

## UREIA NA BOVINOCULTURA (Revisão de Literatura)

### UREA IN CATTLE CULTURE (A Review)

Marlos da Silva DIAS<sup>1\*</sup>; Rodolfo Claudio SPERS<sup>2</sup>.

*1\*Médico Veterinário Aluno do Curso de Pós Graduação em Nutrição da Produção de Bovinos de Corte e Leite da Faculdade Qualittas - Goiânia, GO.*

[msdias@yahoo.com.br](mailto:msdias@yahoo.com.br)

*2Professor do Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Marília – UNIMAR & Pós Graduação em Nutrição da Produção de Bovinos de Corte e Leite da Faculdade Qualittas – São Paulo - SP.*

[rcspers@terra.com.br](mailto:rcspers@terra.com.br)

---

#### Resumo

A alimentação do gado representa a maior parte dos custos da atividade pecuária. Dentre os itens, que compõem a dieta de bovinos, os componentes proteicos são os mais caros. Por esta razão, produtores têm grande interesse em fontes proteicas alternativas, que sejam mais em conta, para redução dos custos com alimentação. Este trabalho tem o objetivo de analisar a importância da proteína na dieta, a viabilidade do uso da ureia, como suplementação proteica, na alimentação de bovinos, os níveis de segurança e os cuidados. A ureia, suplemento muito usado na pecuária, de origem sintética, é pouco palatável, mas sendo bem encaixada na dieta, ela será bem aceita pelos bovinos. Os ruminantes têm a capacidade de converter a ureia em proteína de alto valor biológico, através da ação das bactérias ruminais. Um dos grandes problemas, no uso de ureia na alimentação de bovinos, é a velocidade de hidrólise da ureia, a qual proporciona um pico de amônia muito rápido, após a ingestão. Apesar do seu alto custo, as proteínas vegetais são indispensáveis na alimentação de bovinos. Mas a ureia pecuária vem como um substituto parcial, na suplementação proteica, com um custo mais reduzido e com ótimos resultados na bovinocultura. Para o seu uso deve-se adaptar o bovino e evitar erros de formulações, pois, se fornecida de forma errônea pode ser prejudicial à saúde e até mesmo à vida do animal.

Palavras-chave: Proteína; Bovinos; Suplementação; Nitrogênio.

---

## **Abstract**

Feeding the cattle represents most of the costs of livestock activity. Among the items that make up the diet of cattle, the protein components are the most expensive. For this reason, producers are very interested in alternative protein sources, which are more affordable, to reduce food costs. This work aims to analyze the importance of protein in the diet, the feasibility of using urea as a protein supplement in cattle feeding, safety levels and care. Urea, a supplement widely used in livestock, of synthetic origin, is unpalatable, but being well integrated into the diet, it will be well accepted by cattle. Ruminants have the ability to convert urea into protein of high biological value, through the action of ruminal bacteria. One of the major problems in the use of urea in cattle feed is the rate of hydrolysis of urea, which provides a very fast ammonia peak after ingestion. Despite its high cost, vegetable proteins are indispensable in cattle feed. But livestock urea comes as a partial substitute, in protein supplementation, with a lower cost and with great results for the rancher. For its use, the bovine must be adapted, and formulation errors must be avoided, because, if supplied incorrectly, it can be harmful to the health and even the life of the animal.

Keywords: Protein; Cattle; Supplementation; Nitrogen.

## **INTRODUÇÃO**

Uma alimentação, que atenda às exigências nutricionais dos bovinos, é de suma importância para a sua produção. Porém, a alimentação do gado representa a maior parte dos custos da atividade pecuária. Sendo necessário que os produtores tenham estratégias para aumentarem seus ganhos, gerando receitas positivas. Uma forma seria na seleção dos alimentos com menores preços, mas que ainda atendam às necessidades nutricionais dos animais (AQUINO *et al.*, 2007; GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2007).

As proteínas são essenciais para o desenvolvimento dos animais, pois fazem a parte composição de tecidos estruturais, enzimas, hormônios, receptores hormonais e composição do material genético. Dentre os itens, que compõem a dieta dos bovinos, os componentes proteicos são os mais caros. Por esta razão, produtores têm grande interesse em fontes proteicas alternativas, que sejam mais em conta, para redução dos custos com alimentação (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2007).

