



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE ZOOTECNIA

THAIS MARIA DA SILVA COSTA

UTILIZAÇÃO DA UREIA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS E EQUINOS

FORTALEZA

2019

THAIS MARIA DA SILVA COSTA

UTILIZAÇÃO DA UREIA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS E EQUINOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Andréa Pereira Pinto.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M285u Maria da Silva Costa, Thais.
Utilização da ureia na alimentação de bovinos e equinos / Thais Maria da Silva Costa. – 2019.
41 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2019.
Orientação: Profa. Dra. Andréa Pereira Pinto.

1. Não ruminantes. 2. Nutrição animal. 3. Ruminantes. 4. Suplemento alimentar. I. Título.

CDD 636.08

THAIS MARIA DA SILVA COSTA

UTILIZAÇÃO DA UREIA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS E EQUINOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovada em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof a . Dr a . Andréa Pereira Pinto (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Gabrimar Araújo Martins

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof a . Dr a .Patrícia Guimarães Pimentel

Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Francisco de Assis Justino da
Costa e Tânia Maria da Silva Costa.

A minha irmã Tássia Maria da Silva Costa.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse ao longo da minha vida, que foi minha maior força em todos os momentos.

Aos meus pais Francisco de Assis e Tânia Maria pelo amor, incentivo e apoio incondicional e minha irmã Tássia Maria pela força, conselhos e motivação. Ao meu namorado Edson Neto pela paciência, companheirismo e carinho. Sem vocês sonhando junto comigo, nada disso seria possível. Obrigada por me apoiarem nos estudos, nos sonhos e na vida. Deixo aqui um agradecimento especial ao meu avô João Lopes (*in memorian*) que foi meu maior exemplo de força e determinação, e que me ensinou a valorizar o conhecimento tácito do homem do campo, ao meu avô Milton Costa (*in memorian*) e as minhas avós Marlene Abreu e Maria José que me ensinaram a nunca desistir.

À Universidade Federal do Ceará que me proporcionou a chance de expandir os meus horizontes. A todos aqueles que compõem o corpo docente do Departamento de Zootecnia que serviram de exemplo para que eu me tornasse um profissional melhor a cada dia. Ao Clécio Bezerra, secretário do curso, que sempre se dispôs a colaborar com aquilo que estava ao seu alcance para minha formação.

À Prof^ª. Dr^ª. Andréa Pereira Pinto, pela excelente orientação. Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Dr. Gabrimar Araújo Martins e Prof^ª. Dr^ª. Patricia Guimarães Pimentel pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos grandes amigos Fernando Sousa e Daniel Oliveira, pelas risadas, broncas, conselhos e por nunca negarem apoio durante minha vida acadêmica. Vocês foram fundamentais para minha formação.

Ao SENAR -CE pela oportunidade do estágio supervisionado. Foi com essa experiência que me tornei um profissional melhor e conheci de perto a realidade do produtor rural em nossa região. Obrigada Sérgio Oliveira, Ana Kelly e Eduardo Queiroz por sempre estarem a disposição e por me motivarem a ser uma grande Zootecnista. Agradeço também a Laurilene Rebouças, Douglas Monteiro e Raquel Dantas por sempre me apoiarem e incentivarem os estudos, pelas brincadeiras e por tornar o ambiente de trabalho mais descontraído.

Aos amigos Carine Costa, Juliana Fraga, Layssa Ribeiro, Rodolfo Barbosa e Simão Barros, meu muito obrigada, por torcerem e vibrarem com a minha conquista.

É chegado ao fim um ciclo de muitas risadas, choro, felicidade e frustrações. Sendo assim, dedico este trabalho a todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta etapa da minha vida.

“Algumas das maiores façanhas do mundo foram feitas por pessoas que não eram suficientemente espertas, para saber que elas eram impossíveis.”

Doug Larson

RESUMO

Atualmente, todos os sistemas de criação buscam uma maior eficiência no uso dos ingredientes fornecidos na ração animal, melhorando assim a produtividade animal e, conseqüentemente, reduzindo os custos de produção. A ureia destaca-se como uma fonte de nitrogênio não-proteico, bastante utilizada na alimentação de ruminantes, ao passo que para animais não-ruminantes, o uso ainda é limitado, devido à baixa conversão em proteína microbiana, elevada toxidez e baixa palatabilidade. Além do conhecimento do consumo e da composição bromatológica dos alimentos, é importante obter informações sobre a utilização dos nutrientes pelo animal, por meio de estudos da digestão. Foi objetivo, no presente trabalho, apresentar a utilização da ureia na alimentação de bovinos e equinos, bem como o modo de fornecimento. Diante da revisão realizada conclui-se que o tratamento com a fonte proteica proveniente da ureia pode ser feito para bovinos, entretanto, não proporciona grandes mudanças no consumo de matéria seca, além de não apresentar resultados significativos na composição do leite e no ganho de peso. Para os equinos, a inclusão da ureia na dieta não mostrou eficácia, pois a retenção de nitrogênio proteico foi pouco significativa.

Palavras-chave: Não ruminantes. Nutrição animal. Ruminantes. Suplemento alimentar.

ABSTRACT

Nowadays, all breeding systems seek a greater efficiency in the use of the ingredients that compose the animal diet, therefore improving their productivity and, consequently, reducing production costs. Urea stands out as a source of non-protein nitrogen, highly used in ruminant feed, while for non-ruminant animals, the use is still limited due to the low conversion into microbial protein, the high toxicity and the low palatability. Besides the knowledge of the consumption and the bromatological composition of the food, it is important to obtain information about the use of nutrients by the animal, through studies of the digestion. The present study aimed to show the use of urea in the bovine and equine feeding, as well as the mode of supply. Before the fulfilled revision, it was concluded that the treatment with the protein source originating from the urea can be done for bovine, meantime it does not provide major changes in dry matter consumption, besides not presenting significant results in milk composition and weight gain. For equines, the inclusion of urea in the diet did not show efficiency, since the retention of protein nitrogen was not significant.

Keywords: Non-ruminants. Animal nutrition. Ruminants. Dietary supplement.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Grau Célsius
AGV	Ácidos graxos voláteis
bat	Batimentos
CH ₄	Gás metano
CNF	Carboidrato não fibroso
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
dL	Decilitro
FDN	Fibra em detergente neutro
g	Gramma
H ₂	Hidrogênio
kg	Quilograma
MDU	Metilendiureia
cm ³	Centímetro cúbico
mg	Miligramma
min	Minutos
MS	Matéria seca
N	Nitrogênio
NH ₃	Amônia
(NH ₄) ₂ SO ₄	Sulfato de amônia
NH ₄ COONH ₂	Carbamato de amônio
NNP	Nitrogênio não protéico
NPK	Nitrogênio, fósforo e potássio
NRC	National Research Council
PB	Proteína bruta
PDR	Proteína degradada no rúmen
PNDR	Proteína não degradada no rúmen
PV	Peso vivo
PVC	Polímeros de acetato de vinila
S	Enxofre

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	UREIA	12
2.1	Ureia exógena e endógena	13
2.2	Metabolismo de compostos nitrogenados	14
3	UTILIZAÇÃO DA URÉIA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	17
3.1	Tipos de ureia	19
3.1.1	<i>Ureia pecuária</i>	19
3.1.2	<i>Ureia fertilizante</i>	19
3.1.3	<i>Ureia protegida ou de liberação lenta</i>	20
3.1.4	<i>Ureia extrusada</i>	20
3.2	Introdução da ureia na alimentação animal	21
3.3	Formas de fornecimento da ureia	22
3.3.1	<i>Ureia no sal mineral</i>	22
3.3.2	<i>Ureia na silagem</i>	23
3.3.3	<i>Ureia no feno</i>	24
3.3.4	<i>Ureia na cana-de-açúcar</i>	24
3.3.5	<i>Ureia no concentrado</i>	25
3.4	Ureia na alimentação de bovino de leite	26
3.5	Ureia na alimentação de bovino de corte	28
3.6	Ureia na alimentação de equinos	30
4	INTOXICAÇÃO	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIA	34

1 INTRODUÇÃO

Dentro do sistema produtivo, vários fatores devem ser considerados para obtenção de sucesso, dentre eles estão o bem-estar, a sanidade e a nutrição, sendo que esse último corresponde, em média, a 70% dos custos de produção.

No Brasil, a produção inconstante de pastagens, exige um planejamento nutricional ao longo do ano, com produção e suplementação de volumoso e/ou concentrado. A região Nordeste é influenciada pelas constantes secas e irregularidade das chuvas, dificultando a exploração racional da agricultura e pecuária e inviabilizando os sistemas tradicionais de produção (MELO *et al.*, 2003).

Portanto, os produtores procuram alternativas para reduzir o custo de produção, com rações mais eficientes e economicamente viáveis, dando maior atenção à proteína, nutriente de maior custo unitário da ração (VELLOSO, 1984), porém suprindo também as exigências de energia, sempre buscando utilizar alimentos alternativos, adaptados à região, uma vez que as fontes convencionais são concorrentes com a alimentação humana e, conseqüentemente, possuem preços cada vez mais elevados. Neste contexto, esforços têm sido despendidos na busca por alimentos alternativos de baixo custo que possam substituir parcial ou totalmente os ingredientes padrões (CARVALHO *et al.*, 2006, 2008; HENRIQUE *et al.*, 2003; SOUZA *et al.*, 2004; ZEOULA *et al.*, 2003).

Dessa forma, visando minimizar os custos de produção, uma estratégia interessante é a utilização de uma fonte de nitrogênio não protéico para suprir uma parte das exigências de N dos microrganismos ruminais. De acordo com Teixeira e Santos (1991), a ureia destaca-se como uma fonte de nitrogênio não proteico bastante utilizada na alimentação de ruminantes, ao passo que para animais não ruminantes, seu uso é limitado, em consequência da ineficiente conversão em proteína microbiana, alta toxidez e baixa palatabilidade.

