



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

Castañeda, Roman David; Ferriani Branco, Antonio; Marcantonio Coneglian, Sabrina; Barreto, Julio Cesar; Granzotto, Fernanda; Teixeira, Silvana

Substituição de uréia por cloreto de amônio em dietas de bovinos: digestibilidade, síntese de proteína microbiana, parâmetros ruminais e sanguíneos

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 31, núm. 3, 2009, pp. 271-277

Universidade Estadual de Maringá

.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126497007>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Substituição de uréia por cloreto de amônio em dietas de bovinos: digestibilidade, síntese de proteína microbiana, parâmetros ruminais e sanguíneos

Roman David Castañeda<sup>1</sup>, Antonio Ferriani Branco<sup>2\*</sup>, Sabrina Marcantonio Coneglian<sup>1</sup>, Julio Cesar Barreto<sup>1</sup>, Fernanda Granzotto<sup>1</sup> e Silvana Teixeira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: afbranco@uem.br

**RESUMO.** Foram utilizados cinco bovinos machos, castrados, da raça Holandesa Preta e Branca, com 450 kg de peso vivo em um delineamento quadrado latino 5 x 5, sendo os tratamentos cinco níveis de substituição, 0, 25, 50, 75 e 100% de ureia por cloreto de amônio, como fontes de nitrogênio não-proteico da dieta. Houve redução linear ( $p < 0,05$ ) na ingestão e no fluxo fecal, além de aumento na digestibilidade da MS, MO, PB, FDN e EE com a inclusão do cloreto de amônio na dieta. A inclusão de cloreto de amônio na dieta influenciou de forma quadrática ( $p < 0,05$ ) o pH da urina, aumentou ( $p < 0,05$ ) o volume urinário assim como a excreção de ácido úrico. Os tratamentos não influenciaram ( $p > 0,05$ ) a excreção de alantoina e de derivados de purinas na urina, purinas absorvidas, síntese de compostos nitrogenados microbianos e eficiência de síntese de proteína microbiana. Houve queda linear ( $p < 0,05$ ) no pH do líquido ruminal e N ureico plasmático com a substituição da ureia pelo cloreto de amônio, mas os tratamentos não influenciaram ( $p > 0,05$ ) a concentração de amônia no rúmen. O cloreto de amônio pode ser utilizado como fonte de NNP para bovinos em níveis de até 1,4% da matéria seca total da dieta.

**Palavras-chave:** derivativos de purina, fermentação ruminal, ingestão, nitrogênio não-proteico, ruminantes, sais anionicos.

**ABSTRACT.** Replacing urea with ammonium chloride in cattle diets: digestibility, synthesis of microbial protein, and rumen and plasma parameters. Five Holstein steers weighting 450 kg were used in a 5 x 5 Latin square statistical design, where treatments consisted of five replacement levels: 0, 25, 50, 75 and 100% of urea by ammonium chloride, as non-protein nitrogen in the diet. There was a linear decrease ( $p < 0.05$ ) on intake and fecal flow, as well as a linear increase in apparent digestibility of DM, OM, CP, NDF and EE as result of ammonium chloride inclusion in the diet. There was a quadratic effect ( $p < 0.05$ ) on urine pH and a linear increase of urine volume and uric acid ( $p < 0.05$ ) as a result of ammonium chloride use. Treatments did not influence ( $p > 0.05$ ) daily excretion of allantoin, purine derivatives, absorbed purines, as well as microbial nitrogen compounds and microbial efficiency synthesis. Rumen pH and plasma urea nitrogen decreased linearly ( $p < 0.05$ ) but treatments did not influence ( $p > 0.05$ ) ruminal ammonia concentration as urea was replaced by ammonium chloride. Ammonium chloride can be used as a non-protein nitrogen source in ruminant diets up to level of 1.4% of diet dry matter.

**Key words:** purine derivatives, ruminal fermentation, intake, non-protein nitrogen, ruminants, anionic salts.

## Introdução

Os bovinos criados em condições de pastagens em clima Tropical, como é o caso do Brasil, experimentam carências de diversos nutrientes que afetam a produtividade (LENG, 1984). Entre os nutrientes essenciais, a proteína é um dos nutrientes limitantes para o crescimento de bovinos criados nessas condições (SOUZA et al.,

2002). Para se prevenir ou atenuar os efeitos desta carência, tem-se recomendado o uso de suplementos produzidos com alimentos industrializados ou com fontes de nitrogênio não-proteico, principalmente nos períodos mais críticos do ano.

Na escolha dos alimentos para a produção desses suplementos é importante considerar que o

metabolismo proteico é complexo e envolve vários fatores importantes como a taxa de degradação da proteína no rúmen, a utilização de amônia pelos microrganismos ruminais, a síntese de proteína microbiana, a qualidade da proteína não-degradada no rúmen e a fonte de carboidratos não-estruturais. Todos os fatores citados anteriormente devem ser combinados para atender plenamente as exigências de manutenção e produção e permitir aos animais a plena expressão de seu patrimônio genético.

