003), da mesma forma, verificaram aumento de 6,52%. Magalhães *et al.* (2006), trabalhando com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação, verificaram que a cana apresentou elevada proporção de fibra indigestível em comparação à silagem de milho, uma vez que o coeficiente de digestibilidade da FDN para a dieta com 100% de cana-de-açúcar correspondeu a apenas 45,35% do valor obtido para a dieta com 100% de silagem de milho. A baixa digestão da FDN da cana-de-açúcar pode ter apresentado efeito de repleção rumenal e, consequentemente, ter limitado a ingestão de MS. Os autores também observaram que a taxa de passagem rumenal (TPR) decresceu enquanto o tempo médio de retenção total da digesta (TMRT) aumentou linearmente, estimando-se redução de 0,0057 unidades na TPR e aumento de 0,00375 unidades para o TMRT, respectivamente, por unidade percentual de cana-de-açúcar acrescentada às dietas.

Corrêa (2001), trabalhando com vacas holandesas de alta produção, comparou dietas com silagem de milho ou cana-de-açúcar como volumoso

único e encontrou produção diária de leite 2,5kg inferior no tratamento com cana-de-açúcar, independentemente do nível de ureia. Costa *et al.* (2005), por sua vez, encontraram redução de 2,79kg. Mendonça *et al.* (2004a) também observaram que a produção de leite para as dietas à base de cana-de-açúcar como volumoso, independentemente do nível de ureia ou da relação V:C, foi 2,77kg menor que para a dieta à base de silagem de milho. A menor produção de leite para as dietas com maior participação de cana-de-açúcar pode ser explicada pelo menor CMS, o que resulta em menor consumo de nutrientes.

Diante do conhecimento do fato de a fibra de baixa degradabilidade ser o principal limitante do consumo de dietas à base de cana-de-açúcar, ocasionando longo tempo de permanência do alimento no rúmen e efeitos deletérios sobre o consumo, vários trabalhos têm sido realizados com o objetivo de se avaliarem processamentos ou uso de aditivos que possam atuar sobre essa fração, melhorando as taxas de degradação e, consequentemente, o consumo. Nesse sentido, várias pesquisas foram realizadas recentemente avaliando o uso do óxido de cálcio com ureia como aditivo da cana-de-açúcar. O óxido de cálcio, ou simplesmente cal, teria como grande vantagem o baixo custo e a facilidade de manuseio e aplicação, uma vez que essa substância não im-

plica riscos para a saúde humana. A mistura de cal e ureia foi muito estudada nos últimos anos, estimulada pela busca de um aditivo que contribuísse para conservação da cana *in natura*. Dentre os fatores limitantes do uso da cana-de-açúcar na alimentação animal, a demanda por mão de obra, principalmente em empresas pecuárias de maior porte, é a principal dificuldade do uso em grande escala. A necessidade de corte e moagem diários eleva muito os custos e a demanda por mão de obra, o que pode inviabilizar o uso desse recurso forrageiro como base para o sistema de produção. Algumas opções, como a ensilagem da cana ou a conservação aeróbia desta, após a moagem e a adição de algum aditivo (óxido de cálcio e ureia, por exemplo), têm sido apontadas, resultando em concentração das atividades de corte e moagem em alguns dias da semana, de forma a disponibilizar recursos humanos para a realização de outras atividades nos dias em que não há o manuseio da cana na lavoura. Dessa forma, o uso do óxido de cálcio surgiu como a possibilidade de ser uma importante ferramenta para potencializar estratégias em sistemas de produção de maior porte.

Silva Júnior *et al.* (2015) avaliaram dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* associada com ureia e/ou cal virgem

*A mistura de cal e ureia foi muito estudada nos últimos anos, estimulada pela busca de um aditivo que contribuísse para conservação da cana in natura.*

sobre o desempenho produtivo, composição do leite e digestibilidade dos alimentos em vacas leiteiras da raça Girolando. Os animais receberam cana *in natura* (Ca), cana *in natura* com ureia (CaUr), cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais ureia (CaUrCal). Observou-se que o consumo não foi influenciado pelas dietas, e a melhor eficiência alimentar foi observada nos animais que consumiram CaUrCal. Houve diferença entre os tratamentos para a digestibilidade de CNF, em que a dieta à base de CaCal foi superior à CaUr, e o uso de dietas à base de cana com os aditivos ureia e cal virgem não influenciaram a composição e a produção de leite.

Com o objetivo de avaliar a estabilidade aeróbia da cana-de-açúcar adicionada de óxido de cálcio e ureia, Pancoti (2009) avaliou os valores de temperatura e pH da cana-de-açúcar adicionada de 1% de óxido de cálcio na base da matéria natural (MN), nos tempos de 0, 24, 48 e 72 horas. O autor concluiu que a adição de cal virgem em concentrações de 1% na MN foi eficiente em manter a estabilidade da cana-de-açúcar em até 12 horas (pH 11,7 e temperatura 27,6°C), sendo que ocorreram modificações moderadas na temperatura e no pH. Porém, a partir de 12 horas, obser-

vou-se aumento brusco de temperatura, acompanhado de grande queda no pH: com 72h de hidrólise, atingiu-se pH 5,2 e temperatura de 49,8°C. Possivelmente houve intensificação dos processos fermentativos, pois, segundo o autor, houve queda no pH e diminuição nos teores de carboidratos solúveis.

Domingues *et al.* (2011) avaliaram os efeitos da adição de cal virgem e dos tempos após a aplicação sobre a estabilidade aeróbia e o crescimento de microrganismos (leveduras e fungos) na cana-de-açúcar *in natura*. Foram avaliadas cinco doses de cal (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% de cal na base da MN) e cinco tempos após a aplicação (0, 24, 48, 72 e 96 horas). Os autores observaram efeito das doses de cal para todos os parâmetros avaliados. A cana *in natura* apresentou quebra da estabilidade no menor intervalo de tempo (16 horas) quando comparada à cana tratada com as doses de 1,0; 1,5 e 2,0%, cujo material apresentou estabilidade até os tempos de 34,7; 37,3 e 32 horas, respectivamente. Os valores de pH inicial aumentaram de acordo com a dose de cal aplicada e diminuíram com o tempo após a aplicação. Os autores afirmaram ainda que a cal foi capaz de controlar o aumento de temperatura da cana e que, a partir da dose de 1,0%, houve tendência de estabilização nas respostas de todas as variáveis estudadas. Verificou-se também efeito significativo das doses de cal e do tempo de tratamento e suas respectivas

interações sobre a dinâmica de desenvolvimento de leveduras e medidas de pH ( $P < 0,05$ ). Observação importante foi o fato de que a cana hidrolisada com cal virgem atingiu o padrão de neutralidade nas doses 0,5; 1,0; 1,5% nos tempos 24, 48 e 72 horas, respectivamente, sendo que, na dose 2,0%, a neutralidade foi alcançada 72 horas após a aplicação desta. Os autores afirmaram que as doses de cal foram eficientes em controlar o desenvolvimento das leveduras até as 48 horas iniciais, e que, a partir de 72 horas de exposição ao ar, a população de leveduras nos tratamentos que continham a cal foram semelhantes à da cana sem tratamento alcalino.

Pina (2008) avaliou os efeitos da adição de óxido de cálcio à cana-de-açúcar em níveis de inclusão de 0; 0,5 ou 1% na MN da cana e com tempos de hidrólise de zero ou três dias, na alimentação de novilhas zebuínas. O autor verificou que não houve efeito do tempo de exposição da cana-de-açúcar ao óxido de cálcio quanto aos consumos de MS, MO, PB e NDT e quanto ao ganho de peso. Entretanto, o nível de adição do óxido de cálcio influenciou de forma linear decrescente os consumos de MO, FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), CNF, NDT e o ganho médio diário (GMD). O autor observou interação significativa entre tempo de exposição e nível de inclusão de cal para a digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN e o teor de NDT dentro dos níveis

de inclusão de 0,5 e 1% de cal. O melhor nível de inclusão de cal à cana-de-açúcar foi 0,5%, com três dias de hidrólise. Por outro lado, apesar da melhoria na digestibilidade de alguns nutrientes, com a hidrólise por três dias ocorreu redução no consumo de NDT e no GMD, e por isso o autor concluiu que não é recomendável fornecer a cana-de-açúcar tratada com cal.

Em outro trabalho avaliando o efeito da adição de óxido de cálcio (0 ou 1% na base da MN) à cana-de-açúcar e os tempos de hidrólise zero, 24, 48 e 72 horas (Pancoti, 2009) na alimentação de novilhas de diferentes graus de sangue Holandês x Zebu (de 1/4 a 7/8 de grau de sangue holandês), verificou-se que não houve efeito do tempo de hidrólise sobre consumo e digestibilidade aparente da MS, MO, FDNcp, fibra em detergente ácido (FDA), e consumo de NDT. Nesse trabalho, entretanto, o autor verificou que a adição de óxido de cálcio à cana-de-açúcar resultou em redução nos valores de digestibilidade da MO, dos carboidratos totais (CHOT), dos carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN), da FDNcp e no consumo de NDT. O momento de adição da mistura de ureia e sulfato de amônio à cana também foi avaliado (no momento do fornecimento aos animais e 24 horas antes). O autor verificou que a adição de ureia à cana 24 horas antes do fornecimento aos animais resultou em redução no consumo de MO, consumo de PB e

na digestibilidade aparente de PB, e aumento do tempo despendido em ruminação (minutos/kg MS ingerida).

Magalhães (2010) avaliou o efeito da adição de óxido de cálcio (0,5% na MN) a canas com diferentes graus Brix (10,8 a 20,9) no momento da ensilagem sobre a qualidade da silagem e o desempenho de bovinos de corte alimentados. O autor verificou que, à medida que o grau Brix do material ensilado aumentou, ocorreu elevação dos teores de MS e redução nos teores de cinzas, PB e de frações de fibras (FDNcp e FDA corrigida para cinzas e proteína - FDAcp). O autor afirmou que as silagens tratadas apresentaram maiores teores de cinzas e EE, enquanto a adição de cal reduziu as concentrações de FDNcp e PB. O autor verificou também que houve redução nos teores de etanol nas silagens tratadas com óxido de cálcio (3,92% na silagem da cana pura e 0,69% na silagem da cana com adição de cal), além de menor perda de MS nas silagens tratadas. Concluiu-se que a adição de cal durante a ensilagem da cana-de-açúcar com 15 ou 20 graus Brix não altera o consumo, a digestibilidade e o desempenho de bovinos de corte.

Júnior *et al.* (2015) avaliaram dietas contendo Cana *in natura* (Ca); Cana *in natura* com Ureia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Ureia (CaUrCal) sobre o desempenho produtivo, composição do leite e diges-

tibilidade dos alimentos em vacas leiteiras da raça Girolando 21 dias após o parto. O consumo apresentado pelos animais não foi influenciado pelas dietas, e a melhor eficiência alimentar foi observada nos animais que consumiram CaUrCal (1,25kg leite/kg MS).

Houve diferença entre os tratamentos para a digestibilidade de CNF, em que a dieta à base de CaCal foi superior à CaUr. Os níveis séricos de glicose e ureia foram semelhantes entre os tratamentos, porém a excreção de ureia e nitrogênio urinário foram superiores nos animais que receberam a dieta CaCal em relação aos alimentados com Ca e CaUr. O uso de dietas à base de cana com os aditivos ureia e cal virgem não influenciaram a composição e a produção de leite.