Apesar da ureia ser bastante utilizada na alimentação de ruminantes, cuidados na sua administração são extremamente importantes, pois, segundo Chalupa (1968) apresenta baixa aceitabilidade, segregação quando misturada com farelos, além de poder causar toxidez quando fornecido em elevada quantidade, que se agrava, de acordo com Owens *et al.* (1980) e Daugherty e Church (1982) em função da sua elevada solubilidade no rúmen, o que a transforma rapidamente em amônia, pela ação da enzima urease produzida pelos microrganismos ruminais.

Por isso, estratégias que reduzam os custos de alimentação sem interferir negativamente na produção são constantemente pesquisadas (PERES, 2001) e a utilização de fonte de nitrogênio não proteico é uma alternativa viável para o alcance desses objetivos (SILVA *et al.*, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2004), visando suprir a exigência de 1% de nitrogênio (N) no rúmen, um dos requisitos para que se tenha condições adequadas para um bom funcionamento e atividade da microflora existente (SANTOS; SANSON, 2010). No período da seca as pastagens geralmente não atendem essa exigência, podendo, portanto, ser suprida pelo uso de ureia, que apresenta um equivalente proteico que varia de 282,02% (VALADARES FILHO *et al.*, 2006) a 290% (SANTOS; CAVALIERI; MODESTO, 2001).

Diante do exposto, essa revisão de literatura visa fornecer informações a respeito da ureia, sua utilização na alimentação animal, bem como as formas de fornecimento aos animais, reduzindo os riscos de intoxicação.

2 UREIA

As proteínas são macromoléculas que contém nitrogênio (N) na sua composição e estão presentes tanto nos alimentos quanto nos animais, sendo fundamentais na alimentação animal, pois, segundo Santos (2006) estão presentes nas células, e apresentam funções diversas, como componentes estruturais, funções enzimáticas, funções hormonais, recepção de estímulos hormonais e armazenamento de informações genéticas.

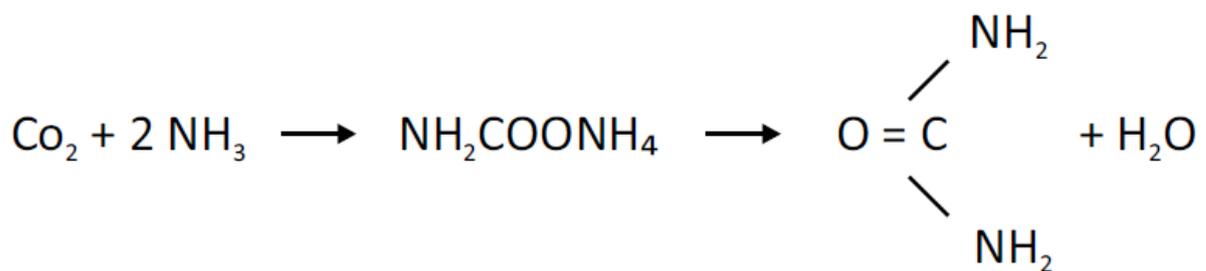
Na alimentação de ruminantes, as fontes de compostos nitrogenados utilizadas podem ser classificadas em nitrogênio não proteico (NNP), representado por aminoácidos livres, peptídeos, ácidos nucleicos, amidas, amins e amônia e de nitrogênio proteico, também denominada como proteína verdadeira, onde os aminoácidos são unidos por meio de ligações peptídicas que formam uma molécula de proteína (SANTOS, 2006).

A ureia foi descoberta no século XVIII e só foi sintetizada artificialmente em 1828, pelo médico alemão Friedrich Wohler (LOOSLI; MCDONALD, 1968) sendo considerado um marco importante na história da química orgânica, pois derrubou a Teoria da Força Vital, de que compostos orgânicos só poderiam ser sintetizados por organismos vivos. Em 1870 teve início a sua produção em escala industrial, quando Bassarow promoveu sua síntese a partir do gás carbônico e da amônia, e os primeiros estudos sobre sua utilização em dietas de ruminantes foram iniciados por Zuntz (MARTINS *et al.*, 2016). No início da década de 1930, Krebs, através de seus trabalhos estabeleceu conceitos sobre a produção e

metabolismo da ureia, o que foi considerado outro marco na história (HUNTINGTON; ARCHIBEQUE, 1999).

A ureia é classificada, quimicamente, como amida, por isso é considerada um composto NNP, é solúvel em água e álcool. É um composto orgânico sólido, quaternário, constituído por hidrogênio, nitrogênio, oxigênio e carbono (FIGURA 1), com pequena quantidade de ferro e chumbo, apresenta sabor amargo, é higroscópica, de cor branca, cristalina (TEIXEIRA; SANTOS 1991).

Figura 1 – Reação química de síntese de uréia em escala industrial



Fonte: Martins *et al.* (2016).

2.1 Ureia exógena e endógena

A ureia utilizada pelos animais pode ser de origem exógena ou endógena. O processo industrial de obtenção da ureia exógena ocorre inicialmente com a utilização do gás metano (CH₄) que, sob alta temperatura, decompõe-se em hidrogênio (H₂), monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO₂). Por sua vez, o hidrogênio reage com o nitrogênio do ar formando a amônia (NH₃) que na presença do gás carbônico do ar forma o carbamato de amônio (NH₄COONH₂). Finalmente, o carbamato de amônio é decomposto em ureia e água (LEHNINGER; NELSON; COX, 1995). A composição química da ureia exógena produzida é 46,50% de nitrogênio, 0,55% de biureto, 0,25% de água, 0,008% de amônia livre, 0,003% de cinzas e 0,003% de ferro mais chumbo (TEIXEIRA, 1990).

O processo de obtenção de ureia endógena ocorre em organismos que excretam o nitrogênio do grupo amino na forma de ureia, aonde, a maior parte da amônia que chega ao fígado é convertida em ureia na mitocôndria dos hepatócitos, através do “ciclo da ureia”. Portanto, quando não estiver em excesso no organismo, o nitrogênio reciclado na forma de ureia pode voltar ao sistema digestivo pela saliva, ou difusão através da parede do rúmen (VAN SOEST, 1994).

Outra fonte de ureia produzida pelo fígado é proveniente da deaminação e do metabolismo de aminoácidos nesse órgão. Os aminoácidos circulantes são resultantes do catabolismo de proteína dietética não degradável no rúmen, da proteína microbiana e de estoques corporais (OLIVEIRA, 2001).

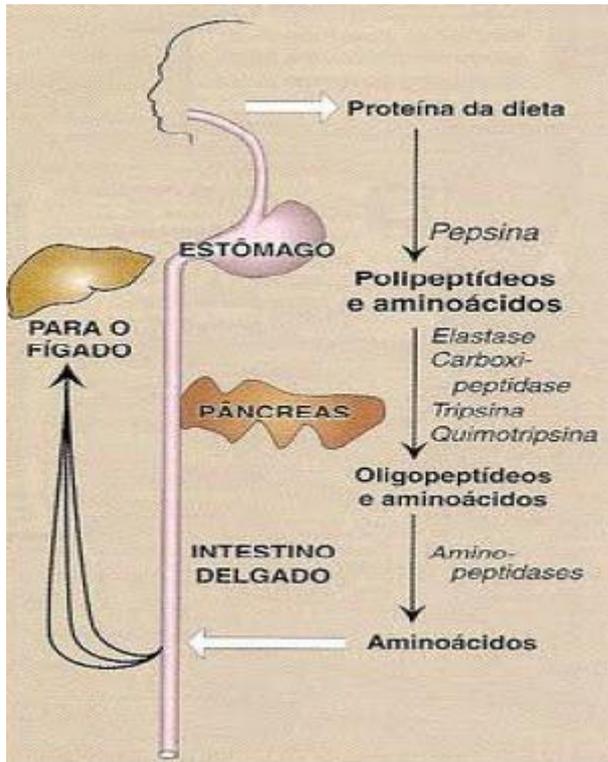
2.2 Metabolismo de compostos nitrogenados

Existem diferenças no metabolismo de N entre ruminantes e não ruminantes que determinam o aproveitamento das fontes de nitrogênio ofertadas aos animais, como a possibilidade de digerir e absorver peptídeos e aminoácidos de origem microbiana, bem como a possibilidade de reaproveitar amônia ou ureia resultantes da degradação proteica (GABBI, 2010). Em geral, praticamente todas as aves e mamíferos possuem o intestino grosso desenvolvido, com sítios povoados por uma rica flora bacteriana, capaz de digerir e produzir compostos de fermentação que atuam como fonte de energia e suprimento de proteína microbiana (SLADE; ROBINSON; CASEY, 1970; OWENS; BERGEN, 1983), existindo, nestes sítios, amônia que é utilizado como fonte de nitrogênio não proteico para síntese proteica pelos microrganismos intestinais.

Os microrganismos presentes no rúmen dos bovinos, ovinos e outros ruminantes e no ceco dos equinos são capazes de utilizar o nitrogênio para sintetizar proteínas, contanto que o animal consuma alimentos que forneçam energia dietética suficiente (TEIXEIRA; SANTOS, 1991), ou seja, fontes de carboidratos não fibrosos. Entretanto, de acordo com Bergen e Wu (2009), a utilização de nitrogênio a partir de proteína microbiana não é tão eficiente em não ruminantes quando comparados com ruminantes, pois, em não ruminantes, a produção de proteína de origem da microbiota intestinal ocorre após o estômago, impossibilitando a digestão química deste material, condição necessária para a absorção de aminoácidos e peptídeos no intestino delgado (FIGURA 2).

Dessa forma, segundo Frappe (2015), a alimentação com ureia possui pouco valor no fornecimento de proteínas para o equino. Os não ruminantes caracterizam-se por possuírem somente uma câmara de digestão química (o estômago) e uma fermentação microbiana que ocorre na porção distal do intestino. Porém, as diferenças entre as espécies de não ruminantes quanto ao metabolismo nitrogenado são maiores do que em espécies ruminantes (GABBI, 2010).