Na busca pela suplementação mais econômica sem perder de vista a eficiência, tem-se optado cada vez mais pelo uso de fontes de nitrogênio não-proteico (NNP). E, nesse sentido, a ureia tem sido boa alternativa de redução dos custos da suplementação proteica em bovinos (SALES et al., 2008).

No século passado, várias fontes de NNP foram avaliadas como alternativas em substituição à ureia, e entre as mais conhecidas estão: biureto, creatinina, diureido isobutano, nitrato, ácido úrico. Todavia, tais fontes não trouxeram os resultados esperados, ou por não produzir os mesmos resultados que a ureia ou por seu elevado custo (CHURCH, 1988).

Uma fonte alternativa de NNP pode ser o cloreto de amônio, substância classificada como sal de amônio e que tem sido usada na indústria da alimentação animal para se prevenir a febre do leite em vacas leiteiras. O cloreto de amônio induz à acidose metabólica, aumenta a mobilização de Ca dos ossos, aumenta a absorção de Ca no intestino e diminui os problemas causados pela febre do leite (HUTCHEON, 1971; CHING et al., 1989; HOUPT, 1996). Todavia, são escassas as pesquisas com relação ao uso de cloreto de amônio como fonte de NNP para bovinos.

O presente estudo avaliou os efeitos de dietas com diferentes níveis de substituição de ureia por cloreto de amônio em bovinos sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta, síntese ruminal de proteína microbiana, parâmetros ruminais e sanguíneos.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no Setor de Avaliação de Alimentos para Animais Ruminantes no período de fevereiro a dezembro de 2007. Foram utilizados cinco bovinos machos, da Raça Holandesa Preta e Branca, castrados, fistulados no rúmen e com peso médio de 455 kg. Os animais permaneceram em uma instalação totalmente coberta, com piso pavimentado, em baías individuais com 8,75 m<sup>2</sup> de área útil.

A alimentação foi oferecida na forma de mistura completa, à vontade, duas vezes ao dia, pela manhã (8h e 30 min.) e à tarde (16h e 30 min.), e o consumo foi ajustado de modo a permitir 5 a 10% de sobras em relação à matéria natural do alimento fornecido. O consumo diário foi estimado pela diferença entre o fornecido e as sobras. Os animais foram pesados no início de cada período experimental, com o objetivo de se ajustar o consumo de matéria seca.

Os cinco períodos experimentais duraram 14 dias, sendo os nove primeiros dias destinados à adaptação dos animais às dietas e os cinco últimos para coleta de amostras (sobras, fezes, urina, líquido ruminal e sangue).

Os alimentos utilizados na composição das dietas experimentais foram: silagem de cana, bagaço de cana, farelo de soja, milho, casca de soja, ureia, cloreto de amônio e suplemento mineral (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição percentual das dietas experimentais (%MS).

**Table 1.** Percentual composition of experimental diets (%DM).

Alimentos Feeds	Composição das dietas experimentais (%) <i>Composition of experimental diets, %</i>				
	100 U	75 U	50 U	25 U	0 U
Bagaço de Cana <i>Sugarcane bagasse</i>	19,50	19,35	19,20	19,05	18,90
Silagem de Cana <i>Sugarcane silage</i>	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Milho <i>Corn</i>	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Casca de Soja <i>Soybean hulls</i>	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Ureia <i>Urea</i>	0,80	0,60	0,40	0,20	-
Cloreto de Amônio <i>Ammonium chloride</i>	-	0,35	0,70	1,05	1,40
Suplemento Mineral <sup>1</sup> <i>Mineral supplement</i>	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
PB	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
CP					
FDN	56,2	56,0	55,9	55,8	55,6
NDF					
CNF	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6
NFC					
NDT	53,1	56,1	56,1	58,1	58,5
TDN					

<sup>1</sup>O Suplemento mineral continha 13% de Ca, 6% de P, 1% de S, 13,5% de Na, 0,099% de Cu, 1,064% de Zn, 0,09% de Mn, 0,0054% de Co, 0,0054% de I, 0,0015% de Sc, 0,247% de Fe e 0,06% de F.

<sup>1</sup>Mineral supplement contained 13% Ca, 6% P, 1% S, 13,5% Na, 0,099% Cu, 1,064% Zn, 0,09% Mn, 0,0054% Co, 0,0054% I, 0,0015% Sc, 0,247% Fe and 0,06% F.