No Brasil, grande parte da pecuária usa forragens tropicais como fonte de alimentos, porém, estas não têm níveis proteicos suficientes para o balanceamento de dietas para bovinos. São diversas as fontes proteicas, usadas na alimentação do gado, sendo a fonte principal e mais usada, o farelo de soja, devido a sua excelente composição proteica e disponibilidade no mercado. Porém, o seu alto preço, no mercado, aumenta muito os custos das dietas (TORRES *et al.*, 2003; PAULINO *et al.*, 2008).

Apesar do seu alto custo, as proteínas vegetais são amplamente utilizadas, como a principal fonte de nitrogênio na dieta de ruminantes. Todavia, existem outras fontes de nitrogênio, que são economicamente mais viáveis, que é o caso dos compostos nitrogenados não proteicos (NNP). Estes são utilizados na substituição parcial das fontes de proteínas vegetais, com o intuito de reduzir o custo das dietas (SANTIAGO & ARALD, 2020).

Existem vários tipos de compostos nitrogenados não proteicos, que são utilizados na alimentação de ruminantes, como biureto, ácido úrico, sais de amônio, nitrato e a ureia. Dentre todos estes, a ureia pecuária é a mais utilizada, devido seu baixo custo, disponibilidade de mercado e bons resultados produtivos (SANTOS *et al.*, 2001; GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2007). Há muito tempo, a ureia vem sendo utilizada, na alimentação de ruminantes, para adequação da proteína degradável no rúmex (PDR), pois a mesma favorece a síntese dos microrganismos ruminais, os quais são proteína de alto valor biológico e aumentam o aproveitamento dos alimentos volumosos (PEREIRA *et al.*, 2008; SANTIAGO & ARALD, 2020).

Este trabalho tem o objetivo de analisar a importância da proteína na dieta, a viabilidade do uso da ureia, como suplementação proteica, na alimentação de bovinos, os níveis de segurança e os cuidados que devem ser tomados, bem como os mecanismos de utilização da mesma pelo organismo.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

A microbiota ruminal dos bovinos, que é responsável pelo aproveitamento das forragens, não consegue extrair compostos nitrogenados suficientes das gramíneas tropicais, isso limita a síntese de proteína microbiana, a qual é a maior responsável pelo maior aporte proteico, cerca de 50 a 80% da proteína absorvida pelo intestino (BACH *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2011). Para potencializar o desempenho dos animais, devemos sincronizar o fornecimento de energia e proteína bruta (PB), levando-se em consideração a cinética da

fermentação ruminal, para que possamos fazer o balanceamento ideal da dieta (DELEVATTI *et al.*, 2019).

A PDR, ao ser degradada pelos microrganismos no rúmeme, fornece peptídeos, aminoácidos e amônia para a síntese de proteína microbiana, devendo haver um equilíbrio entre a degradação da PDR e o seu uso para essa síntese microbiana. Não havendo esse equilíbrio haverá perdas de compostos nitrogenados, via urina, devido o excesso de amônia produzida (SANTOS & PEDROSA, 2011).

As fontes proteicas mais solúveis, depois de desaminadas, são fornecedoras de amônia - NH<sub>3</sub> - e ácidos graxos de cadeia curta (GULINSKI, 2016). A NH<sub>3</sub> influencia na síntese microbiana, melhorando a taxa de degradação das forragens ingeridas, aumentando o consumo voluntário e acarretando em maior produção de ácidos graxos para o animal (SANTOS *et al.*, 2001; COSTA *et al.*, 2015).

A eficiência microbiana é dependente da disponibilidade de nitrogênio (N), dentro do rúmeme, da presença de carboidratos (CHO), e da produção de trifosfato de adenosina (ATP), por estes mesmos microrganismos (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2007). A microbiota ruminal é dividida em dois grupos fermentativos: aqueles que fermentam celulose e hemicelulose - os quais têm crescimento lento e utilizam amônia como fonte principal de N para sua própria síntese; e os que fermentam amido, pectinas e açúcares - estes têm crescimento mais rápido do que aqueles e utilizam tanto a amônia quanto aminoácidos como fonte de nitrogênio, na proporção de 2/3 de aminoácidos para 1/3 de amônia (SNIFFEN *et al.*, 1992).