Em uma avaliação estatística de 55 trabalhos científicos, Daniel *et al.* (2013) estudaram os resultados obtidos com adição de cal à cana fresca para bovinos sobre a composição química, digestibilidade e desempenho animal. Observou-se que a adição de cal aumentou diretamente a MS, cinzas e teores de cálcio (Ca), bem como razão Ca:P (fósforo). A natureza alcalina da cal elevou linearmente o pH da cana. Por outro lado, a concentração de CNF foi reduzi-

*...os animais submetidos a dietas contendo silagem de cana-de-açúcar podem apresentar baixo consumo voluntário, comprometendo o desempenho animal em função da baixa degradabilidade rumenal da fração fibrosa desse volumoso, ...*

da de forma quadrática pela adição de cal, enquanto houve um efeito quadrático no aumento da FDN, da FDN indigestível (FDNi) e da lignina. A adição de cal na cana não afetou o consumo de MS nem a digestibilidade da fibra. Os autores concluíram não ser recomendada a adição da mistura cal e

ureia à cana.

O uso da técnica de ensilar a cana-de-açúcar possibilita a conservação da mesma para utilização posterior, além de ser uma prática que facilita seu manejo em sistemas de produção, por permitir o aproveitamento de talhões em declínio, melhorando a eficiência de colheita (Fortaleza *et al.*, 2012). Durante o processo de ensilagem, a ureia é adicionada, o que facilitaria o manejo ainda mais. Contudo, os animais submetidos a dietas contendo silagem de cana-de-açúcar podem apresentar baixo consumo voluntário, comprometendo o desempenho animal em função da baixa degradabilidade rumenal da fração fibrosa desse volumoso, com significativo efeito sobre a repleção animal (Pinto *et al.*, 2007).

Durante o processo de ensilagem, o elevado teor de açúcares solúveis da cana-de-açúcar leva à rápida proliferação de leveduras, com produção de

etanol e gás carbônico, representando perda de aproximadamente 49% de MS (McDonald, 1991). Uma maneira de minimizar as perdas de matéria seca e melhorar a degradabilidade da fração fibrosa da cana-de-açúcar após o processo de ensilagem seria a utilização de aditivos na silagem. (Fortaleza *et al.*, 2012). Evangelista *et al.* (2009), avaliando a ensilagem da cana-de-açúcar, observaram redução do pH a valores inferiores a 4,0 aos três dias de fermentação, o que seria desejável a qualquer silagem (Dias *et al.*, 2014).

A ureia, quando em contato com a forragem ensilada, é hidrolisada a amônia, que tem efeito inibidor sobre a população de leveduras e mofos, o que favorece a redução da produção de etanol e perdas de MS em silagens de cana-de-açúcar (Alliet *et al.*, 1983). Ribeiro *et al.* (2010), estudando os efeitos da ureia e hidróxido de sódio como aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar, verificaram que ambos diminuem as perdas e reduzem os constituintes da parede celular das silagens. Entretanto, Castro Neto *et al.* (2008) não observaram efeito benéfico da ureia sobre a qualidade da silagem.

Rocha *et al.* (2015) avaliaram a cinética de fermentação rumenal da MS e dos carboidratos de duas variedades de cana-de-açúcar (RB 86 7515 e IAC 86 2480) ensiladas com diferentes aditivos (ureia, NaOH, CaO, milho e *L. buchneri*), além dos tratamentos controle,

com abertura dos silos aos 60 dias da ensilagem. O maior volume de gases da fração não fibrosa foi na variedade IAC 86 2480, com o aditivo NaOH. Já na fração fibrosa houve diferença apenas entre variedades com o aditivo ureia, sendo a IAC 86 2480 a que apresentou o maior volume. A silagem da cana IAC 86 2480 apresentou os melhores valores para a maioria dos parâmetros cinéticos avaliados. Os melhores resultados para os parâmetros de degradabilidade ruminal foram nas silagens aditivadas com NaOH e CaO.

Os efeitos associativos entre alimentos, positivos ou negativos, também já foram alvo de pesquisas com cana-de-açúcar e ureia. Vilela *et al.* (2003) avaliaram diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar. As dietas eram isoproteicas e os tratamentos com maior inclusão de ureia, que foram o de cana-de-açúcar mais ureia (CAU) e o de cana-de-açúcar, milho grão e ureia (CMM), apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade da FDN e dos carboidratos. Segundo os autores, o menor consumo nas dietas CAU e CMM, provavelmente provocado pelo maior tempo de retenção no rúmen, pode ter aumentado a digestão dos nutrientes nesse compartimento. As rações CAU e CMM foram as que apresentaram as quantidades de ureia mais elevadas (3,52 e 3,22% na MS, respectivamente). Concluiu-se que a baixa palatabili-

dade da ureia pode ter contribuído para obtenção de menores ingestões de MS nesses tratamentos.

Rangel *et al.* (2005) avaliaram o desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com quatro tratamentos isoproteicos que utilizaram como volumoso cana-de-açúcar adicionada de farelo de soja ou 0,4; 0,8; 1,2% de mistura ureia e sulfato de amônio (9:1). Não houve diferença para a produção de leite, que foi em torno de 20kg por animal, quando se comparou farelo de soja com ureia nos diferentes níveis. No entanto, ocorreu efeito linear crescente na produção de leite para o aumento dos níveis de ureia. Os autores recomendaram o nível de 1,2% da mistura ureia mais sulfato de amônio (9:1) para a correção nitrogenada da cana-de-açúcar.

Vilela *et al.* (2003) avaliaram diferentes suplementos, ureia (CAU), milho moído (CMM), farelo de algodão (CFA) e farelo de trigo (CFT), para vacas mestiças em lactação, com produção de leite média de 7kg por animal/dia, alimentadas com cana-de-açúcar. A produção de leite do tratamento CFT foi maior que do CAU, não havendo diferença entre os demais tratamentos. Nesse estudo foi verificada perda de peso de 0,8; 0,2 e 0,6 e ganho de 0,1kg/dia, respectivamente, para os tratamentos CAU, CFA, CMM e CFT. A eficiência alimentar foi superior para os tratamentos CAU e CMM em relação ao CFA. Isso ocorreu devido às maiores

perdas de peso nos tratamentos CAU e CMM. Segundo os autores, para vacas mestiças de baixo potencial de produção, a suplementação que apresentou os melhores resultados, baseados na produção e composição do leite, CMS, digestibilidade dos nutrientes e eficiência alimentar, foi com farelo de trigo.

Dias *et al.* (2014) avaliaram o efeito da inclusão de ureia (0, 10, 20 e 30g por kg de cana-de-açúcar) e glicerina bruta (0, 10, 20, 30 e 40g por kg de cana-de-açúcar) como aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar, na composição químico-bromatológica, pH, N-amoniaco (N-NH<sub>3</sub>) e digestibilidade *in vitro* (DIV). O tratamento com ureia afetou a maioria das variáveis relacionadas ao valor nutritivo, aumentando os teores de MS e PB (2,58; 7,76; 18,70 e 19,31%), reduzindo os teores de FDN e melhorando a digestibilidade *in vitro* da MS (42,61; 48,53; 50,69 e 51,18%) e da FDN (38,81; 39,23; 41,06 e 43,46%), e as características fermentativas da silagem, apresentando valores de pH de 3,49; 3,86; 4,18 e 3,93 e de N-NH<sub>3</sub> de 1,72; 3,80; 7,88 e 9,00, para as doses de 0, 10, 20 e 30g, respectivamente. De acordo com os autores, a ureia e a glicerina bruta podem ser utilizadas como aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar.

Martins *et al.* (2014) avaliaram o consumo, a digestibilidade e a produção de leite de vacas mestiças Holandês X Gir, com produção média de 15kg/leite/dia aos 100 dias de lactação, ali-

mentadas com dietas em que a fonte de volumoso foi silagem de cana sem aditivo, silagem de cana com 1% de ureia, silagem de cana com 0,5% de ureia + 0,5% de cal virgem (CaO) e silagem de cana com 1% de CaO nas proporções V:C de 55:45, em todas as dietas. Com base nos resultados de consumo e digestibilidade dos nutrientes da dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia, pode-se afirmar que a ureia foi fonte de proteína rapidamente solúvel, o que pode ter acarretado falta de sincronização entre nitrogênio e energia das dietas para melhor utilização destes pelos microrganismos ruminais, visto que foram as dietas que apresentaram menor consumo de MS e menor digestibilidade dos CNF, que são uma fonte de energia prontamente disponível. Desse modo, a dieta com silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia proporcionou baixa eficiência no aproveitamento dos nutrientes no rúmen, principalmente de proteína, o que pode ser constatado na maior concentração do nitrogênio ureico no leite (NUL) para animais alimentados com essas dietas. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as dietas quanto à produção de leite (kg/dia) e de leite cor-

*O uso estratégico dessa forrageira associada à ureia na recria, em vacas não lactantes, em vacas em lactação com menor demanda nutricional e em baixas inclusões na dieta de vacas de maior produção, parece ser o mais interessante se a meta é a expressão total do potencial produtivo ditado geneticamente.*

rigido para 4% de gordura (LCG 4%), apesar do menor consumo de MS proporcionado pela dieta contendo silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia. O forte odor de amônia presente na silagem de cana-de-açúcar com 1% de ureia provavelmente reduziu a aceitabilidade pelos animais, o que resultou em menor CMS; entretanto, os animais mantiveram a produção de leite, possivelmente às custas da mobilização de reservas corporais.

Revisando diversos trabalhos, Pereira (1996) concluiu que o uso mais coerente da cana para vacas especializadas para leite seria em grupos de animais com menor produção, normalmente va-

cas em meio e final de lactação, ou em inclusões dietéticas mais baixas, associada a outro volumoso. Sendo assim, a utilização da cana-de-açúcar em fazendas que trabalham com bovinos leiteiros especializados é viável, apesar da possibilidade de depressão do consumo e da produção de leite de animais com alta demanda nutricional.

O uso estratégico dessa forrageira associada à ureia na recria, em vacas não lactantes, em vacas em lactação com menor demanda nutricional e em baixas inclusões na dieta de vacas de maior pro-

dução, parece ser o mais interessante se a meta é a expressão total do potencial produtivo ditado geneticamente. Entretanto, em situações específicas, a menor renda bruta diária por vaca, decorrente da depressão no desempenho animal em dietas formuladas com cana como forrageira única, pode ser compensada por vantagens agronômicas e financeiras decorrentes da substituição de silagem de milho por cana. A utilização da cana e ureia seria uma maneira de aumentar a capacidade de suporte animal da fazenda, comparativamente a um sistema baseado exclusivamente em silagem de milho.

## Conclusões

Difundida há muitos anos no país, a cana-de-açúcar adicionada de ureia pode ser usada com sucesso na recria, em vacas não lactantes, em vacas em lactação com menor demanda nutricional e em baixas inclusões na dieta de vacas de maior produção.