Figura 2 – Esquema simplificado do metabolismo de proteína em não ruminantes



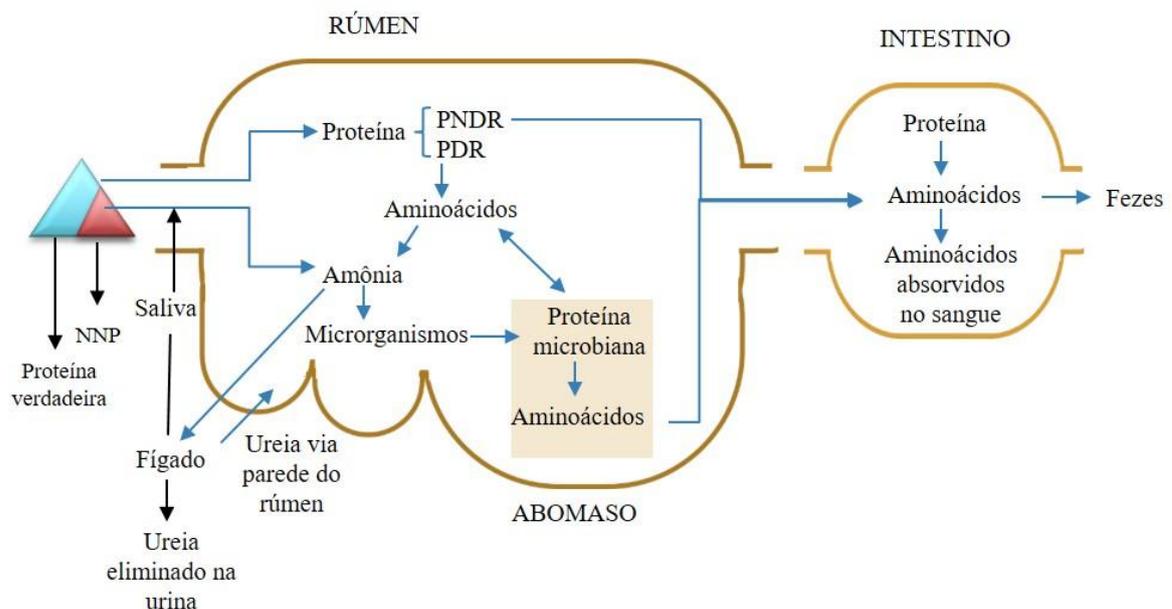
Fonte: Gabbi (2010)

Os ruminantes possuem uma câmara fermentativa pré estomacal, o sistema rúculo-rúmen, permitindo que sejam fornecidas na alimentação, proteínas de baixo valor biológico que serão transformadas em proteínas de alto valor biológico (proteínas microbianas) que sofrerão o processo de digestão enzimática no abomaso, fornecendo os aminoácidos para absorção no intestino delgado. Portanto, de acordo com Merchen e Bourquin (1994), nos ruminantes, as exigências proteicas são supridas pelos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, provenientes da digestão da proteína microbiana (sintetizada no rúmen), da proteína dietética digerível não degradada no rúmen (PNDR) e da proteína de origem endógena, devido ao processo de descamação do epitélio do trato digestivo.

Em ruminantes, a proteína bruta do alimento é composta por uma fração degradável no rúmen (PDR) e uma fração não degradável no rúmen (PNDR) (SANTOS, 2006). Portanto, pode ser fornecido como fonte de PDR, tanto a proteína verdadeira como os compostos nitrogenados não proteicos (NNP), sendo exemplos de fontes de PDR verdadeira, utilizadas na alimentação de ruminantes, os farelos de soja, algodão e amendoim, obtidos após a extração do óleo de oleaginosas, enquanto a ureia representa a principal fonte de NNP (VALADARES FILHO; OLIVEIRA, 2010).

A ureia endógena e exógena é rapidamente hidrolisada no rúmen à amônia e dióxido de carbono através da ação de enzimas que são secretadas pelos microrganismos ruminais (FIGURA 3). Segundo Santos e Pedroso (2011) a amônia liberada é absorvida pelos microrganismos para síntese de aminoácidos e proteínas, necessários para seu crescimento e multiplicação. Entretanto, a velocidade de hidrólise da ureia excede à taxa de utilização de amônia para a síntese microbiana, devido à menor taxa de digestão e fermentação dos carboidratos pela microbiota em relação a hidrólise de ureia. De acordo com Santos (2006), nesse processo, a disponibilidade de energia, deve estar em proporção adequada, necessitando ser fornecida na ração uma fonte de carboidrato não fibroso (CNF), para que seja degradado em sincronização com a proteína e/ou ureia. Por consequência, a velocidade de degradação dos CNFs e das proteínas e/ou ureia tem impacto sobre a eficiência de fixação do nitrogênio pelos microrganismos. Portanto, quando ocorre excesso de amônia no rúmen, esta é levada ao fígado, onde é convertida em ureia na mitocôndria dos hepatócitos, através do “ciclo da ureia”, vai para a circulação sanguínea, uma parte é eliminada na urina e outra parte retorna ao rúmen através da saliva e principalmente via difusão pela parede ruminal. Esse constante processo é conhecido como reciclagem da ureia e garante um aporte de nitrogênio no rúmen para síntese de proteína microbiana, importante em rações deficientes em N ou em rações desbalanceadas em proteínas e carboidratos (VALADARES FILHO; OLIVEIRA, 2010).

Figura 3 – Esquema simplificado do metabolismo de compostos nitrogenados em ruminantes



Fonte: Adaptado de Teixeira (1992) e Santos (2006).

Os animais ruminantes não dependem unicamente da proteína dietética, pois os microrganismos presentes no rúmen transformam o nitrogênio fornecido na ração em aminoácido e proteína microbiana, de modo que, quando esses microrganismos passam ao abomaso, sofrem digestão gástrica e os aminoácidos, provenientes da degradação da proteína microbiana e parte da PNDR, são absorvidos no intestino delgado e utilizados pelo animal hospedeiro. Portanto, é importante salientar que esse processo permite ao ruminante converter a proteína de baixa qualidade e o NNP, como aquele contido na ureia, em proteínas de alta qualidade (PEREIRA, 2000).

É importante ressaltar que o nível e o tipo de PDR são fatores essenciais para atender as exigências de N para o crescimento da microbiota ruminal, maximizando a digestibilidade de carboidratos, o consumo de alimentos, a síntese de proteína microbiana ruminal, o fluxo de aminoácidos essenciais absorvidos no intestino delgado, e o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (VALADARES FILHO; OLIVEIRA, 2010).

Independente da origem da ureia que chega ao rúmen ou ao ceco dos animais é evidente sua contribuição na síntese dos aminoácidos e é relevante sua importância para animais que se alimentam de rações deficientes em aminoácidos não essenciais ou em proteína (CORREIA, 1992).

3 UTILIZAÇÃO DA URÉIA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

No Brasil, a estacionalidade na produção de forragens, com grande produção no período das águas (cerca de 80%) e deficiência no período das secas (PEDREIRA, 1973) prejudica o desempenho dos animais a pasto, portanto, para que se tenha um desempenho adequado dos ruminantes, é importante que seja realizado um planejamento nutricional, uma vez que no período seco, o pasto apresenta baixa produção e baixa qualidade, não atendendo as exigências nutricionais dos animais para determinado nível de produção, com deficiência em proteína, energia e minerais, reduzindo a capacidade de suporte. Dessa forma, a suplementação estratégica dos animais, visa desde a manutenção até ganhos de peso que podem variar de acordo com o objetivo da produção.

Um dos princípios da nutrição animal é suprir os requerimentos dos microrganismos do rúmen, principalmente por nitrogênio (N) e enxofre (S). Este princípio tem difundido, em grande escala, o uso de NNP, em especial a ureia, na suplementação de animais durante a estação seca. A utilização da ureia nesse período é considerada uma

alternativa interessante quando adicionada a ração dos animais associadas ao sal mineral, em misturas múltiplas, com cana-de-açúcar, capim picado, silagem, concentrados e outros (MARTINS *et al.*, 2016).

Em sistemas de produção a pasto, as exigências nutricionais dos ruminantes podem ser atendidas em pastagens consorciadas ou de gramíneas mais nobres, especialmente nas épocas mais favoráveis do ano. Entretanto, em períodos de estiagem as exigências nutricionais dos ruminantes deixam de ser atendidas, principalmente em proteínas, devido as forrageiras apresentarem baixas taxas de crescimento e baixos níveis proteicos (GABBI, 2010). Nessa condição, a ureia é adicionada na ração por dois motivos básicos, tanto pelo fator nutricional, por fornecer uma fonte de proteína degradável no rúmen (PDR), como pelo fator econômico, por baixar o custo da suplementação proteica. Geralmente, os suplementos proteicos de origem vegetal, como o farelo de soja, apresentam preço mais elevado e contribuem para aumentar o custo com a alimentação. Dessa forma, fontes de NNP têm sido utilizadas como alternativa para atender às exigências proteicas dos animais e reduzir o custo de produção (HUBER *et al.*, 1967).

Quando a ureia é utilizada na alimentação dos ruminantes, é preciso que a população microbiana tenha uma adaptação para absorver elevadas taxas de amônia provenientes de sua degradação, pois, quando se fornece ureia para animais não adaptados, as altas concentrações de amônia no sangue e no rúmen, reduzem o seu aproveitamento, causando intoxicação no animal.

