



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PARÂMETROS METABÓLICOS DE OVINOS
CONFINADOS ALIMENTADOS COM UREIA DE
LIBERAÇÃO LENTA NA DIETA**

**Autor: Leile Daiane Ribeiro Freire
Orientador: Márcio dos Santos Pedreira**

**ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2014**

LEILE DAIANE RIBEIRO FREIRE

**PARÂMETROS METABÓLICOS DE OVINOS CONFINADOS
ALIMENTADOS COM UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA NA
DIETA**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. D.Sc. Márcio dos Santos Pedreira

Co-Orientador: Prof. D.Sc. Herymá Giovane de Oliveira Silva

**ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2014**

636.085 Freire, Leile Daiane Ribeiro

F933p Parâmetros metabólicos de ovinos confinados alimentados com ureia de liberação lenta na dieta. / Leile Daiane Ribeiro Freire. - Itapetinga: UESB, 2014.
66f.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – *Campus* de Itapetinga. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Márcio dos Santos Pedreira e co-orientação do Prof. D.Sc. Herymá Giovane de Oliveira Silva.

1. Ovinos confinados - Ureia protegida. 2. Ruminantes – Nutrição. 3. Nitrogênio não proteico. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Pedreira, Márcio dos Santos. III. Silva, Herymá Giovane de Oliveira. IV. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Ovinos confinados - Ureia protegida
2. Ruminantes – Nutrição
3. Nitrogênio não proteico

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

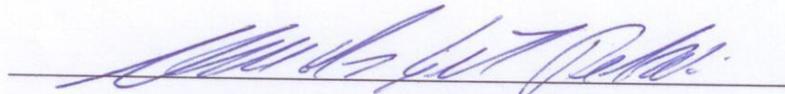
Título: "Parâmetros metabólicos de ovinos confinados alimentados com ureia de liberação lenta na dieta".

Autor (a): Leile Daiane Ribeiro Freire

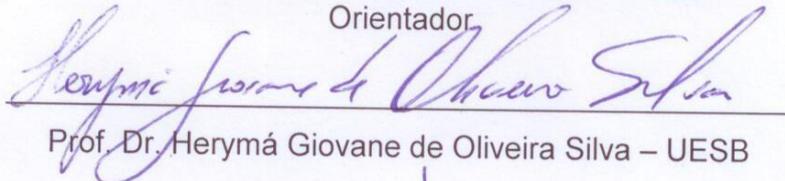
Orientador (a): Prof. Dr. Márcio dos Santos Pedreira

Co-orientador (a): Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva

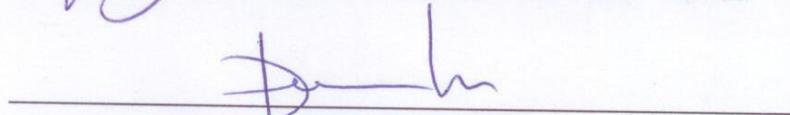
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Márcio dos Santos Pedreira – UESB
Orientador



Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva – UESB



Prof. Dr. Sérgio Augusto de Albuquerque Fernandes – UESB

Data de realização: 26 de fevereiro de 2014.

"Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende."

João Guimarães Rosa

A Deus, que em sua infinita bondade me permitiu concluir esta etapa;
Aos meus pais do coração, Lia e Gilvan, pelo amor, incentivo e companheirismo;
À minha mãe, Rosa, e meus irmãos, pelo apoio e carinho de sempre;
À tia Magda, por sempre ter uma palavra de incentivo, quando precisei;
Ao meu amorzão, Henrique, por ser o irmão mais lindo e abrilhantar minha vida. Com
você meu riso é fácil;
Ao meu Mozi, Fabrício, pelo apoio, fidelidade, companheirismo e amor de sempre;
Aos meus amigos (as), pelo incentivo em todos os momentos;
Aos meus professores, pela amizade e ensinamentos passados nessa longa trajetória;
A todos que contribuíram para realização deste trabalho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me abençoar em cada ciclo de minha vida, fortalecendo-me para realizar este trabalho com muito amor;

A José Gabriel da Costa, por ser a Luz que guia minha vida;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por ter me possibilitado desenvolver este trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos;

Ao professor Márcio Pedreira, pela orientação, amizade e confiança, por estar sempre disponível a me passar ensinamentos que são importantes para minha vida profissional e pessoal;

Ao professor Herymá, por estar sempre disponível a me auxiliar, serei eternamente grata;

À minha amiga e parceira do grupo de pesquisa, Luzyanne, pela amizade e por estar sempre comigo... a resenha é certa!!!