Em rebanhos leiteiros, a utilização da cana associada à ureia propicia aumento na capacidade de suporte animal da fazenda, a um baixo custo.

## Referências

1. AGUIAR, A. C. R.; OLIVEIRA, C. R.; CALDEIRA, L. A.; *et al.* Consumo, produção e composição do leite e do queijo de vacas alimentadas com níveis crescentes de ureia. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v.20, n.1, p.37-42, 2013.
2. ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. *Animal Feed Science and Technology*, v.9, p.291-299, 1983.
3. CASTRO NETO, A.G.; MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C.; *et al.* Parâmetros de fermentação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, p.1150-1156, 2008.
4. CORRÊA, C. E. S. Silagem de milho ou cana-de-açúcar e o efeito da textura do grão de milho no desempenho de vacas holandesas. 2001. 102p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.
5. CORRÊA, C. E. S.; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G. *et al.* Performance of holstein cows fed sugar cane or corn silages of different grain textures. *Scientia Agrícola*, v.60, n.4, p.621-629, 2003.
6. COSTA, G. C.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005.
7. DANIEL, J. L. P.; SANTO, M. C.; ZOPOLLATO, M.; *et al.* A data-analysis of lime addition on the nutritive value of sugarcane in Brazil. *Animal Feed Science and Technology*, 184, p.17– 23, 2013.
8. DIAS, A. M.; ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F.; *et al.* Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.6, p.1874-1882, 2014.
9. DOMINGUES, F. N.; OLIVEIRA, M. S.; SIQUEIRA, G. R. *et al.* Estabilidade aeróbia, pH e dinâmica de desenvolvimento de microrganismos da cana-de-açúcar in natura hidrolisada com cal virgem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.4, p.715-719, 2011.
10. EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A. *et al.* Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar com e sem inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.20-26, 2009.

11. FORTALEZA, A.P.S.; SILVA, L.D.F.; ZACKM, E.; *et al.* Composição química e degradabilidade ruminal de silagens da cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e bacteriano. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, suplemento 2, p. 3341-3352, 2012.
12. JUNIOR, B. A. S.; OLIVEIRA, V. M.; FILHO, P. M.; *et al.* Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar associada à ureia e tratada com cal virgem na região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.36, n.3, supl.1, p.2317 - 2328, 2015.
13. MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.
14. MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; CABRAL, L. S. *et al.* Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.2, p.591-599, 2006.
15. MAGALHÃES, F. A. *Cana-de-açúcar ensilada com diferentes graus Brix com ou sem óxido de cálcio e silagem de milho em dietas para bovinos de corte*. 2010. 141p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
16. MARTINS, S. C. S. G.; CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; *et al.* Análise econômica da utilização de silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio sobre a produção de leite bovina. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.55, n.2, p.327-338, 2014.
17. McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publication, 1991. 340p.
18. MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.481-492, 2004a.
19. NAVES, J. R.; JESUS, E. F.; BARREIRO, J. R.; *et al.* Substituição parcial do farelo de soja por diferentes fontes nitrogenadas em dietas à base de cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras. *Revista Veterinária e Zootecnia*, v.22, n.1, 2015.
20. PANCOTI, C. G. *Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio, em diferentes tempos de hidrólise, na alimentação de novilhas holandes x zebu*. 2009. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
21. PEREIRA, M.N., COLLAO-SAENZ, E. A. Algumas considerações sobre a velha cana com uréia. Disponível em: [http://www.grupodoleite.com.br/site/arquivos/cana\\_ureia.pdf](http://www.grupodoleite.com.br/site/arquivos/cana_ureia.pdf). Acesso em 04 de out. 2015.
22. PINA, D. S. *Avaliação nutricional da cana-de-açúcar acrescida de óxido de cálcio em diferentes tempos de armazenamento para bovinos*. 2008. 103p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
23. PINTO, A. P.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; *et al.* Degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar integral tratada com diferentes níveis de hidróxido de sódio. *Revista Ciências Agrárias*, v.28, n.3, p.503-512, 2007.
24. PRESTON, T.R. Nutritional Limitations Associated with the Feeding of Tropical Forages. *Journal of Animal Science*, v. 54.P. 877 – 884, 1982.
25. PRESTON, T.R.; LENG, R.A. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics. In: MACLEOD, N.A.; SUTHERLAND, T.M. Penambul Books. Zaragoza: Acríbia, 1986. 100p.
26. RANGEL, A. H. N.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar corrigida com farelo de soja e diferentes níveis de ureia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, Goiânia. *Anais...* Goiânia: UFG, 2005. CD-ROM

27. RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. *et al.* Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.1911-1918, 2010.
28. ROCHA, W. J. B.; ROCHA JUNIOR, V. R.; REIS, S. T. *et al.* Cinética de fermentação ruminal da matéria seca e dos carboidratos de silagem de cana-de-açúcar com aditivos. *Revista Caatinga*, v.8, n.1, p.228-238, 2015.
29. RODRIGUES, A.A.; BARBOSA, P.F. Efeito do teor proteico do concentrado no consumo de cana-de-açúcar com ureia no ganho de peso de novilhas em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n.2, p. 421 – 424, 1999.
30. SANTIAGO, A. M. F.; SOUZA CAMPOS, J. M.; OLIVEIRA, A. S.; *et al.* Urea in sugarcane-based diets for dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.42, n.6, p.456-462, 2013.
31. SILVA JUNIOR, B. A.; OLIVEIRA, M. V. M.; MALTEMPI FILHO, P.; *et al.* Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar associada à ureia e tratada com cal virgem na região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Revista Ciências Agrárias*, Londrina, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 2317-2328, 2015.
32. SOUZA, D. P. Desempenho, síntese de proteínas microbianas e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar e caroço de algodão ou silagem de milho. 2003. 79p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
33. SOUZA, R.C.; REIS, R.B.; LOPEZ, F.C.F.; *et al.* Efeito da adição de teores crescentes de ureia na cana-de-açúcar em dietas de vacas em lactação sobre a produção e composição do leite e viabilidade econômica. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.67, n.2, p.564-572, 2015.
34. VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L. *et al.* *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 3. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2010. 502p.
35. VILELA, M. S.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. *et al.* Avaliação de diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar: desempenho e digestibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.3, p.768-777, 2003.

# 4. Utilização de ureia em concentrados para vacas leiteiras



Ronaldo Braga Reis<sup>1</sup>- CRMV-MG N° 1584,  
Rafael Gomes Silveira<sup>2</sup>,  
Victor Marco Rocha Malacco<sup>3</sup>

bigstockphoto.com

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

<sup>2</sup> Zootecnista, Mestrando em Nutrição de Ruminantes, Escola de Veterinária/ UFMG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFMG - Belo Horizonte - MG;

<sup>3</sup> Médico Veterinário, Mestrando em Nutrição de Ruminantes, Escola de Veterinária/ UFMG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFMG - Belo Horizonte - MG

## Introdução

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

o maior responsável pelo processo de produção.

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

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

## Inclusão de ureia no concentrado

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

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

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

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

No entanto, segundo Russell (2002), os melhores resultados da suplementação de NNP ocorrem sobre as bactérias degradadoras de carboidratos fibrosos (CF), pois possuem alta exigência por amônia (NH<sub>3</sub>). Assim sua inclusão na dieta representa potencialização

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fonte: Adaptado de Faria (1984).

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

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

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

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

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

1981).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

pelo seu sabor amargo.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **Produção e composição do leite de vacas leiteiras suplementadas com ureia**

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

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

auxiliar na manutenção do pH ruminal mais elevado e favorecer a digestão da fibra no rúmen, como também minimizar a produção de ácidos graxos cis<sup>10</sup> trans<sup>12</sup>. A maior disponibilidade de precursores (acetato), assim como menor concentração de fatores inibidores (ácidos graxos cis<sup>10</sup> trans<sup>12</sup>) da síntese de gordura poderiam explicar o maior teor de gordura no leite de vacas recebendo dieta com 2% de ureia.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Implicações

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

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

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

## Referências

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

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

# 5. Uso de ureia em suplementos múltiplos e rações para bovinos de corte



bigstockphoto.com

Fabiano Alvim Barbosa<sup>1</sup> - CRMV-MG 5318,  
Isabella Cristina de Faria Maciel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Médico Veterinário, Professor Adjunto IV, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária/UFMG, e-mail: fabianoalvimvet@hotmail.com;

<sup>2</sup> Médica Veterinária, Mestranda em Produção animal, Escola de Veterinária/UFMG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFMG - Belo Horizonte - MG

\*Parte integrante do livro "Nutrição de Bovinos a Pasto" – Fernando A. N. Carvalho, Fabiano Alvim Barbosa, Lee Russell McDowell, 2003.

## Introdução

Com a crescente demanda do mercado por carne bovina de qualidade, proveniente de animais criados a pasto, aliada à exigência da erradicação e confirmação de área livre de febre aftosa, o Brasil passa a ter um amplo mercado

a conquistar. Para se obter o animal de qualidade e precoce, novas tecnologias devem ser adotadas para a viabilização dessa pecuária moderna e de ciclo curto.

Devido à sazonalidade das gramíneas forrageiras nos trópicos, que é caracterizada pela diminuição da produção e

do valor nutritivo nos períodos secos do ano, ocorre a desnutrição nos animais criados a pasto e, conseqüentemente, baixo ganho de peso nessa época. O desenvolvimento dos bovinos pode também ser comprometido com a ocorrência de veranicos prolongados. Essas fases negativas no desempenho do animal devem ser consideradas em um programa de produção de carne. O ideal seria o crescimento ocorrer uniformemente durante a vida do bovino. Devido ao desequilíbrio entre os ganhos na época das águas e da seca, é necessária a suplementação alimentar em certos períodos, para que se possa abater animais com idades inferiores a 30 meses.

Sob condições tropicais, o consumo de pasto é com frequência afetado adversamente por baixas concentrações de sódio, nitrogênio, fósforo, enxofre, cobalto, iodo e outros nutrientes, dependendo da área sob pastejo. A suplementação dos nutrientes deficientes, até o ponto de atender plenamente às exigências, frequentemente resulta em dramática resposta no consumo de alimentos e produção animal.

A suplementação a pasto com nutrientes específicos é necessária para obtenção de desempenho animal satisfatório. Uma estratégia de suplementação adequada é aquela destinada a maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível.

Esse objetivo pode ser atingido através do fornecimento de todos ou de alguns nutrientes específicos, os quais permitirão ao animal consumir maior quantidade de matéria seca disponível e digerir ou metabolizar a forragem ingerida de maneira mais eficiente.

O uso de suplementos múltiplos – proteína, energia, minerais, vitaminas e aditivos – no período da seca evita a perda de peso característica para animais não suplementados nessa época crítica do ano. Vários são os trabalhos que comprovam o ganho de peso de bovinos, entre 0,059 a 0,740kg/cabeça/dia, com consumo diário de suplementos variando de 0,05 a 0,6% do peso vivo (PV).

A suplementação múltipla na época das águas tem sido usada com maior ênfase após o sucesso de seu uso na época seca. Também tem sido usado o argumento de que, no período chuvoso, em função do aumento das concentrações proteicas das gramíneas e da alta taxa de degradabilidade ruminal dessa fração, haveria um excesso de nitrogênio em relação à disponibilidade de energia. Desse modo, parte do nitrogênio, além de não estar sendo utilizado, estaria consumindo energia para excreção urinária, na forma de ureia. A suplementação passaria a ter menor teor de ureia, devido à mudança sazonal das forrageiras na época das águas em relação à época da seca, e maior teor de energia e minerais.