Os tratamentos consistiram em fornecer ureia e/ou cloreto de amônio na dieta: 100 U = 100% ureia e 0% cloreto de amônio; 75 U = 75% ureia e 25% cloreto de amônio; 50 U = 50% ureia e 50% cloreto de amônio; 25 UC = 25% ureia e 75% cloreto de amônio; 0 U = 0% ureia e 100% cloreto de amônio. As sobras do alimento fornecido foram recolhidas diariamente dos comedouros, durante todo o período experimental

e, em seguida, pesadas, homogeneizadas e posteriormente retiradas frações de 10% do peso na base natural para compor a amostra composta por animal em cada período, sendo então congeladas a -20°C.

As amostras do bagaço e da silagem de cana foram coletadas duas vezes por semana e misturadas em amostras compostas, para cada período experimental. As amostras de milho, farelo de soja e casca de soja foram coletadas no início de cada período experimental. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e congeladas a -20°C.

As amostras de fezes (50 g) foram coletadas diretamente do reto no 10º e 12º dias de cada período, em dois horários diferentes, sendo no primeiro dia às 8 e às 12h e, no segundo dia, às 16 e às 20h, totalizando-se quatro amostras de fezes por animal, tratamento e período, as quais posteriormente foram congeladas a -20°C.

Para realização das análises de laboratório as amostras de alimentos, das sobras e de fezes foram descongeladas, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h e, posteriormente, trituradas em moinho de faca tipo Willey, usando peneira com crivo de 1 mm.

As amostras dos alimentos utilizados nas dietas experimentais, as sobras e as fezes foram analisadas para teores de MS, MO, PB, EE (AOAC, 1990), FDN e FDA (VAN SOEST et al., 1991). Os carboidratos não-fibrosos foram calculados pela seguinte equação: CNF = 100 - (%FDN + %PB + %EE + %cinzas) (SNIFFEN et al., 1992). O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e lignina de acordo com Van Soest et al. (1991).

Para estimativa da digestibilidade aparente dos nutrientes, utilizou-se como indicador interno a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), obtida após 144h de incubação *in situ* dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes, utilizando-se sacos de nylon, com porosidade média de 50 µm (COCHRAN et al., 1986).

Os nutrientes digestíveis totais das dietas foram calculados, segundo Sniffen et al. (1992): NDT = PBD + FDND + (EED x 2,25) + CNFD e segundo Weiss (1998), que leva em consideração os teores dos nutrientes oriundos dos alimentos.

Para se determinar o pH e a concentração de amônia no líquido ruminal, foram coletadas amostras de 100 mL no 14º dia de cada período experimental, via cânula ruminal, nos tempos 0; 2; 4;

6 e 8h. O tempo zero corresponde à amostra colhida imediatamente antes da primeira refeição (8h e 30 min.), e o tempo 8, imediatamente antes do fornecimento da segunda refeição (16h e 30 min.). O pH foi medido imediatamente após a coleta, usando-se um peágâmetro digital e, posteriormente, 50 mL de líquido ruminal foram acidificados com 1 mL de ácido sulfúrico (1:1) e armazenados a -20°C para posterior análise de amônio. A concentração de amônio nas amostras de líquido ruminal foi determinada pela técnica de Fenner (1965).

Foram coletadas quatro amostras spot de urina, sendo duas no 10º dia e duas no 12º dia de cada período experimental, pela manhã, antes de se fornecer alimento, e entre 3 e 4h após o fornecimento dos alimentos (pela manhã), durante micção espontânea. Imediatamente após a coleta, a urina foi homogeneizada e foi medido o pH. Em seguida, foram utilizados filtros de papel e alíquotas de 15 mL foram diluídas imediatamente em 135 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,036 N. Estas amostras tiveram o pH ajustado para valores inferiores a 3, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e precipitação do ácido úrico e foram armazenadas a -20°C para posteriores análises de creatinina, alantoína e ácido úrico.

A alantoína na urina foi analisada pelo método colorimétrico, conforme a técnica de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen e Gomes (1992). Para a determinação da concentração de creatinina e ácido úrico na urina foram utilizados kits comerciais (Labtest).

Foram coletadas amostras de sangue no 11º e 13º dias de cada período, às 11 e às 19h, por punção da veia jugular, utilizando-se a heparina como anticoagulante. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas por 15 min. a 2.500 x g e o plasma transferido para tubos eppendorf, considerando-se o animal, o horário e o período. O plasma resultante foi armazenado a -20°C para posterior análise de N ureico no plasma, utilizando-se kits comerciais (Gold Analisa).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental quadrado latino 5 x 5. Os dados foram interpretados por análise de variância e análise de regressão, adotando-se 5% de probabilidade, segundo SAS (2001).

## Resultados e discussão

As ingestões de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e extrato etéreo (EE) apresentaram redução linear ( $p < 0,05$ ) em função da substituição da ureia pelo cloreto de amônio (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios dos parâmetros digestivos em função da substituição de ureia por cloreto de amônio na dieta.