Às minhas amigas irmãs, Beatriz e Jeruzia, pelo amor e amizade que conquistamos ao longo desses anos;

Às minhas amigas lindas: Daiane Maria, Renara, Edileusa, Karina e Caline... cada uma a sua maneira e em seu tempo, grata pela amizade, amor; com vocês minha vida é mais colorida;

Aos meus amigos: Diego Nobre, Gonçalo, Abdias, Abias, Alexandre, Lázaro e Henrique, grata pela força, amizade e resenhas, claro!!

Ao meu amigo Motinha (Marcelo Mota), por ter sido meu braço direito na condução deste trabalho... Serei eternamente grata;

Ao amigo José Queiroz, pelos melhores momentos no laboratório, sem você não tem graça;

Aos colegas que me acolheram em seus experimentos: Evanilton, Léo, Luzyanne, Geógenes, Antônio Márcio (Tonhão) etc... Cada experimento me auxiliou a crescer como pessoa e foi importante para meu amadurecimento profissional;

Sou grata ao meu amor Fabrício, por todas as alegrias compartilhadas comigo, por entender minha ausência, algumas vezes, pelo amor e carinho que sempre demonstrou por mim. Te Amo Lindo!

Aos meus grandes amigos Ângelo e Maria e sua família, que me acolheram como membro da família, serei eternamente grata pelo apoio e incentivo;

À Irmandade Vitória, por ser pra mim uma fonte de alegria e por me ensinar a viver em/na UNIÃO;

À minha linda família, por ser meu suporte, meu exemplo, por não me abandonarem nunca... Eu amo vocês!!!

Sou grata a todos!!!

BIOGRAFIA

LEILE DAIANE RIBEIRO FREIRE, filha de Jason da Costa Freire e Rosilda Ribeiro Dias, nasceu em 17 de março de 1986, na cidade de Itabuna-BA.

Em fevereiro de 2007, iniciou o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), finalizando o mesmo em 2012.

Em abril de 2012, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia - Mestrado em Zootecnia, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, área de concentração em Produção de Ruminantes.

Em fevereiro de 2014, defendeu a presente dissertação.

Em março de 2014, ingressou no Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Produção de Ruminantes, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
I - REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
1.1 – Introdução.....	15
1.2 – Ureia de liberação lenta na alimentação de ruminantes.....	17
1.3 – Utilização de ureia na alimentação de ovinos.....	21
1.4 – Sincronização entre proteína e energia.....	23
1.5 – Referências bibliográficas.....	26
II – OBJETIVOS GERAIS.....	30
III - CAPÍTULO 1 - UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA EM DIETAS DE OVINOS CONFINADOS: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E COMPORTAMENTO INGESTIVO.	31
Resumo.....	31
Abstract.....	32
Introdução	33
Material e métodos	35
Resultados e discussão	40
Conclusão	49
Referências bibliográficas.....	50
IV - CAPÍTULO 2 - UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA EM DIETAS DE OVINOS CONFINADOS: BALANÇO DE NITROGÊNIO, EXCREÇÃO DE UREIA E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA.	52
Resumo.....	52
Abstract.....	53
Introdução	54
Material e métodos	56
Resultados e discussão	58
Conclusão.....	63
Referências bibliográficas	64