## Suplementação e consumo de pastagem

A forragem, como o único alimento disponível para os animais em pastejo, deve fornecer energia, proteína, vitaminas e minerais exigidos para manutenção e produção. Se os teores dos nutrientes forem adequados, a produção animal será em função do consumo de energia digestível (ED), uma vez que é alta a correlação entre consumo de forragem e ganho de peso. Assim, a quantidade de alimento que um bovino consome é o fator mais importante a controlar a produção de animais mantidos em pastagens.

No Brasil Central, ocorre uma queda acentuada na disponibilidade de forragem no período de seca invernal, que se caracteriza por uma produção extremamente baixa, em torno de 10%

do total anual, em decorrência da falta de umidade, baixa temperatura e dias curtos (fotoperíodo), fazendo com que a planta entre em repouso vegetativo.

Com o avanço da estação seca, além da menor oferta de alimento nesse período, o animal dispõe de uma forragem com menor teor de proteína e menor digestibilidade. Como consequência desse fato, os animais consomem menos matéria seca do que em épocas mais favoráveis, e o que ingerem é de qualidade insatisfatória, resultando invariavelmente em perda de peso e, às vezes, até em morte, devido ao *deficit* energético, proteico, mineral e vitamínico.

Como mostrado na Tabela 1, para cinco espécies forrageiras, os consumos das pastagens são maiores nas épocas das águas, e o bovino gasta menos tempo no pastejo. Já na época da seca, os consumos são menores e o tempo de

**Tabela 1. Médias dos consumos voluntários de matéria seca (kg MS/100kg PV) e tempos de pastejo (minutos/dia) de novilhos pastejando cinco gramíneas durante os períodos seco e das águas**

	Período Seco		Período Águas	
	CVMS1	TP2	CVMS1	TP2
Colonião	2.16	610	2.88	520
Tobiatã	1,92	580	2,77	490
Tanzânia	2,10	590	2,83	525
Decumbens	1,98	595	2,65	565
Brizanta	2,01	605	2,76	465

<sup>1</sup>CVMS = Consumo voluntário de matéria seca (kg MS/100kg PV); <sup>2</sup>TP = Tempo de pastejo (minutos/dia).  
Fonte: Euclides *et al.*, 1996.

pastejo aumenta, acarretando em maior tempo para consumir as quantidades satisfatórias de pasto, e maior gasto energético pelo animal.

O suplemento deve ser considerado como um complemento da dieta, para suprir os nutrientes deficientes na forragem disponível. Na maioria das situações, a forragem não contém todos os nutrientes essenciais na quantidade adequada para atender às exigências dos animais em pastejo.

A suplementação a pasto tem por objetivos corrigir a deficiência dos nutrientes da forragem, aumentar a capacidade de suporte das pastagens, fornecer aditivos ou promotores de crescimento e auxiliar no manejo de pastagens.

A necessidade de suplementar os animais e as quantidades são dependentes das metas a serem conseguidas de acordo com o planejamento proposto na propriedade. A suplementação depende da qualidade da pastagem, da massa disponível e do tamanho da área de pastagem; também de recurso financeiro disponível, dos animais (sexo, idade, raça, estágio fisiológico), da infra estrutura adequada de cochos e bebedouros, mão de obra, entre outros fatores.

## Suplementação na época da seca

Durante o período da seca, ocorrem reduções das concentrações de energia, proteína, fósforo e outros minerais e vitaminas. Por décadas, foi aceita a hipótese de que o principal nutriente limitante na época da seca seria o fósforo. Apesar de que, na década de 1940, já existiam evidências da ocorrência de deficiência de proteína no período seco do ano, com as vacas apresentando baixo desenvolvimento corporal e baixíssimos índices de fertilidade. Somente com os trabalhos conduzidos no Reino Unido e na África do Sul, a partir de

*Somente com os trabalhos conduzidos no Reino Unido e na África do Sul, a partir de 1960, criaram-se condições para que fosse aceita a possibilidade de que o limitante nutricional primário, para animais mantidos exclusivamente a pasto, seria o deficit proteico.*

1960, criaram-se condições para que fosse aceita a possibilidade de que o limitante nutricional primário, para animais mantidos exclusivamente a pasto, seria o deficit proteico. De grande importância prática foi a demonstração de que a deficiência proteica poderia ser corrigida, tanto com o fornecimento de nitrogênio não proteico quanto com proteína

verdadeira.

O fósforo não é o principal nutriente limitante, mas sim a proteína. Daí, o fato de o nitrogênio não proteico (principalmente a ureia) e os suplementos proteicos melhorarem grandemente o

consumo de pasto e induzirem os animais à ingestão de gramíneas pouco apetecidas.

Uma compilação de trabalhos de pesquisas sobre o uso de nitrogênio não proteico (NNP), realizada por Loosli e McDonald (1969), mostrou que a deficiência proteica em bovinos a pasto é conhecida desde a década de 1940. Entretanto, em pleno século XXI, encontramos situações de campo que mostram o atraso tecnológico em que permanecem certas regiões, contribuindo para a diminuição dos índices zootécnicos brasileiros. Esses trabalhos de pesquisas mostravam que a administração de ureia (4%), melaço (12%) e nitrato de sódio (4%), juntamente a fenos de baixa qualidade, aumentavam a ingestão e diminuía a perda de peso.

Um dos primeiros trabalhos com a utilização de NNP foi conduzido por Morris, na década de 1950, alimentando vacas com ureia junto com silagem de sorgo (5% de PB na MS), e mostrou melhora na ingestão dos alimentos e do peso corporal.

Pesquisa realizada por Briggs *et al.* (1947) mostrou que novilhas Hereford, desmamadas, mantidas em pastagens secas durante o inverno, em Oklahoma (EUA), aumentaram o peso, consumindo 1kg/cabeça/dia de uma mistura com 4% de ureia, 75% de farelo de algodão, 11% de milho e 10% de melaço.

Outro trabalho de pesquisa, conduzido por Beames (1963), verificou que

bovinos jovens (18 meses de idade) não podiam sobreviver em forragens de baixa qualidade (3,5% de PB na MS). Entretanto, com a adição de ureia e melaço, estes puderam manter o peso corporal durante 7 meses.

Pesquisas realizadas por Van Nierkerk e Jacobs (1985), na África do Sul, em condições tropicais, avaliaram o efeito de suplementos de proteína, energia e fósforo, isolados e em combinações em dietas de bovinos, usando, como fonte volumosa de baixa proteína, a cana-de-açúcar, simulando a época da seca. A suplementação proteica, em todos os tratamentos, aumentou a ingestão em 34,5%, em relação ao grupo controle, e induziu menor perda de peso em relação aos outros tratamentos. A resposta para a proteína é aumentada quando usada em conjunto com fósforo e energia, mostrando que a deficiência proteica é a mais importante causa de perda de peso em bovinos mantidos em pastagens de baixa qualidade.

A suplementação proteica com NNP ou proteína verdadeira aumenta a eficiência de utilização de forragens de baixo valor nutritivo. Com forragens pobres em PB e resíduos de cultura (<7,0% de PB), a principal resposta à suplementação proteica tem sido devido ao atendimento da exigência microbiana ruminal por nitrogênio (N) e fornecimento de aminoácidos específicos e/ou energia contida nesse suplemento.

Pequenas quantidades de energia

e N prontamente solúveis podem aumentar a digestão da forragem de baixa qualidade e o seu consumo. A produção de N microbiano no rúmen pode ser limitada pelo suprimento de substratos facilmente degradáveis, no caso de forragens tropicais. Assim, pequenas quantidades de grãos fornecidos a animais em crescimento elevam a quantidade de N microbiano que chega ao intestino delgado, podendo melhorar o ganho de peso. A resposta na produção de animais em pastejo ao uso de suplemento é, provavelmente, influenciada pelas características do pasto e do suplemento, bem como pela maneira de seu fornecimento e pelo potencial de produção do animal.

No Brasil, esse tipo de suplementação começou na década de 1960 com o uso combinado de melaço, ureia e enxofre, em cochos especiais com grades flutuantes, para evitar que os animais consumissem altas quantidades e se intoxicassem. Essas grades evitavam que os animais bebessem a mistura líquida, só permitindo que estes a lambessem.

As misturas múltiplas têm o objetivo de estimular o consumo de forragem de baixa qualidade e melhorar a sua digestibilidade, e não o de suplementação direta (efeito substitutivo). É importante conside-

rar que o conteúdo de N fermentável, abaixo do ótimo na dieta, pode decrescer a digestibilidade da fibra e também resultar em baixa relação entre aminoácidos/energia nos nutrientes absorvidos. Ademais, aumentando-se a disponibilidade de N fermentável, eleva-se a digestibilidade e a relação nos produtos absorvidos, devido ao aumento na eficiência da fermentação no rúmen, e ambos os efeitos elevam o consumo de forragem.

## As misturas múltiplas

No período seco, há deficiências de proteína, fósforo e outros minerais, sem excluir a ocorrência direta ou indireta de *deficit* energético, daí o emprego de “suplemento múltiplo”, em vez de apenas mistura mineral. A suplementação com uma “Mistura Farelada de NNP”, composta de 10 a 25% de ureia, 25 a 35% de fubá, 25% de fosfato bicálcico, 20 a 30% de sal e 5 a 15% de melaço, permite

controlar a ingestão de mistura, variando a concentração de sal comum.

O consumo varia de acordo com a disponibilidade de matéria seca da pastagem, em que, quanto menor a disponibilidade de massa na pastagem, maior o consumo da mistura e, quanto maior o ganho preconizado, maior a ne-

*Somente com os trabalhos conduzidos no Reino Unido e na África do Sul, a partir de 1960, criaram-se condições para que fosse aceita a possibilidade de que o limitante nutricional primário, para animais mantidos exclusivamente a pasto, seria o deficit proteico.*

cessidade de acrescentar farelos na mistura. Além disso, o uso crescente de sal comum e ureia funciona como regulador de consumo das misturas. O consumo pode variar, dependendo da formulação e dos fatores mencionados acima de 0,05 a 0,5% do peso vivo, pois, a partir daí, pode-se considerar a suplementação como uma ração concentrada (semi confinamento), devido ao alto teor de farelos, e não como uma mistura múltipla.

A estratégia de suplementação deve ser dependente do objetivo que se deseja alcançar, além de ser fundamentada, também, em uma análise econômica. Para a manutenção de peso, durante o período seco, normalmente é indicado o uso de suplemento mineral com ureia e enxofre. Para atender à demanda de N dos microrganismos ruminais, é necessário que um animal adulto consuma cerca de 30g de ureia por dia.

Para ganhos diários de 100 a 300 gramas, há necessidade de se incluir energia no sal mineral com ureia, além de proteína verdadeira. Nesse caso, a mistura tem sido comumente denominada de “Mistura Múltipla”. O consumo diário deve ser de 0,1 a 0,2% do PV.