**Table 2.** Mean values of digestive parameters as function of replacing urea with ammonium chloride in the diet.

	Tratamentos Treatments	Regressão Regression	r <sup>2</sup>	EPM <sup>1</sup> SEM <sup>4</sup>
	100 U 75 U 50 U 25 U 0 U			
Materia Seca <i>Dry Matter</i>				
ING (g dia <sup>-1</sup> ) 8882,8 9030,5 8901,9 8198,3 7698,1 Y = 9182,7 - 12,8X 77,9 256,4 <i>INT<sup>1</sup></i>				
FF (g dia <sup>-1</sup> )	4307,5 4123,7 4103,4 3680,6 3346,3	Y = 4385,4 - 9,46X	91,5 174,8	<i>FF<sup>2</sup></i>
CDAT (%)	51,5 54,6 54,4 55,6 56,5	Y = 52,35 + 0,043X	85,2 0,8	<i>DIG<sup>3</sup></i>
Matéria Orgânica <i>Organic Matter</i>				
ING (g dia <sup>-1</sup> ) 8374,0 8479,1 8342,1 7669,4 7190,0 Y = 8646,5 - 12,7X 80,7 250,1 <i>INT</i>				
FF (g dia <sup>-1</sup> )	3929,9 3766,3 3757,9 3385,0 3012,8	Y = 4013,5 - 8,86X	89,6 165,5	<i>FF</i>
CDAT (%)	53,1 55,8 55,4 56,4 58,1	Y = 53,61 + 0,043X	85,4 0,8	<i>DIG</i>
Proteína Bruta <i>Crude Protein</i>				
ING (g dia <sup>-1</sup> ) 1102,6 1131,8 1113,6 1027,5 957,1 Y = 1145,6 - 1,58X 73,5 32,6 <i>INT</i>				
FF (g dia <sup>-1</sup> )	452,9 420,1 427,4 365,2 335,4	Y = 458,2 + 1,16X	90,1 21,6	<i>FF</i>
CDAT (%)	58,9 63,2 62,0 64,7 64,9	Y = 60,03 + 0,054X	77,2 1,1	<i>DIG</i>
Fibra em Detergente Neutro <i>Neutral Detergent Fiber</i>				
ING (g dia <sup>-1</sup> ) 4960,9 5019,3 4932,3 4500,5 4194,7 Y = 5131,8 - 8,20X 81,4 160,7 <i>INT</i>				
FF (g dia <sup>-1</sup> )	3217,5 3142,5 3119,4 2805,9 2537,6	Y = 3303,8 - 6,78X	87,9 127,9	<i>FF</i>
CDAT (%)	35,2 37,8 37,2 38,1 39,3	Y = 35,81 + 0,034X	79,9 0,67	<i>DIG</i>
Extrato Etéreo <i>Ether Extract</i>				
ING (g dia <sup>-1</sup> ) 140,35 141,29 140,40 130,82 121,54 Y = 144,8 - 0,19X 78,2 3,8 <i>INT</i>				
FF (g dia <sup>-1</sup> )	34,72 35,85 30,32 31,20 24,10	Y = 31,23	NS <sup>2</sup> 2,1	<i>FF</i>
CDAT (%)	74,95 75,50 79,22 77,27 79,95	Y = 77,38	NS 1	<i>DIG</i>
Carboidratos não-fibrosos <i>Non-fiber Carbohydrate</i>				
ING (g dia <sup>-1</sup> ) 2350,5 2432,2 2429,3 2354,9 2203,9 Y = 2354,16 NS 41,4 <i>INT</i>				
FF (g dia <sup>-1</sup> )	275,9 216,1 219,2 205,7 191,1	Y = 221,60	NS 14,4	<i>FF</i>
CDAT (%)	88,5 91,1 91,4 91,8 91,4	Y = 90,82	NS 0,6	<i>DIG</i>
Nutrientes Digestíveis Totais <i>Total Digestible Nutrients</i>				
NDT <sub>w</sub> (%)	68,37 68,38 68,39 68,40 68,41	Y = 68,37 + 0,0004X	99,9 0,01	<i>TDN<sub>w</sub></i>
NDT <sub>s</sub> (%)	53,07 56,11 56,12 58,11 58,49	Y = 53,81 + 0,05X	89,0 0,96	<i>TDNs</i>

<sup>1</sup>ING = ingestão; <sup>2</sup>FF = fluxo fecal; <sup>3</sup>CDAT = coeficiente de digestibilidade aparente total; <sup>4</sup>EPM = erro-padrão da média; <sup>5</sup>NS = p > 0,05.

<sup>1</sup>INT = intake; <sup>2</sup>FF = fecal flow; <sup>3</sup>DIG = digestibility; <sup>4</sup>SEM = standard error of the mean.