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1.	Proporção dos ingredientes nos concentrados.....	36
Tabela 2.	Composição química do feno de capim Tifton 85 (FT 85) e das dietas experimentais.....	36
Tabela 3.	Médias de consumo de nutrientes em g/dia significância dos contratos.....	42
Tabela 4.	Médias de digestibilidade da matéria seca e de nutrientes, significância dos contratos em função das dietas experimentais.....	45
Tabela 5.	Média dos tempos despendidos com alimentação (A), ruminação (R) e ócio (O) e o coeficiente de variação (CV).....	46
Tabela 6.	Comportamento ingestivo.....	48

CAPÍTULO 2

Tabela 7.	Excreções urinárias dos derivados de purina e síntese de proteína microbiana.....	59
Tabela 8.	Médias do N-ureico no plasma e urina, ureia plasmática e urinária, consumo de nitrogênio (N), N excretado nas fezes e urina e balanço de nitrogênio.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEE	Consumo de extrato etéreo
CCNF	Consumo de carboidratos não fibrosos
CFDA	Consumo de fibra em detergente ácido
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
CMO	Consumo de matéria orgânica
CMS	Consumo de matéria seca
CNDT	Consumo de nutrientes digestíveis totais
CPB	Consumo de proteína bruta
CNF	Carboidratos não fibrosos
EE	Extrato etéreo
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN _{cp}	Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína
FT-85	Feno do capim <i>Tifton 85</i>
MM _{tb}	Tempo gasto em mastigações meréricas por bolo
MM _{nb}	Número de mastigações meréricas por bolo
MM _{nd}	Número de mastigações meréricas por dia
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
N	Nitrogênio
N-fecal	Nitrogênio excretado nas fezes
N-urinário	Nitrogênio excretado na urina
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NBR	Número de bolos ruminais
PB	Proteína bruta
PDR	Proteína degradada no rúmen
PIDN	Proteína insolúvel em detergente neutro
QL	Quadrado latino

RESUMO

FREIRE, L.D.R. **Parâmetros metabólicos de ovinos confinados alimentados com ureia de liberação lenta na dieta.** Itapetinga-BA, 2014. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Produção de Ruminantes).*

O uso de fontes alternativas de proteína na alimentação de ruminantes é importante, já que fontes convencionais são concorrentes com a alimentação humana. A utilização de fontes proteicas de lenta degradação no rúmen pode trazer benefícios e aumentar a eficiência de utilização de nitrogênio pelo animal. A ureia destaca-se como fonte de nitrogênio não proteico, sendo largamente utilizada na alimentação de ruminantes. A grande vantagem de sua utilização deve-se ao fato de que o ruminante, por meio dos microrganismos do rúmen, pode satisfazer suas exigências em proteína, a partir do nitrogênio não proteico, quando o nível de produção é moderado. Para avaliar os parâmetros metabólicos de ovinos confinados, estudou-se o efeito da substituição de ureia convencional (UC) por ureia de liberação lenta (ULL) sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes e comportamento ingestivo dos animais, na região sudoeste da Bahia, usando as relações ULL: UC: T1 – 0:100%; T2 – 30:70%; T3 – 70:30%; T4 – 100:0%. Foram utilizados oito ovinos da raça Santa Inês, machos não castrados, com peso médio de 30 kg, distribuídos em dois quadrados latinos (QL) 4 x 4 balanceados. Os resultados foram interpretados estatisticamente por análise de variância, adotando-se o nível de 5% de significância e utilizando-se o SAS (1996). A inclusão de ureia de liberação lenta aumentou o consumo de MS, PB, FDN e MO linearmente. O consumo de FDA (423,14 g/dia) e CNF (379,71 g/dia) ($P < 0,05$) elevou-se com o uso de 30% de ULL. A ingestão de extrato etéreo (EE) aumentou quadraticamente. O CNDT teve efeito quadrático com ponto mínimo, quando fornecido 48,2% de ureia de liberação lenta (619,28 g/dia). A digestibilidade de MS refletiu o comportamento das digestibilidades de FDN, FDA, MO e CNF, quadraticamente. A digestibilidade da FDN e FDA foram distintas entre as dietas (37,85 e 33,10%), respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade da MO e PB diferiram em função dos níveis de ureia na dieta. As eficiências de alimentação e ruminação EAL e ERU (gMS/h,) e EAL e ERU (gFDN/h) foram maiores, quando fornecido 30% ULL. O tempo de mastigação total (TMT) não foi influenciado pelos tratamentos. O número de bolos ruminados (NBR) também não diferiu, sendo o valor médio de 708,5 bolos/dia. O número de mastigações meréricas por dia (MMnd) foram semelhantes entre os tratamentos. As excreções de alantoína e xantina cresceram linearmente, 11,06 e 3,06 mmol/dia, para o tratamento contendo 100% de ULL. A excreção de ácido úrico não foi influenciada pela ureia de liberação lenta média de 0,49 mmol/dia, bem como sobre purinas totais, purinas absorvidas, nitrogênio microbiano e proteína microbiana. A eficiência de produção de proteína microbiana (gPB/KgNDR) foi melhor com 70% de ULL. As concentrações de ureia no plasma (27,18 mg/dL) e na urina (2,79 mg/dL) N ureico no plasma (12,67 mg/dL) e na urina (1,30 mg/dL) não diferiram. A ingestão de N, as perdas de nitrogênio pelas vias urinária e fecal não diferiram. O balanço de nitrogênio foi positivo com comportamento quadrático. A ureia de liberação lenta em substituição à ureia convencional altera positivamente o consumo, mas reduz a digestibilidade dos nutrientes.