As misturas múltiplas devem complementar os macro e microminerais das

*As misturas múltiplas devem complementar os macro e microminerais das pastagens e suplementar proteína e energia. Para isso, elas devem conter de 5 a 15% de ureia, 15 a 40% de farelo proteico, 20 a 30% de grãos ou farelo energético, 10 a 30% de sal branco e 5 a 10% de suplemento mineral.*

pastagens e suplementar proteína e energia. Para isso, elas devem conter de 5 a 15% de ureia, 15 a 40% de farelo proteico, 20 a 30% de grãos ou farelo energético, 10 a 30% de sal branco e 5 a 10% de suplemento mineral.

Os teores de proteína e de energia dependem do desempenho desejado e do valor nutritivo da forragem disponível. Na revisão de

Haddad e Castro (2000), em pesquisas americanas sobre suplementação de bovinos a pasto, os seguintes aspectos, sobre o fundamento dessa técnica, foram levantados:

- Forragem deficiente em PB: pode-se esperar 180g de ganho de peso adicional para os primeiros 450g consumidos de suplemento proteico (> 30%PB).
- Quando a proteína da dieta estiver adequada, espera-se 40g de ganho adicional para 450g de suplemento consumido.
- Deve-se fornecer de 70 a 140g de PB quando a forragem tem uma relação NDT:PB superior a sete, propiciando aumento de consumo e digestibilidade.
- Para suplementos com teores maiores que 30% de PB (50 a 60% PDR) e consumo de 0,1 a 0,3% do PV, a efi-

ciência alimentar esperada é de 150 a 300g de suplemento por 100g de ganho de peso adicionado.

- Para consumo de 0,3 a 0,5% do PV, sem reduzir consumo de forragem, de um suplemento com teor médio de 20 a 30% de PB, a eficiência alimentar esperada é de 0,5 a 1,0kg de suplemento por 100g de ganho de peso adicionado.

Outro procedimento que pode ser utilizado para otimizar o uso das pastagens e manter a produção mais elevada é a suplementação alimentar com mistura balanceada de concentrados, também denominado de semi confinamento. As taxas médias de ganho durante o período de suplementação variam entre 0,5 e 1,2kg/dia, dependendo principalmente da quantidade de suplemento oferecido (0,6 a 1% do peso vivo). Outros fatores, como tipo de animal, condição corporal, tempo de permanência no trato, forragem disponível e sua qualidade, tamanho dos pastos, distância das aguadas e declividade do terreno, também podem interferir na taxa de ganho de peso.

De acordo com Paulino *et al.* (2000a), quando se pretende terminar animais no período da seca, é necessário promover ganhos superiores a 0,8kg/dia, por meio do fornecimento de 0,8 a 1,0% do PV de suplementos.

A quantidade de matéria seca disponível na pastagem é primordial para o sucesso na suplementação com

misturas múltiplas. Tem sido sugerida a disponibilidade de pelo menos 2.500kg de matéria seca total/hectare, no início da estação seca, para se obterem ganhos de peso satisfatórios. De acordo com Bergamaschine *et al.* (1998), as misturas múltiplas fornecidas durante a época da seca, com menor taxa de lotação (0,5UA/ha), proporcionaram maior ganho de peso, em comparação à maior taxa de lotação (1,2UA/ha). Já os resultados compilados por Silva *et al.* (2009) sobre suplementação a pasto no Brasil, mostraram que, para garantir os benefícios da seletividade e ganhos por animal satisfatórios sem comprometer o ganho por área, é necessário manter disponibilidade de forragem acima de 4,5 toneladas de matéria seca (MS) total/ha e 1,2 tonelada de MS verde/ha, oferta de 10 a 12% do PV/dia de MS total e 6% do PV/dia de MS potencialmente digestível.

Diversos são os trabalhos de pesquisas mostrando a utilização de misturas múltiplas na suplementação de bovinos de corte no Brasil, com consumo variando de 0,630 a 2,620kg/cabeça/dia e o ganho médio diário de 0,132 a 0,429kg/cabeça/dia, durante a época da seca. Os ganhos são dependentes da disponibilidade de matéria seca e qualidade da pastagem, do animal (raça, sexo, peso, idade e sanidade), do clima (temperatura, umidade relativa), entre outros (Tab.2).

**Tabela 2. Ganho de peso diários (gpd) de bovinos, em fase de recria, recebendo diferentes suplementos, com diferentes ingestões, em diferentes pastagens.**

FORTE	ANIMAIS	PASTAGEM	SUPLEMENTO	INGESTÃO/DIA	GPD (kg/dia)
Paziani <i>et al.</i> , 1998.	Novilhos Nelore Inteiro 277 Kg	<i>B. brizantha</i> 1,8 Ton Ms/Ha	39% PB	0,36% do PV	SM - 0,226 39% PB - 0,390
Bergamaschine <i>et al.</i> , 1998.	Novilhos Guzerá 17m, 246 Kg	<i>B. decumbens</i> 4,9 Ton Ms/Ha	45% PB	0,3% DO PV	0,5 UA/HA - 0,655 <sup>A</sup> 0,8 UA/ha - 0,561 <sup>ab</sup> 1,2 UA/ha - 0,503 <sup>b</sup>
Zanetti <i>et al.</i> , 2000.	Novilhos Castrados E Fêmeas Nelore X Caracu 207 Kg	<i>B. decumbens</i> 4 Ton Ms/Ha	20 A 91% PB com e sem adição de ureia	SM - 56 G SM + U - 135 g SP - 320 g SP + U - 650 g	SM - (-0,096) <sup>c</sup> SM + U - 0,207 <sup>b</sup> SP - 0,086 <sup>b</sup> SP + U - 0,357 <sup>a</sup>
Gomes Júnior <i>et al.</i> , 2001.	Novilhos Hz 10m, 248 Kg	<i>B. decumbens</i> 6,4 Ton Ms/Ha	36 A 47% PB	0,6% DO PV	SM - 0,090 <sup>B</sup> MFG - 0,500 <sup>a</sup> MFS - 0,390 <sup>a</sup> MFA - 0,590 <sup>a</sup> MFT - 0,430 <sup>a</sup>
Lopes <i>et al.</i> , 2002.	Novilhos Nelore, 15 M	<i>B. brizantha</i> <i>B. ruzizinesis</i> > 4,5 Ton Ms /Ha	38 A 47% de PB com diferentes teores de ureia	10% - 358 G 12,5% - 349 g 15% - 300 g 0% - 81 g	10% - 0,308 <sup>a</sup> 12,5% - 0,313 <sup>a</sup> 15% - 0,283 <sup>a</sup> 0% - 0,175 <sup>b</sup>
Barbosa <i>et al.</i> , 2002.	Novilhos Cruzados Sobreano 253 Kg	<i>B. brizantha</i> 17 Ton Ms/Ha	30 E 40% de PB	30%PB- 0,6%PV 40%PB-0,07%PV	30% - 0,254 40% - 0,103
Moreira <i>et al.</i> , 2003.	Novilhos Nelore X Girolando 266 Kg 0,67 Ua/Ha	<i>Cynodon plectostachyus</i> 3,64 Ton Ms/Ha	40% PB	0,07% DO PV	SM - 0,170 40% PB - 0,160
Moreira <i>et al.</i> , 2003.	Novilhos Cruzados, 377 Kg 0,78 Ua/Ha	<i>Cynodon plectostachyus</i> 3,64 Ton Ms/Ha	40% PB	0,07% DO PV	SM - 0,010 40% PB - 0,020
Moreira <i>et al.</i> , 2004.	Novilhos Nelore, 390 Kg 0,95 Ua/Ha	<i>Cynodon plectostachyus</i> 4,36 Ton Ms/Ha	40% PB	Proteinado com consumo de 0,290 ou 0,400 kg/animal/dia	SM - 0,050 <sup>b</sup> SP 0,29 - 0,060 <sup>b</sup> SP 0,40 - 0,150 <sup>a</sup>
Goes <i>et al.</i> , 2005.	Novilhos 10m, 226 Kg	<i>B. brizantha</i> , > 6,9 Ton Ms/Ha	24% PB	0,125 a 1% do PV	SM - 0,280 <sup>d</sup> 0,125% - 0,510 <sup>c</sup> 0,25% - 0,580 <sup>bc</sup> 0,5% - 0,680 <sup>ab</sup> 1% - 0,720 <sup>A</sup>

Continua

FORTE	ANIMAIS	PASTAGEM	SUPLEMENTO	INGESTÃO/DIA	GPD (kg/dia)
Vieira <i>et al.</i> , 2005	Bezerros Nelore 8m, 189 Kg 1,29 Ua/Ha	<i>B. brizantha</i>	76,3% MILHO 19,07% FS 2,01% UREIA,	0,8% PV	0,337 KG
Barbosa <i>et al.</i> , 2007.	Novilhos Hz Inteiros 12m, 211 Kg 1,2 Ua/Ha	<i>B. brizantha</i> Cv. Marandu 6,38 Ton Ms/Ha	69 E 39% PB para ingestão de 0,17 E 0,37% PV, respectivamente	0,17 E 0,37% PV	SM - 0,540 <sup>B</sup> 0,17% - 0,660 <sup>A</sup> 0,37% - 0,750 <sup>A</sup>
De Paula <i>et al.</i> , 2010.	Novilhos Anelorados Inteiros 10m, 208 Kg	<i>B. brizantha</i> Cv. Marandu 5,68 Ton Ms/Ha	32% PB	1kg/ animal/dia	FS - 0,630 FA - 0,540
Mendonça <i>et al.</i> , 2010.	Novilhas Cruzadas (Gir)	<i>B. decumbens</i>	32 A 72% PB níveis ureia (10 e 25%), níveis de MM (10 E 25%)	MM - 0,04 KG/D 10U+10MM-0,62 10U+25MM-0,18 25U+10MM-0,26 25U+25MM-0,20	MM - 0,071 <sup>D</sup> 10U+10MM - 0,294 <sup>A</sup> 10U+25MM - 0,324 <sup>A</sup> 25U+10MM - 0,316 <sup>A</sup> 25U+25MM - 0,212 <sup>A</sup>
Valente <i>et al.</i> , 2011.	Novilhas Nelore E Cruzadas Nel. Xholandês 7m, 203 Kg	<i>B. decumbens</i> 4,28 Ton Ms/Ha	44 a 80% PB MM, sal nitrogenado (MM + ureia), suplementos baixo, médio e alto consumo	MM - 0,040 kg/d Sal N2 - 0,115 Baixo - 0,173 Médio - 0,572 Alto - 1,214	MM - 0,101 Sal N2 - 0,160 Baixo - 0,076 Médio - 0,217 Alto - 0,307 Efeito linear Y = 0,061 + 0,211X (R2 = 0,98)
Machado <i>et al.</i> , 2012.	Novilhos Nelore Inteiros 18m, 320 Kg	<i>B. decumbens</i>	31% PB	MM OU INGES- TÃO DE 0,33; 0,66 OU 1% PV	MM - 0,380 0,33% - 0,750 0,66% - 0,840 1% - 0,99 Efeito quadrá- tico Y = 0,3975 + 0,3833X - 0,0711X <sup>2</sup> (R2 = 0,9773)
Lima <i>et al.</i> , 2012.	Novilhos Nelore Inteiros 260 Kg	<i>B. brizanthacv.</i> Piatã 8,9 Ton Ms/Ha	SM+U- 93% PB SP - 45% PB SPE - 25% PB	SM+U SP 0,2% PV SPE 0,3 e 0,5% PV	SM+U - 0,686 SP 0,2% - 0,761 SPE 0,3% - 0,719 SPE 0,5% - 0,850

Médias de ganho de peso diário com letras diferentes entre si diferem estatisticamente (P<0,05). PB – Proteína Bruta; PV – Peso Vivo; SM – Sal Mineral; MM – Mistura Mineral; SP – Sal Proteinado; SPE – Suplemento Proteico-Energético; MFG – Milho e Farelo de Glúten; MFS – Milho e Farelo de Soja; MFT – Milho e Farelo de Trigo; MFA – Milho e Farelo de Algodão; FS – Farelo de Soja; FA – Farelo de Algodão; U – Ureia.