Na síntese microbiana, ocorre a fixação de Nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) a uma molécula de carbono, envolvendo gasto energético, por isso a necessidade de balanço entre energia e proteínas. Fontes energéticas de alta degradabilidade necessitam de fontes de nitrogênio de alta degradabilidade, como é o caso do NNP (HOOVER & STOKES, 1991). De acordo com WALLACE (1996), em dietas ricas em proteínas vegetais, o uso da amônia fica em torno de 23% e, em dietas com baixa concentração de proteínas vegetais, o uso do N-NH<sub>3</sub> chega a 100%.

No ciclo da ureia, 40 a 80% da ureia, reciclada pelo fígado, voltam para o rúmeme (LAPIERRE & LOBLEY, 2001). A concentração de N-NH<sub>3</sub> no rúmeme é o que determina qual a proporção da ureia reciclada será destinada ao rúmeme (CHENG E WALLACE, 1979). Segundo LAPIERRE & LOBLEY (2001), da amônia presente no rúmeme, cerca de 50% é usada na síntese microbiana, 10% é eliminada, via fezes, e 40% é reabsorvida pelo organismo. Desta parte reabsorvida, cerca de 33% da ureia reciclada pelo fígado é excretada via urina, e

67% volta para o trato gastrointestinal, via saliva ou via transepitelial.

Foi observado por SILVA *et al.* (2019), em uma análise de vários trabalhos, que a reciclagem de N, pelo próprio organismo, sofre alterações de acordo com a proporção de PDR da dieta total. Visto que, em dietas ricas em PDR, a proporção de N reciclado é de 50% do N fornecido na PDR e, também visto que, em dietas de baixo PDR, o N reciclado pode chegar a 200% do N fornecido na PDR da dieta.

Cerca de 40 a 100% do nitrogênio consumido pelas bactérias é derivado da amônia. Entre uma e duas horas, após a ingestão de NNP, acontece o pico de amônia no rúmem. (VALADARES FILHO *et al.*, 2010; KOZLOSKI, 2019). Assim, a sincronização de NNP com energia de alta degradabilidade evitará o excesso de amônia, o qual pode provocar o aumento do PH ruminal, forçando a uma absorção pelo fígado acima de sua capacidade (OLIVEIRA *et al.*, 2001).

## **A UREIA**

O uso de NNP, na alimentação de ruminantes, data desde 1879. A ureia começou a ser industrializada por Bassarow em 1870, mas a utilização de ureia na nutrição de bovinos se consolidou a partir da primeira guerra mundial, devido à escassez de alimentos no mundo. Então os alemães intensificaram o uso da ureia neste seguimento, a fim de aumentarem a produção de carne bovina, a um custo mais baixo (SANTOS *et al.*, 2001).

A ureia, suplemento muito usado na pecuária, de origem sintética, é pouco palatável, mas sendo bem encaixada na dieta, ela será bem aceita pelos bovinos (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2007; SANTIAGO & ARALD, 2020). Apesar de ser um composto nitrogenado, não pode ser considerada uma proteína, pois não apresenta uma estrutura de aminoácidos ligados por peptídeos (MAYNARD *et al.*, 1984).

A ureia é um composto químico orgânico, cristalino, de cor branca, solúvel em água e álcool (MAYNARD *et al.*, 1984). Ela é classificada, quimicamente, como uma amida, seu nome químico é diaminometanal, sua fórmula química é  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$  (FOGAÇA, 2015; SOUSA *et al.*, 2018). Produzida a partir de amônia e dióxido de carbono, comporta entre 42 a 45% de nitrogênio (PAULA *et al.*, 2009; SOUSA *et al.*, 2018).

Os ruminantes têm a capacidade de converter a ureia em proteína de alto valor biológico, através da ação das bactérias ruminais (RAYMOND, 1969). Ela é um excelente ingrediente para o fechamento de dietas, desde que sejam observadas as recomendações do seu uso, como por exemplo, a quantidade, homogeneidade na mistura e formas de

armazenamento. Sua eficiência depende de um correto balanceamento na dieta, sincronizando sua disponibilidade no rúmex com a dos carboidratos fermentáveis (SANTIAGO & ARALD, 2020).