A utilização de ureia por não ruminantes ainda é pouco conhecida, ao se tratar de equinos a habilidade para utilizar ureia foi estabelecida por Slade, Robinson e Casey (1970), que observaram um aumento na retenção de nitrogênio em pôneis e cavalos adultos alimentados com dietas deficientes em proteína, suplementadas com ureia. Aparentemente, esses animais com intestino grosso funcional, quando recebiam dietas com níveis de proteínas abaixo de 7 a 8%, faziam apenas pequeno uso de NNP suplementar como adjunto daquele secretado pelo intestino delgado nas secreções digestivas e mais diretamente no sangue. Isso ocorria devido os aminoácidos sintetizados por bactérias serem absorvidos a partir do intestino grosso apenas em pequenas quantidades (FRAPE, 2015).

É importante salientar que não é recomendado substituir totalmente a proteína bruta da ração de ruminantes pela ureia ou por outra fonte de NNP, pois o animal precisa de um equilíbrio no fornecimento de proteína degradada no rúmen e de proteína não degradada no rúmen.

3.1 Tipos de ureia

3.1.1 Ureia pecuária

É uma substância nitrogenada não proteica, que é produzida a partir da reação entre amônia e gás carbônico sob elevadas condições de temperatura (195°C) e pressão (240 kg/cm³). Possui cerca de 281% de equivalente proteico e elevado grau de pureza (BITTENCOURT, 2017). Portanto, visando reduzir riscos de intoxicação do animal, é importante que sempre seja fornecido a ureia pecuária, em virtude do seu elevado grau de pureza, na alimentação animal.

A ureia possui alta velocidade de degradação ruminal, o que pode resultar em problemas de intoxicação se mal utilizada, além de ser higroscópica (BITTENCOURT, 2017), portanto, deve-se tomar os devidos cuidados na sua utilização, como adaptar os animais, homogeneizar bem no alimento antes do fornecimento, utilizar cochos cobertos, evitar acúmulo de água no cocho e nunca exceder o limite máximo permitido de fornecimento.

3.1.2 Ureia fertilizante

Fonte de nitrogênio destinada para a adubação do solo. A fórmula química é a mesma da ureia pecuária, porém são inseridos aditivos como formol a base de 0,15% a 0,35% e de polímeros de acetato de vinila (PVA), na proporção de 0,02% a 0,04% na ureia fertilizante formando um composto chamado de metilendiureia (MDU), para aumentar o grau de dureza dos grãos, sendo que a questão da pureza não é levada em consideração, principalmente quando se trata de ureia importada, devido a contaminação com outros produtos nos galpões dos navios. Paralelamente, o PVA é aspergido sobre os grãos de ureia, cobrindo a estrutura cristalina da superfície do grão, provocando um efeito antiaglomerante. A adição desses produtos visa padronizar a higroscopicidade da ureia, facilitando seu uso como fertilizante, tanto isoladamente, quanto em associação a outros produtos, visando à composição dos adubos formulados tipo NPK. Apesar de conter a mesma fórmula química da ureia utilizada para alimentação, sua utilização na nutrição animal é proibida (LOPES *et al.*, 2000).

No mercado, há também a ureia fertilizante revestida com polímeros, que visa uma liberação gradual do nitrogênio, de acordo com a umidade do solo. Entretanto, não existe experimentos a respeito do comportamento dessa ureia no rúmen, até porque ela não foi

desenvolvida para esse fim. Da mesma maneira que ocorre com a ureia fertilizante tradicional, pode ocorrer a contaminação com outros produtos químicos (BITTENCOURT, 2017), portanto, não deve ser utilizada na alimentação animal.

3.1.3 Ureia protegida ou de liberação lenta

É basicamente a ureia pecuária revestida por camadas de polímeros e/ou ceras vegetais, apresentando um equivalente proteico de aproximadamente 261%. Esse processo visa reduzir a velocidade de liberação de nitrogênio no rúmen, fazendo com que a microbiota tenha mais tempo de utilização em seu metabolismo (BITTENCOURT, 2017).

Dentre as vantagens da ureia revestida destaca-se a melhora na aceitabilidade dos suplementos quando utilizada como fonte de nitrogênio e sua menor higroscopicidade, em virtude do processo de extrusão, facilitando sua conservação e manuseio na confecção de misturas (VIEIRA JUNIOR; CABRAL; FACTORI, 2012).

Em razão da rápida hidrólise da ureia dietética por enzimas microbianas, cogitou-se que a utilização de fontes de ureia que apresentam menores taxas de hidrólise, ou seja, encapsulada com camadas de polímeros, poderiam melhorar o sincronismo com a degradação dos carboidratos não fibrosos no rúmen, melhorando a eficiência de utilização de compostos nitrogenados não proteicos, entretanto, algumas pesquisas realizadas não observaram nenhuma melhoria no desempenho do animal e na eficiência de utilização de N com o uso de ureia de liberação lenta (VALADARES FILHO; OLIVEIRA, 2010).

3.1.4 Ureia extrusada

É obtida através do milho, da ureia pecuária e do enxofre que são moídos, e em seguida passam pelo processo de extrusão sendo submetidos à altas temperaturas, pressão e posterior resfriamento. Devido aos seus ingredientes, a ureia extrusada tem melhor balanceamento nitrogênio, enxofre e energia, o que favorece sua utilização pela flora ruminal. O equivalente proteico desse produto varia de 100% a 200%, devido a dosagem de nitrogênio em cada formulação específica (BITTENCOURT, 2017). O fornecimento de fontes de NNP combinadas pode trazer benefícios, pois o processamento sofrido pela ureia para produção da ureia extrusada e ureia revestida pode diminuir a solubilidade, reduzindo os riscos de intoxicações e aumentando a eficiência de utilização do pasto pelo animal (RIBEIRO *et al.*, 2011).

3.2 Introdução da ureia na alimentação animal

A introdução da ureia na alimentação de ruminantes serve para substituir uma parte da exigência proteica da ração, complementando o teor de proteína na alimentação de animais a pasto ou suplementados com volumosos, como feno e silagem. Entretanto, de acordo com Pereira (2000) para obter resultados com a utilização da ureia, alguns cuidados devem ser tomados:

A) A ureia deve ser introduzida gradativamente, permitindo a adaptação dos microrganismos a doses crescentes de ureia, e se houver uma interrupção no fornecimento, é necessário reiniciar o fornecimento mediante novo período de adaptação. Grande quantidade de ureia, a animais não adaptados, eleva o nível de amônia no sangue e no rúmen, causando intoxicação e, por isso recomenda-se um período de adaptação de pelo menos três semanas. Fornecendo 1/3 da dose total indicada na primeira semana, 2/3 na segunda semana e a partir dos 14 dias que os animais estiverem recebendo alimento com ureia, poderá ser administrado à dose máxima indicada (0,40g/kg de peso vivo), para todas as espécies de ruminantes. De acordo com Zonta (2005) e Teixeira e Santos (1991), evidência da necessidade de adaptação a dietas contendo ureia é dada pelo fato de que a retenção de nitrogênio apresenta tendência de aumento após o início do fornecimento da ureia e, ao fato de que a quantidade de ureia necessária para intoxicar o animal aumenta significativamente com o tempo após o início do seu fornecimento.

B) Fracionar a dose diária de uréia em várias refeições, evitando que o animal ingira a ureia em uma única dose diária.

C) Evitar fornecer ureia para animais famintos, para que não seja consumido elevadas quantidades.

D) Nunca exceder o limite máximo permitido, pois a quantidade máxima de ureia que pode ser fornecido e aproveitado pelo animal gira em torno de 40g/100 kg de peso vivo. Porém, esse dado serve apenas como base, tendo em vista que os limites dependem da quantidade de energia da dieta (LOPES *et al.*, 2000). A ureia quando fornecida junto ao volumoso, deve conter a proporção de 1 a 2%, e no concentrado e sal mineral na proporção de 1:1. Segundo Haddad (1984) a recomendação de ureia na ração consiste em substituir até 33% do nitrogênio proteico pelo não proteico, ou limitar a quantidade de ureia em até 1% na MS total da dieta. Vale salientar que a utilização da ureia nas rações é maior quando o nível e a qualidade da proteína dietética forem baixos (TEIXEIRA; SANTOS, 1991 e ZONTA, 2005).

E) Para facilitar a mistura da ureia no volumoso, deve ser diluído 1 kg de ureia em 4 litros de água e distribuído com um regador, homogeneizando bem e utilizando, de preferência, um cocho coberto.

F) Deve-se assegurar que a ração esteja corretamente balanceada em macro e microminerais, dando uma atenção especial ao enxofre uma vez que esse mineral é utilizado para síntese microbiana de aminoácidos sulfurados (metionina, cisteína e cistina) (TEIXEIRA *et al.*, 2016). Uma das indicações seria a combinação de ureia com sulfato de amônia ((NH₄)₂SO₄) na proporção de 9:1 (BORGES *et al.*, 2016). Gonçalves, Teixeira e Salvador (2011) recomendam a relação N:S entre os limites de 10:1 a 15:1, podendo ser utilizado como fonte de enxofre o sulfato de cálcio (17% de S) e o sulfato de amônia (24% de S).

G) A utilização de nitrogênio não proteico (NNP) deve sempre ser associada a uma boa fonte de energia, pois a síntese de proteína microbiana através do nitrogênio (N) é um processo que necessita de boa quantidade de energia. Dentre essas fontes energéticas, pode-se utilizar cana-de-açúcar, melão de cana, entre outras (TEIXEIRA *et al.* 2016).

H) Com relação aos animais, de acordo com Zonta (2005) e Teixeira e Santos (1991), a idade, a categoria do animal e o tipo de exploração interferem na utilização da ureia, recomendando-se, portanto, a adequação entre os fatores citados. Segundo Pereira (2000) não se deve fornecer ureia para bezerros com menos de três meses de idade por não apresentarem uma microbiota bem desenvolvida no rúmen, nem bovinos adultos que passaram por privação de alimento.

I) Em função do alto nível de urease no rúmen, estima-se que a taxa de hidrólise ruminal da ureia seja quatro vezes superior à capacidade de utilização da NH₃. Portanto, não se deve fornecer a ureia com alimentos que apresentam grandes quantidades de urease (TEIXEIRA; SANTOS, 1991 e ZONTA, 2005).