## Trabalhos de pesquisas com semi confinamento na época da seca

Para ganhos diários mais elevados que 0,5kg/bovino, na seca, e 1,0kg/bovino, nas águas, e obter elevado grau de gordura na carcaça (>3mm de cobertura) com rendimentos acima de 54%, faz-se necessária a estratégia do semi confinamento, ração concentrada e pastagens (Tab. 3). Essa suplementação promove maior ingestão de energia, proteína e minerais, ou seja, deverão proporcionar ingestão acima de 1% do peso vivo, podendo chegar até mesmo a 2% do peso vivo.

Trabalho realizado por Bicalho *et al.* (2014), avaliando diferentes estratégias de suplementação proteica-energética-mineral durante a recria e engorda de bovinos Nelore inteiros, mostrou que é possível abater animais com idades inferiores a 27 meses usando o confinamento ou o semi confinamento. Nesse estudo, os animais foram mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com disponibilidade de 5,85ton de MS/ha e taxa de lotação de 2UA/ha na fase de terminação, recebendo suplementação de 1,4% do PV com concentrado de 18,5% de PB (1% de ureia na ração concen-

trada) durante 185 dias. O uso do semi confinamento permitiu abater os animais com 27 meses de idade com taxa interna de retorno acima de 1,16% ao mês, demonstrando a viabilidade econômica da estratégia.

## Suplementação na época das águas

As flutuações no valor nutritivo das pastagens também ocorrem na época das chuvas e são capazes de influenciar a produção animal. A suplementação passa a ter níveis nutricionais diferentes, principalmente com menor teor de ureia, devido à mudança sazonal das forrageiras na época das águas em relação à época da seca, com maiores teores de energia, proteína, minerais, vitaminas e digestibilidade. Entretanto, à medida que a estação das chuvas vai avançando, principalmente no seu terço final, o teor de proteína bruta das pastagens vai decrescendo, justificando, assim, a inclusão da ureia em pequenas proporções nesse tipo de mistura.

Os animais podem responder à suplementação de proteína durante a época das águas, período quando a qualidade da pastagem, em termos de digestibilidade e proteína, é alta. Suplementos energéticos em nível ruminal e suplementos com alto teor de prote-

*...à medida que a estação das chuvas vai avançando, principalmente no seu terço final, o teor de proteína bruta das pastagens vai decrescendo, justificando, assim, a inclusão da ureia em pequenas proporções...*

**Tabela 3. Ganhos de peso diários (gpd) de bovinos, em semiconfinamento, recebendo diferentes suplementos, com diferentes ingestões, em diferentes pastagens, na época da seca**

FONTES	ANIMAIS	PASTAGEM	SUPLEMENTO	INGESTÃO/DIA	GPD (G/dia)
EL-MENARI NETO <i>et al.</i> , 2003.	Novilhos Nelore castrados, 20m, 370 kg 2,1 UA/há	<i>B. brizantha</i> CV. MARANDU, 5,12 KG MS de lâmina verde/100 KG DE PV	20% PB Concentrado rico em amido (AMI), em óleo (OLE) e com amido + óleo (A+O)	0,7% PV 1,4% PV	AMI - 0,457 <sup>b</sup> OLE - 0,437 <sup>b</sup> A+O - 0,572 <sup>a</sup> AMI - 0,575 <sup>b</sup> OLE - 0,611 <sup>b</sup> A+O - 0,716 <sup>a</sup>
DETMANN <i>et al.</i> , 2004.	Novilhos HZ inteiros 24m, 367 kg	<i>B. decumbens</i> 7,08 ton MS/ha	12, 16, 20 e 24% PB (1% ureia)	1% PV 4 kg/animal/dia	MM - 0,277 12% - 0,684 16% - 0,811 20% - 0,983 24% - 0,800 Efeito quadrático - GMD máximo em 19,53% PB
SANTOS <i>et al.</i> , 2004.	Tourinhos Limousin x Nelore 17m, 367 kg	<i>B. decumbens</i> 7,90 TON MS/HA	24% PB Diferentes proporções de milho quebrado, FS e FT	1% PV	MM - 0,104 <sup>b</sup> T1 - 0,917 <sup>a</sup> T2 - 0,926 <sup>a</sup> T3 - 0,934 <sup>A</sup> T4 - 0,882 <sup>a</sup>
BAIÃO <i>et al.</i> , 2005.	Novilhos mestiços inteiros 30m, 295 kg	<i>B. brizantha</i> CV. MARANDU 5,56 ton MS/ha	15% PB	0; 0,4; 0,8 E 1,2% PV	> CONCEN-TRADO: > GMD (ENTRE 0 E 0,87% PV) 0,87% PV - 0,462KG Y = 0,5373X + 0,008 (R2 = 0,9869)
EUCLIDES <i>et al.</i> , 2009.	Novilhos cruzados, 19m, 365 a 410 kg 1,5 UA/há	<i>B. brizantha</i> CV. MARANDU		0,6% E 1% PV	0% - 0,485 <sup>c</sup> 0,6% - 0,775 <sup>b</sup> 1% - 1,13 <sup>a</sup>
CRUZ <i>et al.</i> , 2009	Bezerros desmamados diferentes cruzamentos, 8m, 224 kg	<i>Cynodon dactylon</i> CV. COASTCROSS 3 ton MS/ha	18,8% PB	3 kg/animal/dia 1% PV	MM - 0,570 Concentrado - 0,940 *Médias de todos os grupamentos genéticos

Continua

FONTE	ANIMAIS	PASTAGEM	SUPLEMENTO	INGESTÃO/DIA	GPD (G/dia)
BARONI <i>et al.</i> , 2010.	NOVILHOS NELORE CASTRADOS 30m, 415 kg	<i>B. brizantha</i> CV. MARANDU 7,4 ton MS/ha	111 a 32% PB 25 a 2,5 % de ureia	0; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 kg/ animal/dia	0 kg - 0,287 0,25 kg - 0,195 0,5 kg - 0,099 1,0 kg - 0,274 2,0 kg - 0,372 4,0 kg - 0,588 Efeito linear Y = 0,174 + 0,0994X

Médias de ganho de peso diário com letras diferentes entre si diferem estatisticamente (P<0,05).PB – Proteína Bruta; PV – Peso Vivo; GMD – Ganho de Peso Médio Diário; MM – Mistura Mineral; AMI – Concentrado Rico em Amido; OLE – Concentrado Rico em Óleo; A + O – Concentrado Rico em Amido e Óleo.

ína não degradada no rúmen (PNDR) podem ter efeitos benéficos similares. Outra estratégia é a suplementação com frações proteicas com altos níveis de aminoácidos essenciais, mas de baixa degradabilidade ruminal.

O consumo de energia e proteína do bovino deve ser balanceado para otimizar a fermentação e maximizar a produção de proteína microbiana. Consumo excessivo de proteína, sem quantidade adequada de energia, resulta em perda de N na urina. Perdas de proteína podem ocorrer com gramíneas e leguminosas quando a quantidade de proteína excede a 210 gramas de PB/kg de matéria orgânica digestível. As gramíneas tropicais com degradabilidade entre 55 e 65% dificilmente ultrapassarão esse limite crítico, com exceção de pastagens adubadas com N.

Cerca de 75% do carboidrato digerido pelos ruminantes é fermentado pelos microrganismos no rúmen, suprimindo aproximadamente 50% da pro-

teína exigida pelos bovinos. O tipo de energia suplementar é importante, uma vez que esta deve estar disponível para a microbiota ruminal ao mesmo tempo em que a amônia (NH<sub>3</sub>). Em pastagens temperadas, especialmente na primavera, com algumas leguminosas tropicais e com gramíneas tropicais, imediatamente após o período chuvoso, e aquelas adubadas, que possuem elevado teor de NH<sub>3</sub>, o uso de suplementos energéticos ajuda a minimizar a perda ruminal de N e contribui para maior eficiência da fermentação.

A relação energia e proteína no rúmen varia de acordo com o sistema de produção, categoria animal, nível de produção, tipo de alimentação. Os tipos de suplementos energéticos para forragens são divididos em três categorias: amido (p. ex., milho, sorgo e cevada), açúcares (p.ex., melaço) e fibras (p.ex., polpa cítrica e de abacaxi), sendo que este último é eficiente em captação de amônia, além de apresentar fibra de alta

digestibilidade e baixa proteína. O milho apresenta alta taxa de fermentação e não contribui para efeito de distensão ruminal, podendo ser usado em dietas altamente fibrosas. A suplementação de grão e amido é que possui maior quantidade de trabalhos de pesquisas, sendo seu efeito de substituição bastante documentado. Entretanto, a distinção entre amido rapidamente fermentado (trigo e cevada) e lentamente fermentado (sorgo e milho) contribui para maior quantidade de amido que escapa à fermentação ruminal, apresentando, então, diferenças de quantidade de matéria orgânica fermentada no rúmen, captação de amônia, síntese microbiana e, conseqüentemente, proteína, que chega ao intestino.

Nas pastagens bem manejadas, durante a época das águas, nas suas capacidades de suporte, as gramíneas tropicais são capazes de promover ganhos de peso entre 0,600 e 0,800kg/dia. Por outro lado, ganhos acima de 1,0kg/cabeça/dia podem ser obtidos quando as pastagens são utilizadas com baixa pressão de pastejo, onde o bovino seleciona uma dieta de melhor valor nutritivo.

Mesmo no início do período das águas, as pastagens de *B. decumbens* e *B. brizantha*, sob pastejo contínuo, apresentam conteúdos de PB inferiores ao necessário para produção máxima que, segundo Ulyatt (1973), é de 12% para todos os propósitos em um rebanho de

bovino de corte. Durante esse período, também são encontradas deficiências de macro e micronutrientes nas forrageiras. Assim, a utilização de uma mistura mineral múltipla irá corrigir essas deficiências.

Animais frequentemente respondem à proteína extra, durante a estação de águas, um período em que a qualidade da pastagem, em termos de digestibilidade e conteúdo de proteína, é alta, ensejando ganhos adicionais diários de 0,200 a 0,300kg/animal. A suplementação no período das águas, além de suportar ganhos adicionais, permite aumentar a capacidade de suporte das pastagens (Reis *et al.*, 2009).