Palavras-chave: alimento alternativo, confinamento, nitrogênio não proteico, nutrição e ruminantes.

ABSTRACT

FREIRE, L.D.R. **Metabolic parameters of feedlot sheep fed with slow release urea in the diet.** Itapetinga-BA, 2014. (Dissertation – Mastership in Zootechny – Production of ruminants)*

The use of alternative sources of protein in ruminant feed is important, as conventional sources are competing with human food. The use of protein sources of slow degradation in the rumen can benefit and increase the efficiency of nitrogen utilization by the animal. Urea stands out as the non-protein nitrogen source, being widely used in ruminant feed. The great advantage of their use is due to the fact that ruminant by rumen microorganisms can satisfy their requirements protein from non-protein nitrogen when the production level is moderate. To evaluate the metabolic parameters of confined sheep, we studied the effect of replacing conventional urea (CU) by slow-release urea (SRU) on intake, digestibility of nutrients and grazing behavior in the southwestern region of Bahia, using UC : ULL the relations T1 - 0:100 % ; T2 - 30:70 % ; T3 - 70:30 % ; T4 - 100:0 % . Eight sheep Santa Ines, neutered males, with an average weight of 30 kg were divided into two Latin squares (QL) 4 x 4 balanced were used. The results were analyzed statistically by analysis of variance, adopting the 5% level of significance and using the SAS (1996). The inclusion of slow-release urea increased DM intake, CP, NDF and OM linearly. The use of FDA (423.14 g / day) and NFC (379.71 g / day) ($P < 0.05$) increased with the use of 30 % ULL. The intake of ether extract (EE) increased quadratically. The CNDT had a quadratic effect with minimum point when supplied 48.2 % of slow-release urea (619.28 g / day). The digestibility of DM due to the behavior of the digestibility of NDF, ADF, and NFC MO quadratic. The digestibility of NDF and ADF were different between diets (37.85 and 33.10 %), respectively. The digestibility of OM and CP differed depending on the levels of urea in the diet. The efficiencies of eating and ruminating EAL and ERU (gDM / h) and EAL and ERU (gNDF / h) were higher when provided 30 % ULL. The total chewing time (TMT) was not influenced by treatments. The number of ruminated cakes (NBR) did not differ, with the average value of 708.5 cakes / day. The number of chews (MMNd) were similar between treatments. Excretion of allantoin and xanthine increased linearly, 11.06 and 3.06 mmol / day for the treatment containing 100% ULL. The excretion of uric acid was not affected by urea average of 0.49 mmol / day slow release as well as on total purine, purines absorbed, microbial nitrogen and microbial protein. The efficiency of microbial protein production (GPB / KgNDT) was better with 70 % of ULL. The urea concentration in plasma (27.18 mg / dL) and urine (2.79 mg / dL) in plasma urea N (12.67 mg / dL) and urine (1.30 mg / dL) did not differ. The N intake, nitrogen losses through urinary and fecal pathways did not differ. Nitrogen balance was positive with quadratic behavior. The slow release urea instead of conventional urea positively alters consumption but reduces the digestibility of nutrients.