3.3 Formas de fornecimento da ureia

3.3.1 Ureia no sal mineral

A nutrição mineral tem passado por transformações, evoluindo de uma fase de correção e prevenção de sintomas de deficiências nutricionais para uma fase de produção e desempenho animal, funcionando como parte integrante da dieta animal para a maximização da produção. As funções básicas dos minerais essenciais podem ser divididas em três grupos principais: no primeiro grupo estão as funções relacionadas com o crescimento e manutenção

dos tecidos corporais; no segundo, estão as funções quanto à regulação dos processos corporais dos animais e no terceiro estão as funções de regulação da utilização da energia dentro das células do corpo do animal (ZONTA, 2005).

No sistema sal mineral – ureia, a frequência do consumo da ureia é determinada pelas funções reguladoras do sal mineral. Esta mistura não somente tem o poder de induzir o consumo da ureia, que é pouco palatável, como também limita a ingestão de doses excessivas, oferecendo dessa forma, razoável margem de segurança contra uma eventual intoxicação (LOPES, 1984). O autor afirma que estudos comprovam que a suplementação com ureia aumenta o consumo do pasto seco, induzindo os animais a consumirem mesmo as gramíneas mais fibrosas e menos palatáveis, possibilitando satisfazer seus requerimentos de energia para manutenção.

Zanetti *et al.* (2000) avaliando 48 bovinos mestiços Nelore x Caracu, sendo 24 machos e 24 fêmeas, com peso vivo médio de 207,3 kg alimentados com capim *Braquiária decumbens* e cana-de-açúcar picada no cocho, além de sal proteinado sem e com ureia e sal mineral sem e com ureia, observaram que os animais alimentados com sal mineral com ureia apresentaram um ganho médio diário de 207 g com um consumo médio diário do suplemento de 135 g, enquanto os animais alimentados com sal mineral sem uréia apresentaram uma perda de peso diária de 96 g e um consumo diário de 56 g. Vale ressaltar que o ganho médio diário obtido no tratamento com o sal mineral com uréia está relacionado com o fornecimento da cana-de-açúcar, ou seja, uma fonte de carboidrato não fibroso na ração, melhorando o aproveitamento da ureia e promovendo melhores ganhos de peso.

3.3.2 Ureia na silagem

A ureia pode ser adicionada no momento da ensilagem ou no momento de fornecer a silagem no cocho. A utilização da ureia no processo de ensilagem tem o intuito de modular o processo fermentativo e reduzir as perdas. De acordo com Fernandes *et al.* (2009a) que avaliaram quatro doses de ureia (0; 2,5; 4 e 7,5% com base na MS) na ensilagem do sorgo em dois períodos de armazenamento (30 e 60 dias), a adição de ureia melhorou o valor nutritivo da silagem, sendo que a adição de 5,0% não interferiu no processo de fermentação no menor período de armazenamento.

Na ensilagem, a adição de ureia é recomendada para silagens de milho e sorgo, visando melhorar o teor de proteína da silagem, devendo o teor de matéria seca (MS) do material a ser ensilado estar em torno de 30 a 35%, sendo recomendada a adição de 0,5%, ou

seja, para cada tonelada de silagem acrescentar 5 kg de uréia, que deve ser distribuída uniformemente na forragem ensilada (GONÇALVES; TEIXEIRA; SALVADOR, 2011). Os autores não recomendam o uso de ureia na ensilagem de capim-elefante, a não ser que seja desidratado até 45% de MS, o que é difícil de ser realizado na fazenda.

3.3.3 Ureia no feno

Os alimentos volumosos, conservados ou verdes, fornecidos no cocho para bovinos, geralmente apresentam baixos teores de proteína bruta (PB), sendo necessária a correção desse nutriente à medida que se busca melhorar o desempenho dos animais. Além disso, no caso das forrageiras tropicais, parte do nitrogênio ainda pode estar associado à parede celular, reduzindo assim a disponibilidade do nitrogênio para o metabolismo animal (TEIXEIRA *et al.*, 2016).

A ureia pode ser diluída em água e distribuída por aspersão sobre o feno, tendo como sugestão a dose de 2,5 a 5,0% da matéria seca (dependendo do volumoso), após a aplicação, acondicionar os fardos de feno sob lona plástica vedada hermeticamente em galpão coberto e armazenar por um período de 60 dias. Ao abrir os fardos, aguardar entre 2 a 3 dias para eliminação da amônia que não reagiu para poder fornecer aos animais (TEIXEIRA *et al.*, 2016).

3.3.4 Ureia na cana-de-açúcar

O fornecimento de cana-de-açúcar com ureia é tradicionalmente utilizada na alimentação animal há muitos anos, resultando em uma combinação alimentar de baixo custo e alto potencial produtivo, acessível a todas as propriedades rurais, podendo 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 (BORGES *et al.*, 2016), bem como na bovinocultura de corte.

Para uma melhor performance dos animais, a ração deve ser balanceada pois a cana-de-açúcar é pobre em nitrogênio, lipídeos e minerais e apresenta alto teor de CNF de alta digestibilidade no rúmen, além de apresentar em torno de 50% de fibra em detergente neutro (BORGES *et al.*, 2016).

Com a adição de 1 kg de ureia para cada 100 kg de cana-de-açúcar (matéria natural), o teor de PB na forragem aumenta de 2- 3% para 10-12% na MS. Para fornecimento,

primeiramente deve-se obter uma mistura de N:S de 9 a 16:1 diluída em 4 litros de água, em seguida, mistura-se a cana de açúcar recém picada, homogeneíza bem para em seguida permitir o acesso dos animais ao cocho. Deve-se obedecer o período de adaptação, ou seja, 0,5% de uréia na cana-de-açúcar na primeira semana e 1% após a segunda semana de uso (TORRES; COSTA, 2004).

3.3.5 Ureia no concentrado

A suplementação via concentrado visa fornecer energia e proteína de acordo com o desempenho desejado. De acordo com Zonta (2005), a suplementação energética pode ocorrer indiretamente pelo fornecimento de proteína, que aumenta a digestibilidade das forragens de baixa qualidade e também o consumo, resultando em maior ingestão de energia. O fornecimento da energia e da proteína não pode ser analisada isoladamente, devido às interações entre ambas quanto aos efeitos sobre a ingestão de matéria seca, síntese de proteína microbiana e eficiência de utilização dos nutrientes.

A suplementação proteica melhora o desempenho de bovinos consumindo forragens de baixa qualidade, pelo estímulo ao consumo voluntário. Este efeito estimulador da proteína gera um ciclo em que a melhoria na eficiência da síntese microbiana aumenta a digestibilidade da matéria seca (ZONTA, 2005).

O N contido na ureia pode substituir uma parte do N proveniente das fontes tradicionais de proteína, pois a amônia resultante tanto da hidrólise da ureia como da proteína verdadeira são utilizadas indistintamente pelos microrganismos do rúmen (PEREIRA, 2000).

A eficiência da utilização da ureia no concentrado pelos animais depende do balanceamento adequado da ração, de modo a permitir uma sincronização entre a disponibilidade de carboidratos fermentáveis e nitrogênio no rúmen. Geralmente, a ureia não deve exceder a 3% da ração concentrada ou 1% da ração total. Doses de ureia superiores a 0,44g/kg de peso vivo em animais em jejum podem ocasionar sinais clínicos de intoxicação e doses de 1-1,5g/kg levam a morte (VIEIRA JUNIOR; CABRAL; FACTORI, 2012).

Faria (1984), em seu trabalho mostrou de modo prático o efeito da inclusão de diferentes teores de ureia em um concentrado à base de milho e farelo de soja (TABELA 1). Por exemplo, em uma mistura composta por 75% de milho e 25% de farelo de soja, caso se optasse por incluir 1,2% de ureia, a formulação passaria a ter 83,4% de milho e 15,4% de farelo de soja.

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

Porcentagem de ureia adicionada no concentrado	Porcentagem de milho a ser adicionada no concentrado	Porcentagem de soja a ser retirada do concentrado
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).

3.4 Ureia na alimentação de bovino de leite

Devido aos elevados custos de suplementos proteicos para vacas leiteiras e à possibilidade de implicações reprodutivas, existe uma crescente preocupação em diminuir perdas de compostos nitrogenados e, nas condições brasileiras, em reduzir os custos de produção, por meio da utilização de compostos nitrogenados não proteicos, frequentemente a ureia, em substituição ao farelo de soja (OLIVEIRA *et al.*, 2001a).

A inclusão de ureia nas rações de vacas leiteiras, normalmente, é questionada dada a crença de que não teria maiores efeitos sobre a produção e poderia causar problemas de intoxicação e problemas reprodutivos nos animais. Dessa forma, estudos que avaliem o efeito do uso da ureia na ração de vacas em lactação sobre as características de produção e composição do leite são importantes ferramentas para a nutrição animal, pois o fornecimento de rações com excesso de PB pode reduzir a eficiência de uso do N e pode diminuir a fertilidade de vacas leiteiras (SANTOS; PEDROSO, 2011).

Existem relatos na literatura mostrando que quando usada de forma incorreta, a utilização da ureia pode causar depressão no consumo de alimentos, falhas reprodutivas, queda na gordura do leite, e outros distúrbios, porém quando fornecida de forma adequada, não apresenta problemas (TABELA 2). Também é relatado que o nível máximo de proteína na ração total, no qual a ureia traria benefícios é de 14% a 15% e, quando o nível de energia é baixo, o valor da proteína reduziria para 11% a 12% (PEREIRA, 2000).