A ingestão de matéria seca caiu de 8.882 g dia<sup>-1</sup> com a dieta que continha 100% de ureia para 7.698 g dia<sup>-1</sup> na dieta que continha 100% de cloreto de amônio, o que representou redução de 13%. Os dados deste experimento concordam com os dados apresentados por Horst e Jorgensen (1974), que, fornecendo 0,56 g dia<sup>-1</sup> de cloreto de amônio por kg de peso vivo para cabras em lactação, observaram redução da ingestão de MS. Entretanto, Oetzel et al. (1988), suplementando vacas leiteiras com 100 g dia<sup>-1</sup> de cloreto de amônio, não observaram diferenças significativas na ingestão de

MS e relatam que os sais aniónicos têm baixa aceitabilidade quando administrados em uma mistura de grãos, mas não em ração total misturada, como ocorreu no presente experimento.

A substituição da ureia pelo cloreto de amônio aumentou linearmente ( $p < 0,05$ ) a digestibilidade da MS, MO, PB e FDN. Horst e Jorgensen (1974) forneceram 0,36 e 0,56 g dia<sup>-1</sup> de cloreto de amônio na dieta, por kg de peso vivo, em dietas de cabras em lactação e observaram que não houve aumento da digestibilidade da matéria seca, mas houve aumento da digestibilidade da PB da dieta.

Ao se considerar os resultados de digestibilidade aparente total da FDN, verificou-se aumento linear ( $p < 0,05$ ) com a inclusão do cloreto de amônio, passando de 35,2% (100 U) para 39,3% (0 U). Este aumento na digestibilidade pode ser decorrente da redução no consumo para o tratamento (0 U), como também da melhor eficiência microbiana com o cloreto de amônio como fonte de NNP. Em um estudo *in vitro*, utilizando líquido ruminal e sais de amônio, entre eles sulfato de amônio, Belasco (1954) observou excelente crescimento bacteriano, além de apresentar percentagem de digestão de celulose próxima à do tratamento com ureia.

Apesar do aumento da digestibilidade aparente da FDN com a inclusão do cloreto de amônio, a taxa ainda foi baixa, o que pode ser decorrente da inclusão de aproximadamente 60% de bagaço de cana mais silagem de cana na dieta, pois esses volumosos apresentam alto conteúdo de FDN com baixa digestibilidade.

O NDT calculado pelas equações propostas por Weiss (1998), assim como o NDT observado (SNIFFEN et al., 1992), aumentaram linearmente de valor ( $p < 0,05$ ) com a inclusão do cloreto de amônio em substituição à ureia da dieta.

A inclusão de cloreto de amônio em substituição à ureia diminuiu linearmente ( $p < 0,05$ ) o pH do líquido ruminal (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios do pH e concentração de amônia no líquido ruminal em função da substituição de ureia por cloreto de amônio na dieta.

**Table 3.** Mean values of pH and ammonia concentration in the ruminal fluid as a function of replacing urea with ammonium chloride in the diet.

	Tratamentos Treatments	Regressão Regression	r <sup>2</sup>	EPM <sup>1</sup> SEM
	100 U 75 U 50 U 25 U 0 U			
pH	6,49 6,38 6,34 6,25 6,20	Y = 6,48 - 0,003X	97,9 0,05	
N-NH <sub>3</sub> (mg dL <sup>-1</sup> )	13,10 12,14 13,71 12,82 12,64	Y = 12,88	NS <sup>2</sup> 0,26	

<sup>1</sup>EPM = erro-padrão da media. <sup>2</sup>NS = p > 0,05.

<sup>1</sup>SEM = standard error of the mean. <sup>2</sup>NS = p > 0,05.

Apesar desta redução, todos os valores de pH mantiveram-se acima de 6,2, considerado por Orskov (1988) como limite mínimo para adequada fermentação da fibra e para não prejudicar a atividade dos microrganismos celulolíticos. Os valores médios de pH

para cada tratamento do presente experimento foram semelhantes aos observados por Pereira et al. (2007), que, trabalhando com novilhos mestiços Holandês × Zebu alimentados com dietas que continham a mesma razão entre volumoso e concentrado deste experimento (60:40) e usando 0,80% de ureia, obtiveram em média um pH do líquido ruminal de 6,2. Os valores mínimos de pH no líquido ruminal em função do tempo pós-alimentação foram: 6,30; 6,20; 6,18; 6,05 e 6,05, para o 100 U, 75 U, 50 U, 25 U e 0 U, respectivamente, sendo estes valores encontrados 4h após alimentação.

Com relação às concentrações médias de amônio no líquido ruminal não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, e valores variaram de 12,6 a 13,7 mg de N-NH<sub>3</sub> 100 mL<sup>-1</sup> de líquido ruminal. Verificou-se que, para todos os tratamentos, os valores médios de concentração de amônio ruminal mantiveram-se em níveis superiores a 5 mg dL<sup>-1</sup>, considerados mínimos para adequada fermentação ruminal da parede celular (SATTER; SLYTER, 1974).