Os trabalhos de pesquisas mostram ganhos de pesos médios diários de bovinos, na fase de recria, variando de 0,543 a 1,380kg/cabeça/dia, para consumos de suplementos de 0,2 a 0,5% do peso vivo (Tab.4).

As formulações de suplementos múltiplos (proteínados) e rações concentradas para bovinos de corte devem ser formuladas de acordo com a meta de ganho médio diário e a época do ano (Tab.5).

## Considerações finais

Para otimizar a produção animal em pastagens, tem-se que potencializar a produção de forrageiras, além de promover ao máximo o aproveitamento das mesmas, seja em qualidade ou quantidade. E quando se usa a suple-

**Tabela 4. Ganhos de peso diários (gpd) de bovinos recebendo diferentes suplementos, com diferentes ingestões, em diferentes pastagens**

FORTE	ANIMAIS	PASTAGEM	SUPLEMENTO	Ingestão	GPD (kg/dia)
ZERVOUDAKIS <i>et al.</i> , 2000.	NOVILHAS HZ 14M, 245 KG 1,5 UA/ha	<i>B. BRIZANTHA</i> 14,2 TON MS/ HA	40% PB	0,2% PV	SM - 0,708 <sup>B</sup> MFG - 0,883 <sup>A</sup> MFS - 0,920 <sup>A</sup>
PAULINO <i>et al.</i> , 2000B.	NOVILHOS HZ INTEIROS365 KG; 1,27 AN/HA	<i>B. DECUMBENS</i> 9,95 TON MS/ HA	12,5% E 5,8% PB	0,09 E 0,05% PV	SM - 1,220 <sup>A</sup> M - 1,190 <sup>A</sup> MFA - 1,240 <sup>A</sup>
PAULINO <i>et al.</i> , 2000C.	NOVILHOS HZ INTEIROS 367 KG 2,57 AN/HA	ANDROPOGON 9,95 TON MS/ HA	16,7% e 5,8% PB	0,20 e 0,17% PV	SM - 1,150 <sup>A</sup> M - 1,040 <sup>A</sup> MFS - 0,980 <sup>A</sup>
MARCONDES <i>et al.</i> , 2001.	NOVILHO (AS) GUZERÁ, 12 A 15M,237 KG	<i>B. DECUMBENS</i> 2,6 TON MS/ HA	DIFEREN- TES FONTES PROTEICAS E ENERGÉTICAS	0,5% PV	SM - 0,500 <sup>C</sup> M - 0,621 <sup>Bc</sup> PDR - 0,731 <sup>ab</sup> PNDR - 0,765 <sup>ab</sup> -PNDR - 0,658 <sup>abc</sup> + PNDR - 0,787 <sup>A</sup>
PÁDUA <i>et al.</i> , 2001.	NOVILHOS INTEIROS 22M, 400 KG	<i>P. MAXIMUM</i> > 2 ton MS/ha	20% PB	0,8 A 1,2% PV	SM - 0,080 <sup>A</sup> 0,8% - 0,671 <sup>b</sup> 1,0% - 0,720 <sup>b</sup> 1,2% - 0,748 <sup>b</sup>
PROHMANN <i>et al.</i> , 2001.	NOVILHOS CRUZADOS, 13M, 363 KG 6,3 UA/HA	COAST CROSS	CASCA DE SOJA	0,2 A 0,6% PV	SM - 0,859 0,2% - 0,853 0,4% - 0,949 0,6% - 0,988
PAULINO <i>et al.</i> , 2002.	267 KG	BRAQUIÁRIA	41% PB	0,5% PV	SM - 1,160 <sup>A</sup> M - 1,290 <sup>A</sup> MDPS - 1,380 <sup>A</sup> SG - 1,160 <sup>A</sup>
CAVAGUTI <i>et al.</i> , 2002.	NOVILHAS269 KG 2,8 UA/HA	<i>BRACHIARIA DECUMBENS</i> 4,91% PB	25% PB	0,13% PV	SM - 0,410 <sup>B</sup> FA - 0,480 <sup>A</sup>
MARIN <i>et al.</i> , 2002.	NOVILHOS232 KG 0,88 UA/HA	<i>BRACHIARIA DECUMBENS</i> , 4,2 TON MS/ HA 6,1% PB	78% PB 34% PB 24% PB 18% PB	0,1; 0,3; 0,5 E 0,75% PV	SM - 0,751 <sup>B</sup> 78% - 0,747 <sup>b</sup> 34% - 0,882 <sup>ab</sup> 24% - 0,863 <sup>ab</sup> 18% - 0,953 <sup>A</sup>
ALCALDE <i>et al.</i> , 2002.	NOVILHOS 357 KG 1,8 AN/HA	<i>B. BRIZANTHA</i> , 1,97 T MS/HA,	41% PB	0,2% PV	SM - 0,725 <sup>B</sup> 0,2% - 1,064 <sup>A</sup>

Continua

Continuação da Tabela 4

FORTE	ANIMAIS	PASTAGEM	SUPLEMENTO	Ingestão	GPD (kg/dia)
ZERVOUDAKIS <i>et al.</i> , 2002.	NOVILHAS 14M, 245 KG 1,5 UA/HA	<i>B. BRIZANTHA</i> , 14,2 T MS/HA	35 E 43% PB	0,2% PV	SM - 0,708 <sup>b</sup> MFGM - 0,883 <sup>A</sup> MFS - 0,920 <sup>A</sup>
GOES <i>et al.</i> , 2003.	Novilhos Nelore inteiros 335 kg	<i>B. radicans</i> ecapim gor- dura, 6,7 ton MS/ha	48% e 14,5% PB	0,06% PV	SM - 0,600 <sup>b</sup> 48% PB - 0,880 <sup>a</sup> 14,5% PB - 0,760 <sup>ab</sup>
VIEIRA <i>et al.</i> , 2005.	Bezerros Nelore 13m, 242 kg	<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia		SM	0,534 KG
MORAES <i>et al.</i> , 2006B.	NOVILHOS HZ INTEIROS, 19M, 339 KG	<i>PANICUM MÁXI- MUM</i> CV. MOMBAÇA 6,45 ton MS/ ha	8, 16 e 24% PB	1 kg/dia	MM - 1,065 8% - 0,992 16% - 1,142 24% - 1,261 Efeito linear Y = 0,08733 + 0,0163NP
Zervoudakis <i>et al.</i> , 2008.	NOVILHOS HZ INTEIROS 12M, 172 KG	<i>BRACHIARIA DECUMBENS</i> , 10,8 ton MS/ ha	53,6% PB	0,4% PV 0,680 KG/DIA	MM - 0,820 MFS - 0,950 FGFS - 1,020 FTFS - 0,970
SALES <i>et al.</i> , 2011	NOVILHOS ZEBU INTEI- ROS 11M, 270 KG	<i>B. DECUMBENS</i> 4,6 TON MS/ HA	37% PB	MM OU INGESTÃO DE 0,18; 0,36; 0,54 E 0,72% PV	MM - 0,371 0,18% - 0,526 0,36% - 0,563 0,54% - 0,617 0,72% - 0,694 Efeito linear Y = 0,4019 + 0,1507X (r <sup>2</sup> = 0.9645)

Médias de ganho de peso diário com letras diferentes entre si diferem estatisticamente (P<0,05). SM – Sal Mineral; MFG – Milho e Farelo de Glúten; MFS – Milho e Farelo Soja; M – Milho; SG – Sorgo Moído; MDPS – Milho Desintegrado, Palha E Sabugo; PDR – Suplemento Com Proteína Degradada no Rúmen; PNDR – Supl. Com Proteína não Degradada no Rúmen; - PNDR – Supl. Com 20% Menos de Prot. não Degrada no Rúmen; + PNDR – Sup. Com 20% Mais Prot. não Deg. Rúmen; FGFS – Farelo Soja e Farelo de Glúten; FTFS – Farelo de Trigo e de Soja; Fa – Farelo de Algodão.

**Tabela 5. Exemplos de formulações de suplementos múltiplos e rações concentradas para bovinos de corte**

Componentes (kg)	Seca			Águas		Ração Alto Consumo
	Ração Semi confinamento	Proteinado 26% PB	Proteinado 45%PB	Proteinado 25%PB	Ração Semi confinamento	
Milho moído	887	800	420	680	922	908
Farelo de Soja	66	80	70	200	26	50
Ureia	22	56	140	40	22	17
Sal branco	-	14	250	30	-	
Núcleo Mineral com aditivos	25	50		50	30	25
Mineral (13% de fósforo)	-	-	120	-	-	
TOTAL (kg)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Consumo estimado % do Peso Vivo	1%	0,3-0,4%	0,1-0,15%	0,3-0,4%	1%	1,5%
Ingestão Máxima - % do Peso Vivo	1,30%	0,50%	0,20%	0,50%	1,30%	2,00%

mentação alimentar como estratégia, aumentam-se consideravelmente os resultados zootécnicos no sistema de produção.

Para a obtenção de bovino de qualidade e precoce é necessário adotar medidas tecnológicas para a viabilização dessa pecuária moderna e de ciclo curto durante o ciclo de vida dos bovinos. Os suplementos devem ser oferecidos para permitir ganhos elevados (acima de 0,600kg/dia) e assim viabilizar o abate precoce dos animais (abaixo de 26 meses de idade) e com carcaça acima de 270kg.

O planejamento e monitoramento técnico aliado ao financeiro é uma fer-

ramenta imprescindível para verificar a viabilidade operacional e econômica das estratégias nutricionais assumidas dentro do sistema e fornecer com maior precisão as informações necessárias para a tomada de decisão.

## Referências

1. ALCALDE, C. R.; GARCIA, J.; ANDRADE, P.; ROSSI, J. Suplementação protéica em pastagens de "*Brachiaria brizantha*" no período das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, 2002. *Anais...* Recife: SBZ 2002.
2. BAIÃO, A. A. F.; ANDRADE, I. F.; BAIÃO, E. A. M.; BAIÃO, L. A.; PÉREZ, J. R. O.; REZENDE, C. A. P.; MUNIZ, J. A.; VIEIRA, C. A. J.; BUENO, G. D. Desempenho de novilhos mestiços Nelore suplementados em pastagem com diferentes níveis de concentrado no período seco do ano. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 6, p.

1258-1264, 2005.