Keywords: alternative food, confinement, non-protein nitrogen, and ruminant nutrition.

*Adviser: Márcio dos Santos Pedreira, D.Sc., UESB e Coadviser: Herymá Giovane de Oliveira Silva, D.Sc., UESB

I - REFERÊNCIAL TEÓRICO

1.1- Introdução

O Brasil possui um rebanho ovino de aproximadamente 17,5 milhões de cabeças, sendo a grande maioria produzida em pastagens. Entretanto, a produção de carne ovina nestas condições não atende à demanda do mercado consumidor nacional. Tradicionalmente, nos trópicos, a produção de ruminantes em pastagens sofre os efeitos da sazonalidade de produção forrageira, limitando a produção e produtividade dos rebanhos brasileiros. Dessa forma, estratégias de alimentação devem ser implementadas para contornar os problemas decorrentes da distribuição irregular na oferta de forragem (Santos et al., 2008).

A utilização de fontes de nitrogênio não-proteico, entre elas a ureia, é uma das alternativas viáveis para redução dos custos com alimentação. A ureia é um composto orgânico rico em NNP, com 45% de N e potencial equivalente a 281% de PB, totalmente degradável no rúmen (NRC, 2001).

De acordo com Santos et al. (2011), a substituição de alimentos que contenham proteína verdadeira por alimentos com maior teor de nitrogênio, na forma de nitrogênio não proteico (NNP), como a ureia, pode melhorar a eficiência financeira da alimentação e reduzir a necessidade de compra e estocagem de concentrados proteicos; além disso, possibilita a formulação de dietas com maior inclusão ou de alimentos energéticos, ou de subprodutos fibrosos, ou de forragens. Esta estratégia explora a capacidade de ruminantes em sintetizar proteína microbiana de alto valor biológico a partir de NNP.

Entretanto, a rápida hidrólise da ureia por uréases microbianas pode resultar em disponibilidade ruminal de N amoniacal em taxa superior à capacidade de síntese de proteína microbiana, resultando em perda excessiva de N do rúmen para o sangue (Lapierre & Lobley, 2001). Acima de 70% do N ingerido, podem ser perdidos nas fezes e na urina (Tamminga, 1992).

Segundo Azevedo et al. (2008), a ureia é amplamente utilizada pelo seu baixo custo por unidade de nutriente, sendo utilizada na substituição parcial de fontes de

proteína verdadeira. Porém, sua alta taxa de hidrólise torna-se um problema pela rápida liberação de amônia e pelo acúmulo de $N-NH_3$ no rúmen, que precisa ser absorvida e levada ao fígado para metabolização e conversão em ureia, forma pela qual é excretada pela urina ou reciclada pela parede ruminal e saliva. Entretanto, esse processo gasta energia, diminuindo a disponibilidade de energia para o animal. Quando absorvida em grande quantidade, a amônia pode exceder a capacidade hepática de detoxificação, acumular-se no sangue e causar intoxicação, podendo levar à morte do animal. Por tudo isso, torna-se necessário um período de adaptação dos animais por ocasião da inclusão de ureia na dieta (Emerick, 1988).

A alta hidrólise ruminal, associada à necessidade de adaptação dos animais à alimentação com ureia, tem impulsionado o desenvolvimento de produtos que liberem esta ureia mais lentamente no rúmen, mas estas alternativas são geralmente mais caras do que a ureia (Azevedo et al., 2008).

A sincronização da degradação da proteína com a de carboidratos no rúmen permite maximizar o uso da proteína degradável no rúmen e minimizar as perdas de amônia através da parede ruminal.