A microbiota ruminal, através da ação da urease, converte a ureia, rapidamente, em N-NH<sub>3</sub> e CO<sub>2</sub> (WALLACE, 1996). Segundo SOUSA *et al.* (2018), a cada 100 gramas de ureia fornecida ao animal, seriam produzidas 290 gramas de proteína microbiana. Levando-se em conta que o nitrogênio das proteínas é, em média, de 16%, na divisão de 100% por 16, chegaremos ao fator 6,25, para calcular a proteína bruta. Então, sabendo-se que o nitrogênio da ureia pecuária varia de 42 a 46,7%, o resultado da mesma varia de 262,6 a 291,9% em equivalente proteico (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2007).

A amônia é um tipo de eletrólito fraco, que possui 02 formas: a forma ionizada (NH<sub>4</sub>) e a forma não ionizada (NH<sub>3</sub>), que ficam em solução e equilíbrio, dependendo da temperatura e PH do ambiente (VISEK, 1968). A absorção da NH<sub>3</sub>, pelo epitélio ruminal, é de forma passiva, embora sua proporção seja pequena, em relação a NH<sub>4</sub>. O PH do rúmex é fator determinante na quantidade de ambas, pois o hidrogênio livre é, rapidamente, capturado para formar a NH<sub>4</sub> (VISEK, 1984). Assim, a concentração de amônia no rúmex depende das taxas de produção e absorção da mesma, sempre determinadas pelo PH do meio (NOLAN, 1993).

A fixação do N-NH<sub>3</sub> ruminal aos aminoácidos, pelas bactérias para sua própria síntese, é mediante a ação de duas enzimas: a glutamina sintetase (GS), a qual atua mais, quando o N ruminal está baixo e a mesma faz uso de ATP para a fixação; e a glutamato desidrogenase (GDH), a qual atua constantemente e não faz uso de ATP para a fixação. Portanto, a síntese microbiana fica prejudicada, sempre que o N ruminal está em baixas concentrações. Assim, dieta nas quais não há um balanço de energia e N, a produção animal terá baixo desempenho, devido à dificuldade na síntese proteica (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2007).

Um dos grandes problemas, no uso de ureia na alimentação de bovinos, é a velocidade de hidrólise da ureia, a qual proporciona um pico de amônia muito rápido, após a ingestão (SANTOS, 2011; SANTIAGO & ARALD, 2020). Se o animal não estiver adaptado, a quantidade for acima do recomendado ou se aporte de alimentos energético de alta degradabilidade não estiverem presentes, ocorrerá um aumento muito grande de amônia, acima da capacidade de uso pela microbiota ruminal, aumentando consideravelmente o PH ruminal - alcalose - e isso provocará uma absorção da amônia acima da capacidade do metabolismo do animal, levando a diversas desordens metabólicas, podendo levar o animal a morte (SANTOS, 2011; SANTIAGO & ARALD, 2020).

Quando a quantidade de amônia no rumem é maior que a utilizada pelos microrganismos, a amônia é transportada pela circulação portal para o fígado, onde ocorrerá a transformação da mesma em ureia, a qual será excretada ou reutilizada. A amônia, na sua forma livre, é tóxica para os ruminantes (SANTOS *et al.*, 2001; MUSCHER *et al.*, 2010). A amônia tem afinidade pela hemoglobina, transformando-se em metahemoglobina, a qual tem pouca capacidade de transportar oxigênio (MUSCHER *et al.*, 2010).

Para administrar a ureia à dieta, deve-se observar o peso corpóreo, a dieta total, quantidade de PDR etc. A adaptação deve no mínimo de 2 a 3 semanas, com porções gradativas e divididas em mais de uma refeição. (BARTLEY *et al.*, 1976; SANTIAGO & ARALD, 2020). Não é recomendado o fornecimento para bezerros com menos de 90 dias e animais fracos ou doentes, que estiverem em jejum (TOWNSEND *et al.*, 1998). É recomendado, no máximo, entre 1% e 1,5% da dieta total ou até 3% do concentrado (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2007; LIMA, 2017). De acordo com FARIA *et al.* (1984), se um animal não estiver adaptado, porções acima de 45 a 50 g para cada 100 Kg de peso corporal, pode ser fatal.

A amônia, presente no ambiente ruminal, deve estar entre 4 a 5 mg/dl para o adequado crescimento microbiano (SATTER & SLYTER, 1974). Porém, DETMANN *et al.* (2009) afirmam que esta taxa deve estar entre 8 a 15 mg/dL para que o animal maximize seu potencial de produção. SANTOS (2011) alega que a intoxicação já começa a dar sinais, quando a taxa de amônia no sangue está acima de 2 mg/dl.