Tabela 2 – Produção e composição do leite de vacas recebendo rações com diferentes níveis de ureia

Item	Nível de ureia no concentrado (%)			
	0	1,25	2,0	2,5
Farelo de soja (% na MS do concentrado)	13,5	5,25	0,50	0,00
Ureia (% na MS do concentrado)	0,00	1,25	2,0	2,50
Proteína no concentrado (% na MS)	21,20	20,20	19,60	20,20
Produção de leite (kg/dia)	24,20	28,50	25,90	27,20
Produção de gordura (kg/dia)	0,69	0,85	0,74	0,93
Gordura do leite (%)	2,90	3,00	2,90	3,50

Fonte: Adaptado de HOLTER *et al.* (1968).

As demandas mais altas de proteína no leite, em relação aos outros constituintes, têm aumentado a importância da proteína dietética e do suprimento energético para o animal e para a população microbiana ruminal. A proteína microbiana supre de 59 a 81% do total de proteína verdadeira que chega ao duodeno de vacas leiteiras. Ela contém uma média de 66% de nitrogênio total e é rica na maioria dos aminoácidos essenciais para síntese da proteína do leite (MABJEESH *et al.*, 1997). Assim, a alimentação de bovinos leiteiros deve ser manejada de forma a aumentar a eficiência de utilização do nitrogênio ou amônia pelos microrganismos do rúmen.

Fundamentando-se nisso foram avaliados os efeitos da introdução da ureia na alimentação do bovino leiteiro, em diferentes fases. Magalhães *et al.* (2005) concluíram, através de seus experimentos, que a ureia pode ser utilizada até os níveis de 1,95% na MS total da dieta de novilhos de origem leiteira, sem alterações na eficiência de síntese microbiana. Trabalhando com vacas em final de lactação Carmo *et al.* (2005) não observaram efeito significativo do uso de 2% de ureia na MS da ração sobre as características de produção e composição do leite.

Imaizumi *et al.* (2002) verificaram que a adição de 1,34% de ureia na MS, associada ao farelo de soja, em rações contendo ao redor de 13 a 14% de PB foi tão eficiente em suprir aminoácidos à glândula mamária de vacas quanto as dietas sem ureia, para vacas em final da lactação que produziam de 12 e 13 kg de leite/dia, entretanto, rações para vacas em lactação contendo apenas 10,05% de PB, ainda que contendo fontes de alta degradabilidade ruminal como farelo de soja e uréia, apresentaram menores concentrações de

N amoniacal, uréia plasmática e AGV totais, quando comparadas a rações contendo teores de 13 a 14% de PB.

Aquino *et al.* (2007), trabalhando com vacas holandesas do 2º ao 7º mês de lactação, concluíram que a ureia, adicionada ao concentrado em níveis de até 1,5% na MS da ração e fornecida na ração completa, não alterou o consumo de MS de vacas leiteiras, bem como a densidade, a crioscopia e o pH do leite, no entanto, a acidez apresentou redução linear com o aumento do nível de ureia na ração.

Silva *et al.* (2001) e Oliveira *et al.* (2001b), utilizando os mesmos níveis de inclusão de ureia na ração (0; 0,7; 1,4 e 2,1% na MS), avaliando, respectivamente, vacas mestiças (Holandês x Gir) e vacas Holandesas, verificaram que os níveis crescentes de NNP em substituição à proteína verdadeira, reduziram o consumo de nutrientes e a produção de leite, porém não afetaram a digestibilidade dos nutrientes.

Rennó *et al.* (2005) avaliando diferentes grupos genéticos, observaram que dentro dos grupos genéticos Holandês, ½Holandês-Guzerá e ½Holandês-Gir, a inclusão de níveis crescentes de ureia (0; 0,65; 1,3 e 1,95%) não influenciou o consumo de MS, com médias de 2,42; 2,35 e 2,20 % do peso vivo (PV), respectivamente, entretanto, para o grupo genético Zebu, o consumo de MS em % do PV, foi afetado de forma linear decrescente pela inclusão de ureia ($P < 0,01$).

Segundo Santos e Pedroso (2011) a otimização do balanço entre síntese de proteína microbiana e degradação de proteína no rúmen de vacas em lactação é uma ferramenta importante para maximizar a produção do leite, a eficiência do uso do N e, ao mesmo tempo, reduzir a excreção de N para o ambiente.

Com base nesses resultados, observa-se a possibilidade da utilização de ureia na ração de vacas leiteiras, desde que as rações sejam adequadamente balanceadas para que não afete o desempenho dos animais.

3.5 Ureia na alimentação de bovino de corte

Normalmente o assunto ureia para bovinos causa certo desconforto para muitos pecuaristas, devido a grande maioria dos casos de intoxicação, e até mesmo, de morte dos animais, que acontece com o uso inadequado da ureia.

A ureia tem sido o composto NNP mais amplamente utilizado na dieta de bovinos, em virtude de seu baixo custo por unidade de nitrogênio, da disponibilidade no mercado, da facilidade de utilização e por não provocar decréscimo na produtividade (MAGALHÃES *et*

al., 2005). A suplementação proteica é muito importante para a bovinocultura de corte em regime de pastejo, em virtude da necessidade de complementar os nutrientes deficientes na pastagem visando uma boa conversão alimentar e ganho de peso, resultando em lucros para o produtor (BITTENCOURT, 2017).

Moraes *et al.* (2009), avaliando bovinos em fase de terminação mantidos em piquetes com *Brachiaria decumbens*, consumindo 4,0 kg de suplemento com diferentes níveis de ureia (1,2; 2,4 e 3,6% na matéria natural em substituição ao farelo de algodão), concluíram que o nível de 2,4% promoveu um aumento do consumo de forragem. Com exceção da digestibilidade aparente total da matéria orgânica e da digestibilidade ruminal da FDN, o aumento do nível de ureia no suplemento não alterou as digestibilidades total, ruminal e intestinal dos demais nutrientes, bem como não afetou a eficiência microbiana.

Feijó *et al.* (1997), avaliando diferentes níveis de substituição do farelo de soja pela ureia (0; 50 e 100%) na dieta de 72 bovinos F1 Pardo Suíço x Nelore não-castrados, verificaram menor ganho de peso nos animais dos tratamentos com substituição total da proteína do farelo de soja pela ureia (1,71; 1,57 e 1,24 kg/dia, respectivamente para os níveis de substituição de 0; 50 e 100%).

Fernandes *et al.* (2009b) avaliando 36 novilhos machos (12 da raça Canchin e 24 da raça Nelore) destinados à engorda em regime de confinamento durante a fase de crescimento, com peso médio de 230 kg e idade média de quinze meses, alimentados com 40% de silagem de capim Tanzânia e 60% de concentrado, com rações isonitrogenadas e isoenergéticas, com diferentes níveis de inclusão do farelo de soja em substituição à ureia, concluíram que o estudo indicou a necessidade da inclusão do farelo de soja ou outra fonte suplementar de proteína verdadeira, em substituição parcial ou total à ureia, com o objetivo de suprir as exigências em proteína metabolizável dos animais, pois, os animais que receberam maior proporção de ureia na ração, obtiveram menor ganho de peso diário (1,14; 1,26 e 1,28 kg/dia, respectivamente, para 2; 1 e 0% de ureia na MS total das rações).

Com relação ao rendimento de carcaça, Magalhães (2003), avaliando 27 bovinos mestiços de origem leiteira em confinamento, não encontraram diferença no rendimento de carcaça (52,10%) dos animais alimentados com rações contendo níveis crescentes de ureia (0; 0,65; 1,30 e 1,95% da MS total em substituição à proteína do farelo de soja), da mesma forma Pereira *et al.* (2008) também não verificaram diferenças no rendimento de carcaça (48,72%) de novilhos mestiços (HxZ) em confinamento alimentados com rações formuladas com níveis crescentes de ureia (0; 0,5; 1,0 e 1,5% na MS da ração total).

Zanetti *et al.* (2000) trabalhando com 48 bovinos mestiços Nelore x Caracu, sendo 24 machos castrados e 24 fêmeas, avaliaram o fornecimento de sal proteinado sem ureia, sal proteinado com ureia, sal mineral sem ureia e sal mineral com ureia e concluíram que o tratamento com 52% de proteína bruta (proteinado + ureia) propiciou ganho de peso superior aos demais suplementos (TABELA 2).

Tabela 2 – Ganho de peso e consumo de suplemento

Tratamento	Ganho de peso (g/dia)	Consumo suplemento (g/dia)
Proteinado	86	320
Proteinado + ureia	357	650
Sal mineral	-96	56
Sal mineral + ureia	207	135

Fonte: Adaptado de Zanetti *et al.* (2000).

A otimização da fermentação ruminal e a maximização da eficiência de síntese de proteína microbiana deve ser o foco dos estudos, uma vez que 50 a 100% da proteína metabolizável exigida pelo bovino de corte pode ser atendida pela proteína de origem microbiana (NRC, 1996), que supre a maioria dos aminoácidos no intestino delgado, por apresentar um perfil de aminoácidos essenciais de alta qualidade (NRC, 2001).

Com base no exposto a substituição de farelo de soja, um dos ingredientes mais utilizados para compor rações proteicas, por ureia deve ser feita com cautela, balanceando adequadamente a ração, para não prejudicar o desempenho dos animais, uma vez que os resultados dos trabalhos são controversos. Outro ponto importante a se considerar é que se deve levar em conta a raça do animal e seu potencial genético para ganho de peso no momento de balancear as rações, bem como as exigências em termos PDR e PNDR.

3.6 Ureia na alimentação de equinos

O oferecimento de NNP como suplemento de proteína na dieta de equinos resulta em um fluxo de N aumentado e estímulo do crescimento microbiano no intestino grosso. A ureia quando adicionado a dietas de equinos com baixa proteína, na concentração de 1,5 a 3%, tem retenção aumentada de N, tanto em cavalos em crescimento como em adultos com intestino grosso funcional (FRAPE, 2015).