O conhecimento do comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, pois possibilita ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho produtivo. De acordo com Hodgson (1990), os ruminantes adaptam-se às diversas condições de alimentação, manejo e ambiente, modificando seus parâmetros de comportamento ingestivo para alcançar e manter determinado nível de consumo compatível com as exigências nutricionais. Animais confinados gastam em torno de uma hora consumindo alimentos ricos em energia, ou até mais de seis horas, para fontes com baixo teor de energia e alto em fibra. Da mesma forma, o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e, provavelmente, é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Assim, quanto maior a participação de alimentos volumosos na dieta, maior será o tempo despendido com ruminação (Van Soest, 1994).

Pesquisas sobre uso de diferentes fontes de NNP (ureia convencional ou de liberação lenta) são necessárias para gerar informações que contribuam para um correto balanceamento de dietas para ovinos confinados, contribuindo, então, para o aumento da produção e com a redução dos custos de produção. Desse modo, conduziu-se este

trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da substituição da ureia por ureia de liberação lenta sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes e comportamento ingestivo de ovinos confinados.

1.2 - Ureia de liberação lenta na alimentação de ruminantes

A principal fonte de nitrogênio não proteico (NNP) fornecida a ruminantes como suplementação alimentar é a ureia, devido ao custo reduzido e à fácil manipulação. No rúmen, esta fonte de NNP é hidrolisada em nitrogênio amoniacal que, posteriormente, é incorporado pelos microrganismos ruminais e transformado em aminoácidos e proteínas de grande importância para os ruminantes (Berchielli, 2006).

A amônia é o principal composto para a síntese de proteína no rúmen, em que esta é incorporada principalmente em bactérias e, de modo reduzido, em protozoários e fungos. A velocidade de liberação de amônia no rúmen é o fator determinante na transformação do nitrogênio alimentar em proteína microbiana.

Nos últimos 30 anos, inúmeras tecnologias foram desenvolvidas para sincronizar a liberação de NNP com a degradação de carboidratos no rúmen, para maximizar a eficiência microbiana. Muitas dessas tecnologias visaram o controle da liberação de NNP a partir da ureia, que incluem amireia (Bartley & Deyoe, 1975), ureias tratadas com formaldeído (Prokop & Klopfenstein, 1977), proteção com gordura (Forero et al., 1980), proteção com biureto (Loest et al., 2001), ureia líquida e cloreto de Ca (Cass & Richardson, 1994) e ureia encapsulada com polímero (Galo et al., 2003).

Owens et al. (1980) obtiveram bons resultados na proteção da ureia, através do revestimento com óleo de linhaça. A digestibilidade aparente de MS, em novilhos, foi superior à ureia não tratada, e inferior a do farelo de soja; o consumo de MS no tratamento com ureia revestida foi superior ao observado com farelo de soja.

Prokop & Klopfenstein (1977) encapsularam a ureia com formaldeído; Forero et al. (1980) com óleos vegetais como linhaça, porém, esse encapsulamento resultou em menor conversão do NNP em amônia no rúmen e, conseqüentemente, menor síntese de proteína microbiana.

Trabalhos conduzidos na década de 70 (Helmer et al., 1970) testaram um produto resultante da extrusão da ureia com amido, a “Starea”, e observou uma liberação

ruminal mais lenta. Entretanto, Owens & Zinn (1988) relataram que compostos com liberação controlada de nitrogênio, tais como Starea, biureto, certos materiais de cobertura e a maioria dos complexos de ureia com formaldeído ou melaço, auxiliaram a evitar a toxicidade da amônia, mas não afetaram a utilização de nutrientes.

A efetividade de liberação destes produtos varia de baixa liberação de NNP, limitando a incorporação na proteína microbiana, ou liberação muito elevada de NNP, resultando em altos níveis de NNP (Akay et al., 2004).

A utilização do nitrogênio não proteico de liberação gradativa no rúmen pode ser uma estratégia para diminuir a utilização das fontes de proteína verdadeira e da ureia pecuária em dietas para ruminantes, com vantagens de diminuir os riscos com intoxicação por ureia, aumentar o espaço para inclusão de ingredientes na dieta, substituir fontes de proteína verdadeira de alto custo e/ou disponibilidade limitada, podendo ainda melhorar o sincronismo de nutrientes no rúmen, sem comprometer o desempenho produtivo de ruminantes (Souza et al., 2010).