Os primeiros sinais de intoxicação são reflexos da neurotoxicidade, pois a amônia consegue atravessar a barreira hematocefálica, provocando um desequilíbrio de aminoácidos no cérebro, o que leva a distúrbios na condução neural (COOPER & PLUM, 1987; SANTOS, 2011). Os sinais podem ocorrer entre 30 a 60 minutos após a ingestão excessiva (TOWNSEND *et al.*, 1998).

Quando o animal apresentar sinais de intoxicação por ureia, a abordagem deve ser com o intuito de diminuir o PH no ambiente ruminal e evitar o excesso de absorção da amônia. Para tanto, podem ser usados ácido acético ou vinagre a 5%, administrando, por via oral, de 4 a 6 litros, podendo repetir o processo, após 6 horas, caso o animal ainda esteja sintomático. Caso não haja ambos os produtos, pode-se recorrer à administração de 20 a 30 litros de água fria, com intuito de dificultar a absorção da amônia. Porém, em casos mais graves, onde os animais já se apresentam prostrados, com quadro de tetania e/ou convulsivos, os tratamentos, raramente, têm resultados positivos (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2007). Para WORD *et al.* (1969), o ácido acético pode ser de 5 a 10%, o qual deve ser novamente administrado, a cada

2 a 3 horas, até que os sintomas desapareçam. Os mesmos autores também relatam que o rápido esvaziamento ruminal pode contribuir para evitar que os animais morram.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do seu alto custo, as proteínas vegetais são indispensáveis na alimentação de bovinos. Mas a ureia pecuária vem como um substituto parcial, na suplementação proteica, com um custo mais reduzido e com ótimos resultados na bovinocultura. Para o seu uso, deve-se adaptar o bovino e evitar erros de formulações, pois, se fornecida de forma errônea, pode ser prejudicial à saúde e até mesmo à vida do animal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

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.

BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. **Nitrogen metabolism in the rumen.** Journal of dairy science, v. 88, p. 9–21, 2005.

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

CHENG, K.J.; WALLACE, R.J. **The mechanism of passage of endogenous urea through the rumen wall and the role of ureolytic epithelial bacteria in the urea flux.** British Journal of Nutrition, p. 553-7, 1979.

COOPER, A.J.L.; PLUM, F. **Biochemistry and physiology of brain ammonia.**



Physiological Reviews, v. 67, n. 2, p. 440-519, 1987.

COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T.; CARVALHO, I.P.C. **Digestibilidade total e parcial e balanço nitrogenado em bovinos em pastejo no período das águas recebendo suplementos com nitrogênio não-proteico e/ou proteína verdadeira.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, p. 2815-2826, 2011.

COSTA, N.D.L.; MONTEIRO, A.L.G.; SILVA, A.L.P.; MORAES, A.; GIOSTRI, A.F.; STIVARI, T.S.S.; PIN, E.A. **Considerações sobre a degradação da fibra em forragens tropicais associada com suplementos energéticos ou nitrogenados.** Archivos de Zootecnia, v. 64, n. 247, p. 31-41, 2015.

DELEVATTI, L.M.; ROMANZINI, E.P.; KOSCHECK, J.F.W.; ARAUJO, T.L.D.R.; RENESTO, D.M.; FERRARI, A.C.; REIS, R.A. **Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production.** Animal Feed Science and Technology, v. 247, p. 74-82, 2019.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C.; FILHO, S.C.V.; SAMPAIO, C.B.; SOUZA, M.A.; LAZZARINE, I.; DETMANN, K.S.C. **Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis–Menten kinetics.** Livestock Science, v. 126, p.136–146, 2009.

FARIA, V.P.; PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. **Uréia para ruminantes.** In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2. Anais... Piracicaba: FEALQ. p. 331-351. Piracicaba, 1984.

FOGAÇA, J.R.V. **Ureia.** (2015). Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com/quimica/ureia.htm> . Acesso em: 20 abr. 2022.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L.G.R.; TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; FERNANDES, F.D.; BARIONI, L.G.; MARTHA JÚNIOR, G.B. **Ureia na alimentação de vacas leiteiras.** EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111. Doc.186, p. 33. Planaltina, 2007.

GULINSKI, P. **Improving nitrogen use efficiency of dairy cows in relation to urea in milk – a review**. Animal Science Papers and Reports, v.34, p.5-24, 2016.