De acordo com Lews (2000) a grande parte do NNP é absorvido a partir do intestino delgado e excretado na urina antes de alcançar o ceco e o colón, onde pode ser usado para a síntese proteica. Embora uma parte chegue a esses compartimentos, elas são digeridas e absorvas no ceco ou no intestino grosso, portanto, embora uma parte do NNP ofertado ao equino possa ser usada para síntese proteica, boa parte dessa proteína encontra-se indisponível para o animal e, dessa forma, é excretada nas fezes.

Quando comparado aos bovinos, os equinos apresentam maior tolerância a níveis de ureia na dieta. Entretanto, Martin *et al.* (1996) afirmam não haver benefício nutricional para cavalos adultos pela suplementação de ureia em uma dieta com baixo teor de proteína, tendo em vista que o equilíbrio de N não aumentava. Quando oferecido a éguas lactantes, o fator limitante foi, geralmente, a ingestão de energia, fazendo com que a ingestão e o peso corpóreo diminuíssem e o N ureico plasmático aumentasse, sem elevação da concentração sanguínea de amônia. A adição de ureia a dietas a base de feno com baixa proteína e qualidade pobre pode aumentar a digestão de MS e fibra, bem como a retenção de N por meio de estímulo ao crescimento bacteriano.

Outra alternativa de incorporar a ureia na dieta de equinos é por meio do produto obtido pela extrusão de uma mistura de amido e ureia, conhecido por amiréia. Que, segundo autores, através do processamento de alta temperatura e pressão, que leva a gelatinização do amido, torna esse produto mais palatável, melhorando a aceitabilidade do concentrado (BARTLEY; DEYOE, 1975). Porém, de acordo com Araújo *et al.* (1999) a substituição da proteína do farelo de soja pela amiréia no desempenho de potras em crescimento teve o consumo de matéria seca total reduzido com o aumento da substituição do farelo de soja pela amiréia (5,80; 5,71; 5,62; 5,32 e 5,13 kg/dia), para os níveis de substituição de 0, 25, 50, 75 e 100%, respectivamente.

Em resumo, a ureia como substituta de proteínas não tem nenhum efeito prático na alimentação de equinos. Em rações extremamente pobres em proteínas, quantidades até 0,5 g/kg PV/dia podem ser administradas sem riscos. Uma dose única de 3,5 g/kg PV/dia pode causar a intoxicação e levar o animal a óbito (MEYER, 1995).

4 INTOXICAÇÃO

A intoxicação de bovinos apresenta-se principalmente de forma aguda, em resposta a ingestão de grandes quantidades de ureia ou sais de amônia sem uma adaptação adequada dos animais. Segundo Rocha e Bouda (2000) a patogenia caracteriza-se por um

acumulo de NH_3 e CO_2 como produtos da hidrólise da ureia por parte das bactérias ruminais. O excesso de NH_3 alcaliniza o meio ruminal e ambos os gases são absorvidos através da mucosa ruminal causando uma intoxicação sistêmica. De acordo com Ferguson e Chalupa (1989) a ureia tem se mostrada tóxica ao espermatozoide e ao óvulo podendo provocar aborto quando injetada intraamnioticamente. Níveis sanguíneos de ureia maiores do que 20 mg/dL provocam redução nas taxas de concepção de 60 para 20% (FERGUSON *et al.*, 1988).

Quando intoxicados, os animais apresentam sinais clínicos que se manifestam entre 30 a 60 minutos depois do consumo da ureia e caracterizam tremores musculares, taquipneia, sudoração, salivação, ataxia e apatia. Em casos mais severos há também dispneia, timpanismo, espasmos clônico-tônicos, prostração do animal e extensão de extremidades. A frequência cardíaca apresenta aumento, de 100 para 160 bat/min, há regurgitação e morte entre 45 a 120 minutos depois da ingestão. Quando diagnosticado, é recomendado realizar um rápido lavado ruminal, com aplicação de líquido ruminal de uma vaca sadia, acidificantes, e aplicação endovenosa de 300 ml de ácido acético a 1%, 500 ml de glicose a 20% e sais de Ca e Mg (ROCHA; BOUDA, 2000).

A prevenção de intoxicação inclui um programa de adaptação dos animais que irão receber ureia na ração, uma adequada homogeneização dos alimentos com ureia, não exceder o limite máximo de consumo e somente utilizar ureia pecuária na alimentação animal.

Quando se trata de equinos o consumo excessivo de ureia também é tóxico. Segundo Lewis (2000) inicialmente, os animais afetados vagam sem direção e ficam descoordenados. Após isso esses batem com a cabeça contra objetos fixos, ficam em decúbito e depois entram em coma e morrem. A amônia afeta o ciclo do ácido cítrico, na fosforilação oxidativa e no metabolismo aeróbico, dando origem a acidose láctica e hiperglicemia. O tratamento deve incluir administração de fluidos, excluído a dextrose, mas incluindo íons fortes para combater a acidose, fornecidos via intravenosa. Quando a disfunção hepática não for a causa, a origem da amônia tende a ser o intestino grosso. Nesse caso, também devem ser fornecidos agentes acidificantes orais, para diminuir a absorção de amônia (FRAPE, 2015).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a alimentação é o fator que mais encarece a produção, a utilização de ureia mostra ser uma ótima alternativa de aditivo para ruminantes, visto que a estacionalidade de produção de forragem em alguns locais, como o Nordeste, inviabilizam a produção contínua de alimento para os animais, sendo necessária a suplementação com alimentos que não

encareçam a produção. Porém, o sucesso de sua utilização depende de vários fatores como a balanceamento da ração, homogeneidade com o veículo de fornecimento, adaptação, quantidades e seus limites máximos diários de consumo por animal. Ao passo que para equinos a utilização desse composto se mostra ineficiente na ração, pois a ureia possui pouco valor no fornecimento de proteínas para esses animais.

REFERÊNCIA

- AQUINO, A.A.; BOTARO, B.G.; IKEDA, F.S.; RODRIGUES, P.H.M.; MARTINS, M.F.; SANTOS, M.V. Efeito de níveis crescentes de ureia 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.
- ARAÚJO, K.V.; LIMA, J.A.F.; TEIXEIRA, J.C.; FIALHO, E.T. Substituição da proteína do farelo de soja pela amirea 45-S para potras em crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n.4, p. 994-1001, 1999.
- BARTLEY, E.E.; DEYOE, C.W. Starea as a protein replace for ruminants. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.47, n.30, p.42-44, 1975.
- BERGEN, W.G.; WU, G. Intestinal nitrogen recycling and utilization in health and disease. **The Journal of Nutrition**, Recent Advances in Nutritional Sciences, p. 821-825, 2009.
- BITTENCOURT, M. **Por Dentro do Cocho: Desmistificando a utilização da ureia para ruminantes**. 2017. Disponível em: <<https://agrocereasmultimix.com.br/blog/ureia-para-ruminantes/>>. Acesso em: 09 jul. 2019.
- BORGES, A.L.C.C.; SILVA, R.R.; GONÇALVES, L.C.; MOLINA, P.C.; SOUZA, A.S. **O uso da cana de açúcar com ureia na alimentação de bovinos**. In: MARTINS, N.R.S.; SANTOS, R.L.; MARQUES JÚNIOR, A.P.; SILVA, N. (Eds.). Ureia em dietas de ruminantes. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia (Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG), n.80, p.39-54, 2016. Disponível em: <<http://portal.crmvmg.gov.br/Home/Caderno>>. Acesso em: 09 jul. 2019.
- CARMO, C.A.; SANTOS, F.A.P.; IMAIZUMI, H.; PIRES, A.V.; SCOTON, R.A. Substituição do farelo de soja por ureia ou amiréia para vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum**, v.27, n.2, p.277-286, 2005.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, R. R.; VELOSO, C. M.; SILVA, H. G. O. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1805-1812, 2006.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, R. R.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.660-665, 2008.
- CHALUPA, W. Problems in feed urea to ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.27, n.1, p.207-219, 1968.
- CORREIA, L.F.A. **Utilização da amirea na alimentação de coelhos em crescimento da raça Nova Zelândia Branco**. 1992. 90f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- DAUGHERTY, D.A.; CHURCH, D.C. In vivo and in vitro evaluation of feader and hair meals in combination with urea for ruminants. **Journal of Animal Science**, v.54, n.2, p.345-

352, 1982.

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

FEIJÓ, G.L.D.; SILVA, J.M.; PORTO, J.C.A. THIAGO, L.R.L. de S.; KICHEL, A.N. Efeito de fontes de nitrogênio e do tipo de silagem no desempenho de bovinos F1 Pardo Suíço x Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.283-285.

FERGUSON, J.D., BLANCHARD, T., GALLIGAN, D.T., HOSHALL, D.C.; CHALUPA, W. **Infertility in dairy cattle fed high percentage of protein degradable in the rumen**. JAVMA., p.659-662, 1988.

FERGUSON, J.D.; CHALUPA, W. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.747-766, 1989.

FERNANDES, F.E.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVINDO, C.S. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2111- 2115, 2009a.

FERNANDES, J.J.R.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA JR., R.C. SANTOS, F.A.P., SUSIN, I., CARVALHO, E.R. Farelo de soja em substituição à uréia em dietas para bovinos de corte em crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.2, p.373-378, 2009b.

FRAPE, D.L. **Nutrição e Alimentação de Equinos**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2015. 602p.

GABBI, A.M. **Metabolismo nitrogenado em animais**. 2010. 11 f. Seminário apresentado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/nitrogenado_gabbi.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2019.

GONÇALVES, C. C. M.; TEIXEIRA, J. C.; SALVADOR, F. M. **Ureia na alimentação de ruminantes**. UFLA, 2011. 27 p.

HADDAD, C.M. Uréia em suplementos alimentares. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS – Uréia para ruminantes, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1984. p.119-141.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; LEME, P. R.; ALLEONI, G. F., DUARTE LANNA, D. P. D.; MALHEIROS, E. B. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.2007-2015, 2003.