A ureia peletizada, recoberta por um polímero biodegradável, é capaz de liberação controlada. Trata-se de uma fonte altamente concentrada de nitrogênio (42% de N), que pode alterar a função ruminal, fornecendo nitrogênio às bactérias ruminais numa velocidade que otimiza sua conversão em proteína microbiana (Akay et al., 2004).

Campos Neto (2003) realizou a análise química, biológica e toxicológica da ureia de liberação lenta e concluiu que, tanto na solubilização da ureia *in vitro*, quanto no tempo de liberação da amônia do líquido do rúmen, aliado ao teste clínico de intoxicação, mostram que a ureia revestida com polímeros, proporcionou a liberação lenta e contínua da amônia e evitou o aparecimento dos sinais clínicos de intoxicação. De acordo com Akay et al. (2004), a ureia encapsulada com polímero confere tempo de degradação da ureia de até 16 h, sendo a sua solubilização lenta e constante. Os autores avaliaram a utilização *in situ* do nitrogênio da ureia encapsulada, comparando com a ureia comum e com soja em grão. A degradação *in situ* da ureia de liberação lenta seguiu padrão mais semelhante ao da soja do que ao da ureia. A ureia de liberação lenta teve velocidade intermediária de utilização, durante as primeiras 16 h de fermentação ruminal, seguida de velocidade mais lenta de utilização de 16 a 30 h. Esse padrão de utilização em duas fases assemelhou-se ao observado para a soja. Gonçalves (2006) demonstrou que a degradabilidade da PB da ureia de liberação controlada apresenta

uma curva de liberação semelhante ao do farelo de soja. A degradação da ureia encapsulada no rúmen leva de 16 a 24 h, sendo a sua solubilização lenta e constante, seguindo um padrão mais semelhante ao da soja e do refinasil, enquanto a ureia é imediatamente solúvel.

Em avaliações com fermentadores *in vitro*, o uso de ureia encapsulada permitiu maior síntese de proteína bacteriana e utilização mais rápida de nutrientes em relação à dieta controle, aumentando a utilização de FDA, FDN, e MO, em 16,6; 6,8; 4,0 e 8,0%, respectivamente (Akay et al., 2004).

Entretanto, Owens e Zinn (1988) relataram que compostos com liberação controlada de nitrogênio, tais como amireia, biureto, certos materiais de cobertura e a maioria dos complexos de ureia com formaldeído e melaço, ajudaram a evitar a toxicidade do nitrogênio amoniacal, mas não afetaram a utilização de nutrientes.

Segundo Santos (2011), a utilização de ureia encapsulada para vacas lactantes, em substituição parcial ao farelo de soja, tem o potencial de diminuir o consumo de matéria seca, sem influenciar a produção de leite. Outro potencial benefício é que a ureia protegida pode ser mais eficiente na redução do nitrogênio ureico no leite, comparativamente à ureia convencional.

Souza et al. (2010) avaliaram os efeitos da ureia protegida na produção e composição do leite, utilizando-se 34 vacas da raça holandesa. Os tratamentos (T) foram compostos por dietas isoenergéticas e isonitrogenadas, com 1,66 ELL e 18,35% de PB, definidas como: T1 = 11,4% de farelo de soja e T2 = 0,4% de ureia encapsulada + 9,0% de farelo de soja. Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nas produções diárias de leite e de sólidos, de nitrogênio ureico no leite e da contagem de células somáticas. A substituição parcial do farelo de soja por ureia protegida não reduziu o desempenho produtivo das vacas em lactação.