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.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. Santa Maria: UFSM. P. 212, 2019.

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G.E. **Nitrogen recycling in the ruminant: a review**. Journal of Dairy Science v. 84. P. 223-236, 2001.

LIMA, B. **Uso da ureia na nutrição de bovinos e sua viabilidade econômica** (2017). Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/46733/o-uso-da-ureia-na-nutricao-de-bovinos-e-sua-viabilidade-economica.htm> . Acesso em 05 mai. 2022.

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

MUSCHER, A.S.; SCHRÖDER, B.; BREVES, G.; HUBER, K. **Dietary nitrogen reduction enhances urea transport across goat rumen epithelium**. Journal of Animal Science, v. 88, p. 3390-3398, 2010.

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

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, 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 ureia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 30, p. 1621-1629, 2001.

PAULA, A.A.G.; FERREIRA, R.N.; ORSINI, G.F.; OLIVEIRA, L.G.; OLIVEIRA, E.R. **Ureia polímero e ureia pecuária como fontes de nitrogênio solúvel no rúmen:**

**parâmetros ruminal e plasmático.** Ciência Animal Brasileira, v.10, p. 1-8, 2009.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. **Bovinocultura funcional nos trópicos.** In: **Simpósio de produção de gado de corte**, Anais Viçosa-UFV, p. 217-305, 2008.

PEREIRA, L.G.R.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; TOMICH, T. R. **Utilização da ureia na alimentação de ruminantes no semi-árido.** **Biotecnologia e sustentabilidade**, anais. Lavras: UFLA: SBZ, 2008.

RAYMOND, W.F. **The nutritive value of forage crops.** Advances in Agronomy, v.21, p.1-108, 1969.

SANTIAGO, G.L.; ARALD, D.F. **Abordagens sobre o uso de ureia pecuária na alimentação de bovinos leiteiros.** XXV SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO E PESQUISA E EXTENSÃO: DESAFIOS DA CIÊNCIA EM TEMPOS DE PANDEMIA. UNICRUZ. CRUZ ALTA/RS, 2020.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSA, A.M. **Metabolismo de proteínas.** In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes.** 2. ed. Jaboticabal: Funep, Cap. 9. p. 265-297, 2011.

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

SANTOS, J.E.P. **Distúrbios metabólicos.** In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes.** 2. ed. Jaboticabal: Funep, Cap. 15. p. 439-516, 2011.

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. **Effect of ammonia concentration of rumen microbial protein production in vitro.** British Journal of Nutrition, v. 32, p.199-208, 1974.

SILVA, L.F.P.; DIXON, R.M.; COSTA, D.F.A. **Nitrogen recycling and feed efficiency of**

**cattle fed protein-restricted diets.** Animal Production Science, v. 59, p. 2094-2107, 2019.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B.A. **Net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability.** Journal of Animal Science, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SOUSA, A.V. ARIAS, A.L.; GOBETTI, S.T.C. **Ureia na alimentação animal.** Ciência Veterinária UniFil, v. 1, n. 2, p. 01-02, ISSN 2595-7791, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unifil.br/index.php/revista-vet/article/view/53> . Acesso em: 10 mai. 2022.

TORRES, L.B.; FERREIRA, M.D.A.; VÉRAS, A.S.C.; MELO, A.D.; ANDRADE, D.D. **Níveis de bagaço de cana e ureia como substituto ao farelo de soja em dietas para bovinos leiteiros em crescimento.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 32, n. 3, p. 760-767, 2003.

TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; PEREIRA, R.G.A. **Uréia pecuária: alternativa para a produção de carne e leite em Rondônia.** Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia. Circular Técnica, 37. p. 1-25, 1998.

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. B.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. C.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** 3. ed. Anais...Viçosa, MG: UFV/DZO, p. 502, 2010.

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

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

WALLACE, R.J. **Ruminal microbial metabolism of peptides and amino acids.** Journal of Nutrition, v. 126, n. 1, p. 1326-1334, 1996.

WORD, J.D.; MARTIN, L.C.; WILLIAMS, D.L.; WILLIAMS, E.I.; PANCIEIRA, R.J.;

NELSON, T.E.; TILLMAN, A.D. **Urea toxicity studies in the bovine.** Journal of Animal Science, v. 29, p. 786-791, 1969.