A substituição da ureia pelo cloreto de amônio teve efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) sobre o pH da urina (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios do pH da urina (pH), volume urinário (VUR), excreção diária de alantoína (ALA), de ácido úrico (AcU), de derivados de purinas (DP), purinas absorvidas (Pabs), estimativa de síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), eficiência de síntese de proteína microbiana (Ef) e N-ureico no plasma (NUP) em função da substituição de ureia por cloreto de amônio na dieta.

**Table 4.** Mean values of urine pH (pH), urinary volume (UV), excretion of allantoin (EA), uric acid (UA), purine derivatives (PD), and purine absorbed (PAbs), microbial synthesis of nitrogen compounds (MS), efficiency of microbial protein synthesis (EMP) and plasma N-urea (PNU) as function of replacing urea with ammonium chloride in the diet.

	Tratamentos Treatments					Ressagem Regression	r <sup>2</sup>	EPM <sup>1</sup> SEM <sup>2</sup>
	100 U 75 U 50 U 25 U 0 U							
pH	6,9	5,9	5,8	5,9	5,9	Ŷ = 6,8 - 0,03 + 0,0002X <sup>2</sup>	84,8	0,2
pH								
VUR (L dia <sup>-1</sup> )	8,4	7,7	12,2	13,1	13,2	Ŷ = 7,87 + 0,06X	79,9	1,2
UV								
ALA (mmol dia <sup>-1</sup> )	120,3	112,9	137,4	108,6	108,4	Ŷ = 117,5		5,4
EA								
AcU (mmol dia <sup>-1</sup> )	8,2	7,9	10,7	12,7	11,4	Ŷ = 7,97 + 0,04	72,5	0,9
UA								
DP (mmol dia <sup>-1</sup> )	128,5	120,8	148,1	121,2	119,8	Ŷ = 127,69		5,3
PD								
Pabs (mmol dia <sup>-1</sup> )	106,7	96,7	128,9	98,1	96,5	Ŷ = 105,37		6,2
PAbs								
Nmic (g dia <sup>-1</sup> )	77,6	70,3	93,7	71,3	70,1	Ŷ = 76,6		4,5
MS								
Ef (g PBmic kg <sup>-1</sup> NDT)	102,8	86,8	117,2	93,5	97,3	Ŷ = 99,54		5,1
EMP								
NUP (mg dL <sup>-1</sup> )	16,3	16,5	14,3	13,5	14,6	Ŷ = 16,31 - 0,026X	60,3	1,25
PNU								

<sup>1</sup>EPM = erro-padrão da media. <sup>2</sup>NS =  $p > 0,05$ .

<sup>1</sup>SEM = standard error of mean. <sup>2</sup>NS =  $p > 0,05$ .

Todos os animais que receberam dieta com cloreto de amônio tiveram pH da urina abaixo de 6. Os dados deste experimento concordam com os dados observados por Wang e Beede (1992), os quais, trabalhando com vacas Jersey suplementadas com 98 g de cloreto de amônio, observaram pH médio igual a 5,93. Schonewille et al. (1999), trabalhando com vacas leiteiras suplementadas com 144 g dia<sup>-1</sup> de cloreto de amônio, observaram valores de pH na urina ainda menores, de 5,73.

Com relação ao volume urinário, ocorreu aumento linear ( $p < 0,05$ ) à medida que o cloreto de amônio foi incluído na dieta. Os valores de volume urinário deste experimento são inferiores aos observados por Chizzotti et al. (2006), os quais, trabalhando com novilhas com peso médio de 453 kg, obtiveram valores de 17,47 L dia<sup>-1</sup>, bem como, em relação aos valores observados por Pina et al. (2006) que, trabalhando com vacas leiteiras suplementadas com 1,5% de ureia na dieta, observaram valores de 14,26 L dia<sup>-1</sup> de urina. Os animais que receberam dietas com 100 U e 75 U apresentaram menor volume urinário, e os valores obtidos neste experimento foram próximos aos observados por Silva et al. (2001) que, trabalhando com níveis crescentes de inclusão de ureia na dieta (0; 0,7; 1,4 e 2,1%), encontraram valores que variavam de 10,65 a 12,67 L dia<sup>-1</sup>.