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

HUBER, J.T.; SANDY, R.A.; POLAN, C.E.; BRYANT, H.T.; BLASER, R.E. Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.

50, p. 1241-1247, 1967.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. **Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants**. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Raleigh. Proc eedings... Raleigh: American Society of Animal Science, 1999. p.1-11.

IMAIZUMI, H.; SANTOS, F.A.P.; PIRES, A.V.; NUSSIO, C.M.B.; BARNABÉ, E.C.; JUCHEM, S.O. Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína na dieta sobre o desempenho, fermentação ruminal e parâmetros sanguíneos de vacas da raça Holandesas em final de lactação. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.1031-1037, 2002.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: SARVIER, 1995. 839 p.

LEWS, L.D. **Nutrição Clínica Equina: Alimentação e cuidados**. São Paulo: Roca, 2000. 710 p.

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: 14 jun. 2019.

LOPES, H.O.S. **Sal mineral com uréia para bovinos na época seca**. EMBRAPA, Comunicado Técnico, 37, 5p., 1984.

LOPES, H.O.S.; TOMICH, T.R. GONÇALVES, L.C; BORGES, I. **Recomendações técnicas pra utilização da ureia pecuária na alimentação animal**. 8. ed. Planaltina: Embrapa, 2000. 35 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/566852>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

MABJEESH, S.J.; ARIELI, A.; BRUCKENTAL, I.; ZAMWELL, S.; TGARI, H. Effect ruminal degradability of crude protein and nonstructural carbohydrates on the efficiency of bacterial crude protein synthesis and amino acid flow to the abomasum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.80, n.11, p.2939-2949, 1997.

MAGALHÃES, K.A. **Níveis de uréia ou casca de algodão na alimentação de novilhos de origem leiteira em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

MAGALHÃES, K. A.; FILHO, S. C. V.; VALADARES R. F. D.; PAIXÃO M. L.; PINA D. S., PAULINO P.V.R., MARCONDES M.I.M, ARAUJO A. M.; PORTO M. O.; Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes níveis de uréia ou casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.

MARTIN, R.G.; McMENIMAN, N.P.; NORTON, B.W.; DOWSETT, K.F. Utilization of endogenous and dietary urea in the large intestine of mature horse. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.76, n.3, p.373-386, 1996.

MARTINS, N.R.S.; SANTOS, R.L.; MARQUES JÚNIOR, A.P.; SILVA, N. Ureia em dietas de ruminantes. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia (Cadernos Técnicos da Escola

de Veterinária da UFMG), n.80, 89p., 2016. Disponível em:
<<http://www.crmvmg.gov.br/Caderno/80.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2019.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VERÁS, A.S.C.; LIRA, M.A.; LIMA, L.E.; VILELA M.S.; MELO, E.O.S.; ARAÚJO, P.R.B.; Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação: I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p.727-736, 2003.

MERCHEN, N.R., BOURQUIN, L.D. **Processes of digestion and factors influencing digestion of forage-based diets by ruminants**. In: FAHEY JR., G.C. (Ed). Forage quality, evaluation, and utilization. Madison. p.564-602, 1994.

MEYER, H. **Alimentação de cavalos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1995. 303 p. Tradução e Revisão: Stéfano Hagen

MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHO, S.C.; ZERVOUDAKIS, J.T.; DETMANN, E. Uréia em suplementos protéico-energéticos para bovinos de corte durante o período da seca: características nutricionais e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.770-777, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle** 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.

OLIVEIRA, M.M.N.F. **Ureia para vacas leiteiras no pós-parto: dinâmica folicular e características reprodutivas**. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Viçosa. Minas Gerais. 103p. 2001.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECÓN, P.R.; RENNÓ, L.N.; QUEIROZ, A.C.; CHIZZOTTI, M.L. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p.1621-1629, 2001a.

OLIVEIRA, A.S., VALADARES, R.F.D., VALADARES FILHO, S.C.; CECÓN, P.R.; OLIVEIRA, G.A.; SILVA, R.M.N.; COSTA, M.A.L. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1358-1366, 2001b.

OLIVEIRA, M.M.N.F.; TORRES, C.A.A.; VALADARES FILHO, S.C.; SANTOS, A.D.F.; PROPERI, C.P. Uréia para vacas leiteiras no pós-parto: Desempenhos produtivo e reprodutivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, supl. 3, p.2266-2273, 2004.

OWENS, F. N.; BERGEN, W. G. Nitrogen metabolism of ruminant animals: historical perspective, current understanding and future implications. **Journal of Animal Science**. v. 57, p. 498-518, 1983.

OWENS, F. N.; LUSBY, K. S.; MIZWICKI, K.; FORERO, O. Slow ammonia release from

urea: rumen and metabolism studies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.50, n.3, p.527-531, 1980.

PEDREIRA, J.V.S. Crescimento estacional dos capins *Panicum maximum* Jacq, *Melinis minutiflora* Pal de Beauv, *Hiparrhenia rufa* (Ness) Stapf e *Digitaria pentz II* Stent. **Boletim de Indústria Animal**, v.30, n.1, p.59-145, 1973.

PEREIRA, J.C. **Vacas Leiteiras: Aspectos práticos da alimentação**. Viçosa - Mg: Aprenda Fácil, 2000. 198 p.

PEREIRA, O.G.; SOUZA, V.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, D.H.; RIBEIRO, K.G.; CECON, P.R. Consumo e digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo dietas com diferentes níveis de uréia. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.3, p.552-562, 2008.

PERES, J.R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F.D.; DURR, J.W.; FONTANELI, R.S. (Eds.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p.30-45.

RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; BACKES, A.A.; RENNO, F.P.; ALVES, D.D.; SILVA, P.A. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: consumo e digestibilidades totais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1775-1785, 2005.

RIBEIRO, S.S.; VASCONCELOS, J.T.; MORAIS, M.G.; ÍTAVO, C.C.F.B.; FRANCO, G.L. Effects of ruminal infusion of a slow-release polymercoated urea or conventional urea on apparent nutrient digestibility, in situ degradability, and rumen parameters in cattle fed low-quality hay. **Animal Feed Science and Technology**, v.164, p.53- 61, 2011.

ROCHA, G.F.Q.; BOUDA, J. **Diagnóstico de ingestão simples, Alcalose Ruminal e Intoxicação por uréia**. In: GONZALEZ, F.H.D.; BORGES, J.B.; CECIM, M. (Eds.). **Uso de provas de campo e laboratório clínico em doenças metabólicas e ruminais dos bovinos**. Porto Alegre, 2000. Cap. 5. p. 23-27.

SANTOS, F.A.P. **Metabolismo de proteínas**. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. Cap. 9. p. 255-284.

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**, UFLA, Lavras, p.199-228, 2001.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal. FUNEP. p.265-297, 2011

SANTOS, S.F.; SANSON, R.M.M. **Utilização de ureia para ruminantes**. 2010. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/utilizacao-de-ureia-para-ruminantes->

59808n.aspx>. Acesso em: 13 jun. 2019.

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

SLADE, L.M.; ROBINSON, D.W.; CASEY, K.E. Nitrogen metabolism in nonruminant herbivores. I- The influence of nonprotein nitrogen and protein quality on the nitrogen retention of adult mares. **Journal of Animal Science**, v.30, n.5, p.753-760, 1970.

SOUZA, A. L.; GARCIA, R.; BERNARDINO, F. S.; ROCHA, F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, O. G.; PIRES, A. J. V. Casca de café em dietas de carneiros: consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2170-2176, 2004.

TEIXEIRA, A.M.; GONÇALVES, L.C.; JAYME, D.G.; OLIVEIRA, J.P.C.A.; SANTOS,D.; DINIZ, T.H.F., PIRES, F.P.A.A. **Utilização da ureia em alimentos volumosos**. In: MARTINS, N.R.S.; SANTOS, R.L.; MARQUES JÚNIOR, A.P.; SILVA, N. (Eds.). Ureia em dietas de ruminantes. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia (Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG), n.80, p.26-38, 2016. Disponível em: <<http://portal.crmvmg.gov.br/Home/Caderno>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

TEIXEIRA, A.S. **Alimentos e alimentação**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 357p.

TEIXEIRA, J. C. Nutrição de ruminantes. Lavras, MG: Edições FAEPE, 1992. 239 p.

TEIXEIRA, J.C.; SANTOS, R.A. **Utilização da amiréia (produto da extrusão amido/uréia) na alimentação animal**. 1991. 34p. Disponível em: <<http://coelhoecia.com.br/Zootecnia/Utilizacao%20da%20Amireia.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

TORRES, R.A.; COSTA, J.L. Alimentação na seca: cana-de-açúcar e uréia. Comunicado Técnico n.40. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2004. 4 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65407/1/COT-40-Alimentacao-na-seca.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S. **Compostos nitrogenados na alimentação de novilhas leiteiras**. In: PEREIRA, E.S. et al. Novilhas leiteiras. Fortaleza, 2010. Cap. 10. p. 333-372, 2010.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA V.R.; CAPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2ª edição - Viçosa, UFV, 2006. 329p.

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

VELLOSO, L. **Uréia em rações de engorda de bovinos**. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS - URÉIA PARA RUMINANTES, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1984. p.174-199.

VIEIRA JUNIOR, L.C.; CABRAL, W.B.; FACTORI, M.A. **Uso da ureia na nutrição de ruminantes**. 2012. Disponível em: <<https://www.beefpoint.com.br/uso-da-ureia-na-alimentacao-de-ruminantes/>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

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**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 935-939, 2000.

ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; GERON, L. J.V.; MAEDA, E. M.; PRADO, I. N.; DIAN, P. H. M.; JORGE, J. R. V.; MARQUES, J. A. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003.

ZONTA, A. **Suplementação protéica de novilhos mestiços em pastagem de *Brachiaria decumbens* na seca**. 2005. 33 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.