3. BARBOSA, F. A.; SOUZA, B. P.; VILELA, H. Efeito de suplementos protéicos no ganho de peso de bovinos na época da seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, 2002. *Anais...* Recife: SBZ 2002.
4. BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S.; MAFFEI, W. E.; SILVA JÚNIOR, F. V.; SOUZA, G. M. Desempenho e consumo de matéria seca de bovinos sob suplementação proteico-energética durante a época de transição água-seca. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, p. 160-167, 2007.
5. BARONI, C. E. S.; LANA, R. P.; MANCIO, A. B.; QUEIROZ, A. C.; SVERZUT, C. B.; MENDONÇA, B. P. C. Desempenho de novilhos suplementados e terminados em pasto, na seca, e avaliação do pasto. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 62, p. 373-381, 2010.
6. BEAMES, R. M. Provision of urea to cattle in a salt/urea/molasses block. *Queen sland Journal of Agricultural Science*, v. 20, p. 213-230, 1963.
7. BERGAMASCHINE, A. F.; ALVES, J. B.; ANDRADE, P.; ISEPON, O. J. Efeito da lotação sobre o desenvolvimento de novilhos Guzerá recebendo suplemento múltiplo, durante a época da seca. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, Botucatu, 1998. *Anais...* Botucatu: UNESP, v. 1, p. 230, 1998.
8. BICALHO, F. L.; BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S.; CABRAL FILHO, S. L. S.; LEÃO, J. M.; LOBO, C. F. Desempenho e análise econômica de novilhos Nelore submetidos a diferentes estratégias de suplementação alimentar nas fases de recria e engorda. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 66, n. 4, p. 1112-1120, 2014.
9. BRIGGS, H. M.; GALLUP, W. D.; DARLOW, A. E.; STEPHENS, D. F.; KINNEY, C. Urea as an extender of protein when fed to cattle. *Journal of Animal Science*, v. 6, n. 4, p. 445-460, 1947.
10. CAVAGUTI, E., ZANETTI, M.A., MORGULIS, S.C.F. Suplementação protéica para novilhas mantidas a pasto no período das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, 2002. *Anais...* Recife: SBZ 2002.
11. CRUZ, G. M.; RODRIGUES, A. A.; TULLIO, R. R.; ALENCAR, M. M.; ALLEONI, G. F.; OLIVEIRA, G. P. Desempenho de bezerras da raça Nelore e cruzados desmamados recebendo concentrado em pastagem adubada de *Cynodon dactylon* cv. Coast cross. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 1, p. 139-148, 2009.
12. DE PAULA, N. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. C.; CARVALHO, D. M. G.; HATAMOTOZERVOUDAKIS, L. K.; MORAES, E. H. K.; OLIVEIRA, A. A. Frequência de suplementação e fontes de proteína para recria de bovinos em pastejo no período seco: desempenho produtivo e econômico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 4, p. 873-882, 2010.
13. DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CECON, P. R.; VALADARES FILHO, S. C.; GONÇALVES, L. C.; CABRAL, L. S.; MELO, A. J. N. Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiços em pastejo durante a época seca: desempenho produtivo e características de carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n.1, p. 169-180, 2004.
14. EL-MENARI NETO, A. C.; ZEOULA, L. M.; CECATO, U.; DO PRADO, I. N.; CALDAS NETO, S. F.; KAZAMA, R.; OLIVEIRA, F. C. L. Suplementação de novilhos Nelore em pastejo de *Brachiaria brizantha* com diferentes níveis e fontes de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p. 1945-1955, 2003.
15. EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VIEIRA, A.; OLIVEIRA, M. P. Valores nutritivos de cinco gramíneas sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Fortaleza, 1996. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996.
16. EUCLIDES, V. P. B. Produção intensiva de carne bovina em pasto. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, Viçosa, 2001. *Anais...* Viçosa : UFV, DZO, p. 55-82, 2001.
17. EUCLIDES, V. P. B.; RAFFI, A. S.; COSTA, F. P.; EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R.; COSTA, J. A. R. Eficiências biológica e econômica de bovinos em terminação alimentados com dieta suplementar em pastagem de capim-marandu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 11, p. 1536-1544, 2009.
18. GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B.; LANA, R.

- P.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; QUEIROZ, A. C.; LOPES, A. M. Desempenho de novilhos Nelore em pastejo na época das águas: ganho de peso, consumo e parâmetros ruminiais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 1, p. 214-221, 2003.
19. GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B.; LANA, R. P.; LEÃO, M. L.; ALVES, D. D.; SILVA, A. T. S. Recria de novilhos mestiços em pastagem de *Brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de suplementação, na região Amazônica. Consumo e parâmetros ruminiais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 5, p. 1730-1739, 2005.
  20. GOMES JÚNIOR, P., PAULINO, M. F., DETMANN, E. et al. Fontes de proteína em suplementos múltiplos para recria de novilhos durante a época da seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001.
  21. HADDAD, C. M.; CASTRO, F. G. F. Mistura múltipla para alimentação de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, Goiânia, 2000. *Anais...* Goiânia: CBNA, p. 41-66, 2000.
  22. KREFT, H. W. Feeding urea to cattle. In: *Proc. South African Journal of Animal Science*, v. 2, p. 43-44, 1963.
  23. LIMA, J. B. M.; RODRÍGUEZ, N. M.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; GRAÇA, D. S.; SALIBA, E. O. Suplementação de novilhos Nelore sob pastejo, no período de transição águas-seca. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 4, p. 943-952, 2012.
  24. LOOSLI, J. K.; McDONALD, I. W. El nitrógeno no proteico en la nutrición de los rumiantes. Roma: FAO, 1969.
  25. LOPES, H. O. S.; ARAÚJO, V. L.; TOMICH, T. R. ANTUNES, R. C.; GONÇALVES, L. C. Efeitos da inclusão de uréia em misturas múltiplas em substituição ao farelo de soja sobre o desempenho e consumo de novilhas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, 2002. *Anais...* Recife: SBZ, 2002.
  26. MACHADO, P. A. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, M. F.; PAULINO, P. V. R.; MARCONDES, M. I. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 64, n. 3, p. 683-692, 2012.
  27. MARCONDES, P. C. F.; ALVES, J. B.; ISEPON, O. J.; BERGAMASCHINE, A. F. Desempenho de bovinos em pastagens de *Brachiaria decumbens* suplementados com proteína e energia no período das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba: SBZ 2001.
  28. MARIN, C. M.; ALVES, J. B.; BERNARDI, J. R. A.; BERGAMASHINE A. F.; ISEPON, O. J. Efeito da suplementação energético-protéica sobre o desempenho de bovinos de corte mantidos em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, 2002. *Anais...* Recife: SBZ 2002.
  29. MENDONÇA, B. P. C.; LANA, R. P.; MANCIO, A. B.; DETMANN, E.; BARBOSA, A. M.; GUIMARÃES, G. Levels of mineral mixture and urea in supplementation of crossbred heifers, with Gyr predominance, reared at pasture during the dry season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 10, p. 2273-2280, 2010.
  30. MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; CABRAL, L. S.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; MORAES, K. A. K. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 914-920, 2006a.
  31. MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; MORAES, K. A. K. Níveis de proteína em suplementos para novilhos mestiços em pastejo durante o período de transição seca/águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 5, p. 2135-2143, 2006b.
  32. MOREIRA, F. B.; PRADO, I. D.; CECATO, U.; WADA, F. Y.; NASCIMENTO, W. D.; SOUZA, N. D. Suplementação com sal mineral proteinado para bovinos de corte, em crescimento e termi-

- nação, mantidos em pastagem de grama estrela roxa (*Cynodon plectostachyus* Pilger) no inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 2, p. 449-455, 2003.
33. MOREIRA, F. B.; PRADO, I. D.; CECATO, U.; ZEOULA, L. M.; WADA, F. Y.; TORII, M. S. Níveis de suplementação com sal mineral proteínado para novilhos Nelore terminados em pastagem no período de baixa produção forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 1814-1821, 2004.
  34. PÁDUA, J. T.; ORSINE, G. F.; HONORATO, J. R. Avaliação dos níveis de suplementação mineral protéica no desempenho de novilhos recriados em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba: SBZ 2001.
  35. PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Soja grão e caroço de algodão em suplementos múltiplos para terminação de bovinos mestiços em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: SBZ 2000a.
  36. PAULINO, M. F.; KABEYA, K. S.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA O. G. Suplementação de novilhos mestiços em pastagem de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: SBZ 2000b.
  37. PAULINO, M. F.; KABEYA, K. S.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA O. G. Suplementação de novilhos mestiços no período das águas em pastagem de *Andropogon gayanus*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: SBZ 2000c.
  38. PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; MORAES, E. H. B. K.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, Viçosa, 2002. *Anais...* Viçosa: UFV, DZO, p. 153-196, 2002.
  39. PAZIANI, S. F.; ANDRADE, P.; ALCADE, A. R. Acabamento de bovinos em pastagens no período da seca utilizando-se milho inteiro e soja integral, ou milho moído e farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, Botucatu, 1998. *Anais...* Botucatu: UNESP, v. 1, p. 500-502, 1998.
  40. PROHMANN, P. E. F.; BRANCO, A. F.; CECATO, U. Efeitos da suplementação energética no verão sobre o desempenho de novilhos precoces. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba: SBZ 2001.
  41. REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PASCOA, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 147-159, 2009.
  42. SALES, M. F. L.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; FIGUEIREDO, D. M.; PORTO, M. O.; DETMANN, E. Supplementation levels for growing beef cattle grazing in the dry-rainy transition season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 4, p. 904-911, 2011.
  43. SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P.; QUEIROZ, D. S.; FONSECA, D. M. Terminação de tourinhos Limousin x Nelore em pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf, durante a estação seca, alimentados com diferentes concentrados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 1627-1637, 2004.
  44. SILVA, F. D.; SÁ, J. D.; SCHIO, A. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 1, p. 371-389, 2009.
  45. ULYATT, M. J. The feeding value of herbage. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. Chemistry and biochemistry of herbage. London: Academic Press, v. 3, p. 131-178, 1973.
  46. VALENTE, E. E. L.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; BARROS, L. V.; ACEDO, T. S.; COUTO, V. R. M.; LOPES, S. A. Levels of multiple supplements or nitrogen salt for beef heifers in pasture during the dry season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 9, p. 2011-2019, 2011.
  47. VAN NIEKERK, B. D. H.; JACOBS, G. A. Protein, energy and phosphorus supplementation of cattle fed low-quality forage. *South African Journal of Animal Science*, v. 15, p. 133-136, 1985.

48. VIEIRA, A.; LOBATO, J. F. P.; TORRES JUNIOR, R. A. A.; CEZAR, I. M.; CORREA, E. S. Recria de machos Nelore em pastagens cultivadas com suplementação na seca nos Cerrados do Brasil Central. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 4, p. 1349-1356, 2005.
49. ZANETTI, M. A.; RESENDE, J. M. L.; SCHALCH, F.; MIOTTO, C. M. Desempenho de novilhos consumindo suplemento mineral proteinado convencional ou com uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 3, p. 935-939, 2000.
50. ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; LANA, R. P.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R. Desempenho de novilhas mestiças suplementadas durante o período das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: SBZ 2000.
51. ZERVOUDAKIS, J. T., PAULINO, M. F., DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P.; CECON, P. R. Desempenho de novilhas mestiças e parâmetros ruminais em novilhos, suplementados durante o período das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 2, p. 1050-1058, 2002.
52. ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; CABRAL, L. S.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, E. H. B. K. Suplementos múltiplos de auto controle de consumo na recria de novilhos no período das águas. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 6, p. 1968-1973, 2008.

## Organização

- Lúcio Carlos Gonçalves<sup>1</sup>
- Diogo Gonzaga Jayme<sup>2</sup>
- João Pedro Costa Alves de Oliveira<sup>3</sup>
- <sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária/ UFMG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFMG - Belo Horizonte - MG
- <sup>2</sup>Médico Veterinário, Professor Adjunto III, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária/ UFMG
- <sup>3</sup>Médico Veterinário, Mestrando em Nutrição de Ruminantes, Escola de Veterinária/ UFMG, Estudante de Pós-Graduação - Escola de Veterinária - UFMG - Belo Horizonte - MG