Os valores de alantoína não foram influenciados ( $p > 0,05$ ) pelos diferentes níveis de substituição de ureia por cloreto de amônio na dieta, e o valor médio foi de 117,5 mmol dia<sup>-1</sup>. Os valores observados neste experimento foram mais baixos do que os observados por Magalhães et al. (2005) que incluíram diferentes níveis de ureia em dietas de novilhos e encontraram concentrações de alantoína de 154,7; 170,7; 172,7 e 173,4 mmol dia<sup>-1</sup> para os níveis de 0; 0,65; 1,30 e 1,95% de ureia. No entanto, foram próximos aos reportados por Rennó et al. (2000), que avaliaram níveis crescentes de ureia (0; 0,65; 1,30 e 1,95% na base da MS), em dietas de novilhos de quatro grupos genéticos e obtiveram 112 mmol de alantoína dia<sup>-1</sup>. A variabilidade dos dados encontrados na literatura ocorre por vários fatores e, entre estes, destacam-se a proporção de volumoso e concentrado da dieta, a porcentagem de fibra e a porcentagem de proteína degradável no rúmen.

Com relação à excreção de ácido úrico, houve aumento linear ( $p < 0,05$ ) com a inclusão de cloreto de amônio na dieta. Chen e Gomes (1992) consideram que a proporção de ácido úrico nos derivados de purinas (DP) varia de 15 a 20% e é muito constante no mesmo animal, mas varia entre animais. Entretanto, neste experimento essas

proporções ficaram entre 6,4 e 10,4%, e estão próximas daquelas observadas por Chizzotti et al. (2006) que, em média, foram de 8,25% de ácido úrico nos DP.

Quanto à excreção de purinas totais, purinas absorvidas (Pabs), estimativa de síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência de síntese de proteína microbiana (Efi) não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

O valor médio para eficiência de síntese de proteína microbiana observados neste experimento que foi de 99,5 g PBmic kg<sup>-1</sup> de NDT é menor do que os observados por Oliveira et al. (2001). A síntese de proteína microbiana depende da disponibilidade de carboidratos e de N no rúmen (CLARK et al., 1992; NRC, 2001; MAGALHÃES et al., 2005). Dessa maneira, para a maximização do crescimento microbiano deve existir uma sincronização entre a disponibilidade de energia fermentável e o N degradável no rúmen. A menor eficiência microbiana neste experimento pode ser explicada em parte pela baixa concentração de carboidratos não-fibrosos nas dietas que foi em média 25%, em contraste com o teor de FDN que foi de 56%.

A inclusão de cloreto de amônio na dieta reduziu linearmente a concentração de NUP ( $p < 0,05$ ), que variou de 13,5 a 16,5 mg dL<sup>-1</sup>. Segundo Valadares et al. (1997), a concentração de NUP resultante de máxima eficiência microbiana varia de 13,5 a 15 mg dL<sup>-1</sup> e, acima desses valores, estaria ocorrendo perda de proteína no processo de fermentação no rúmen. A concentração média de NUP do presente experimento foi pouco maior que aqueles obtidos por Oliveira et al. (2007), que, incluindo 0,6% de ureia, obtiveram 11,3 mg dL<sup>-1</sup>.

## Conclusão

A utilização de cloreto de amônio (100% do nitrogênio não-proteico) em dietas de bovinos diminui o consumo e melhora a digestibilidade dos nutrientes, assim como reduz o pH ruminal e a concentração de nitrogênio ureico plasmático, mas não influencia a concentração ruminal de amônia e síntese de proteína microbiana. O cloreto de amônio permite uma utilização mais eficiente do N e pode ser incluído em dietas de bovinos em 1,4% com base na matéria seca. No entanto, é importante acompanhar o consumo de matéria seca dos animais. Mais pesquisas devem ser realizadas nessa área utilizando dietas com maior teor de CNF e especialmente em vacas leiteiras e ovinos, em que o uso de cloreto de amônio poderia ter maior relevância.

## Referências

- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC International, 1990.
- BELASCO, I. J. Comparison of urea and protein meals as nitrogen sources for rumen microorganisms: urea utilization and cellulose digestion. *Journal of Animal Science*, v. 13, n. 4, p. 739, 1954.
- CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives** - an overview of technical details. Aberdeen: Rowett Research Institute; International Feed Research Unit, 1992.
- CHING, S. V.; FETTMAN, M. J.; HAMAR, D. W.; NAGODE, L. A.; SMITH, K. R. The effect of chronic dietary acidification using ammonium chloride on acid-base and mineral metabolism in the adult cat. *Journal of Nutrition*, v. 6, n. 119, p. 902-915, 1989.
- CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; CAMPOS, J. M. S.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M. A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 4, p. 1813-1821, 2006.
- CHURCH, D. C. **The ruminant animal**: digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs: OEB Broks, 1988.
- CLARK, J. H.; KLUSMEYER, T. H.; CAMERON, M. R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 75, n. 8, p. 2304-2323, 1992.
- COCHRAN, R. C.; ADAMS, D. C.; WALLACE, J. D.; GALYEAN, M. L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *Journal of Animal Science*, v. 63, n. 5, p. 1476-1483, 1986.
- FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. *Journal of Dairy Science*, v. 48, n. 2, p. 249-251, 1965.
- FUJIHARA, T.; ORSKOV, E. R.; REEDS, P. J.; KYLE, D. J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *Journal of Agriculture Science*, v. 109, n. 1, p. 7-12, 1987.
- HORST, R. L.; JORGENSEN, N. A. Effect of ammonium chloride on nitrogen and mineral balance in lactating and non-lactating goats. *Journal of Dairy Science*, v. 57, n. 6, p. 683-688, 1974.
- HUTCHEON, D. E. Diuretics. In: DIPALMA, J. R. (Ed.). **Drill's pharmacology in medicine**. Philadelphia: Blakiston Publication, 1971. p. 892-926.
- HOUPT, T. R. Equilíbrio ácido-básico. In: DUKES, H. H. (Ed.). **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1996. p. 5489-559.
- LENG, R. A. Supplementation of tropical and subtropical pastures for ruminant production. In: GILCHRIST, F. M. C.; MACKIE, R. I. (Ed.). **Herbivore nutrition in the subtropics and tropics**. Craighall: The Science Press, 1984. p. 129-144.

- MAGALHÃES, K. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; PAIXÃO, M. L.; PINA, D. S.; PAULINO, P. V. R.; CHIZZOTTI, M. L.; MARCONDES, M. I.; ARAÚJO, 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.
- NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- OETZEL, G. R.; OLSON, J. D.; CURTIS, C. R.; FETTMAN, M. J. Ammonium chloride and ammonium sulfate for prevention of parturient paresis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 71, n. 12, p. 3302-3309, 1988.
- OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; OLIVEIRA, G. A.; SILVA, R. N. M.; COSTA, M. A. L. Consumo, digestibilidade, 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, 2001.
- OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ASSIS, A. J.; TEIXEIRA, R. M. A.; RENNÓ, L. N.; PINA, D. S.; OLIVEIRA, G. S. Substituição do milho pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo, concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 1, p. 205-215, 2007.
- ORSKOV, E. R. **Nutrición proteica de los ruminantes**. Zaragoza: Acribia, 1988.
- PEREIRA, O. G.; SOUZA, V. G.; VALADARES FILHO, S. C.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, D. H.; CECON, P. R. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em bovinos de corte alimentados com dietas contendo silagem de sorgo e pré-secado de capim-tifton 85. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 6, p. 2143-2151, 2007.
- PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; DETMANN, E.; CAMPOS, J. M. S.; FONSECA, M. A.; TEIXEIRA, R. M. A.; OLIVEIRA, A. S. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 4, p. 1552-1559, 2006.
- RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R.; DIAS, H. L. C.; COSTA, M. A. L.; OLIVEIRA, R. V. Estimativa da produção de proteína pelos derivados de purinas na urina em novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 4, p. 1223-1234, 2000.
- SALES, M. F. L.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; PORTO, M. O.; MORAES, E. H. B. K.; BARROS, L. V. Níveis de uréia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária durante o período de transição águas-seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 9, p. 1704-1712, 2008.
- SAS-Statistical Analyses System. **SAS user's guide: Statistics**. 5. ed. Cary: SAS, 2001. (CD-ROM).
- SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. *British Journal of Nutrition*, v. 32, n. 2, p. 199-208, 1974.
- SCHONEWILLE, J. T.; VAN'T KLOOSTER, A. T.; WOUTERSE, H.; BEYNEN, A. C. Hypocalcemia induced by intravenous administration of disodium ethylenediaminetetraacetate and its effects on excretion of calcium in urine of cows fed a high chloride diet. *Journal of Dairy Science*, v. 82, n. 6, p. 1317-1324, 1999.
- SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; RENNÓ, L. N.; SILVA, J. M. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 6, p. 1948-1957, 2001.
- 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, n. 12, p. 3562-3577, 1992.
- SOUZA, M. A.; EZEQUIEL, J. M. B.; ROSSI JUNIOR, P.; MALHEIROS, E. B. Efeitos de fontes nitrogenadas com distintas degradabilidades sobre o aproveitamento da fibra, do nitrogênio e do amido em rações para bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 5, p. 2139-2148, 2002.
- VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, N. M.; VALADARES FILHO, S. C.; SAMPAIO, I. B. Níveis de proteína em dietas de bovinos. Concentrações de amônio ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 26, n. 6, p. 1270-1278, 1997.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- WANG, C.; BEEDE, D. K. Effects of ammonium chloride and sulfate on acid-base status and calcium metabolism of dry Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, v. 75, n. 3, p. 820-828, 1992.
- WEISS, W. P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 81, n. 3, p. 830-839, 1998.

Received on December 5, 2008.

Accepted on September 1, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.