Santos et al. (2011) estudaram a substituição parcial de farelo de soja na dieta-controle por ureia encapsulada ou por ureia, ambos acrescidos de polpa cítrica, na dieta de vacas em lactação. O teor de proteína bruta nas dietas foi 15,5%, cerca de 1,5% oriundo de nitrogênio não proteico (NNP). Os tratamentos foram: dietas com farelo de soja, como concentrado proteico (controle); e dietas em que a polpa cítrica e a fonte de NNP de liberação lenta, ou a ureia, substituíram o mesmo teor dietético de farelo de soja. O uso de NNP reduziu o consumo diário de matéria seca em 0,8 kg, sem

influenciar a produção de leite. A conversão do alimento em leite foi menor na dieta-controle. A substituição de farelo de soja por NNP e polpa cítrica melhorou a eficiência alimentar, sem afetar o balanço de nitrogênio.

Akay et al. (2004) descreveram a avaliação de desempenho com 220 vacas leiteiras recebendo dieta controle e outra com ureia de liberação lenta. A dieta com ureia de liberação controlada foi reformulada, retirando-se parte da proteína verdadeira, porém, mantendo-se as dietas isoproteicas e isoenergéticas. As vacas recebendo a dieta reformulada apresentaram incremento de 9%, aproximadamente, na produção de leite, e segundo os autores, esse incremento ocorreu devido à melhor utilização da ureia encapsulada como fonte de nitrogênio, aumentando, assim, a eficiência do rúmen em relação à ureia e à soja.

Em um segundo experimento, com 240 vacas, Akay et al. (2004) observaram que as vacas recebendo dietas formuladas com ureia de liberação controlada apresentaram redução de 0,89 kg no consumo de MS. Houve aumento no teor de gordura do leite, sem alterar sua produção, o que conferiu maior eficiência de conversão para as vacas recebendo ureia encapsulada. Em contrapartida, Gallo et al. (2003) compararam a produção de leite e excreção de N por vacas recebendo dietas com diferentes níveis de PB, com ou sem ureia protegida. Não foi verificada diferença na excreção de N na urina e na produção de leite.

De Paula et al. (2009) avaliaram os parâmetros ruminiais (pH e N-NH₃) e plasmático (ureia) de vacas mestiças (holandês x zebu) não-lactantes, canuladas no rúmen, inoculadas ou não com 28 g/animal/dia de nitrogênio não proteico. Os tratamentos foram: controle (sem inoculação de fonte de nitrogênio), inoculação de ureia pecuária e inoculação de ureia polímero. A ureia polímero proporcionou, além de estabilidade no pH, uma maior e constante concentração de N-NH₃ no meio ruminal, durante os tempos de observação.

Titto et al. (1999) avaliaram a substituição parcial da proteína do farelo de soja pela ureia protegida em rações completas para crescimento de cordeiros. As quatro rações foram compostas de feno moído de capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth), rolão de milho e farelo de soja, atendendo 100% (trat. A e B) e 70% (Trat. C e D) das exigências proteicas dos animais, com ou sem a substituição parcial da proteína pela ureia, nos níveis de 20,54% (Trat. B) e 26,10% (Trat. C). A inclusão da ureia não

alterou a digestibilidade da proteína bruta e a retenção de nitrogênio. A digestibilidade da matéria seca mostrou-se semelhante nas dietas que atenderam 100% dos requerimentos proteicos dos cordeiros, com ou sem a inclusão da ureia. Porém, quando a ureia contribuiu com 26,10% do N total da dieta (Trat. C), houve significativa diminuição na digestibilidade da matéria seca ($p < 0.01$).

Azevedo et al. (2008) verificaram o efeito da suplementação com ureia encapsulada ou normal sobre a utilização de volumoso de baixa qualidade em novilhos. Os tratamentos foram: Feno + sal mineralizado; Feno + suplemento proteico com ureia comum; Feno + suplemento proteico com ureia encapsulada fórmula 1; Feno + suplemento com ureia encapsulada fórmula 2. A suplementação de proteína degradável não foi eficiente em aumentar a utilização de volumoso de baixa qualidade. A ureia encapsulada não demonstrou superioridade em relação à ureia comum, não afetando os parâmetros avaliados.

Diniz et al. (2010) avaliaram os efeitos da utilização de probiótico e de ureia protegida na alimentação de novilhos confinados. Os animais do tratamento que receberam ração com probiótico e ureia protegida apresentaram maior ganho de peso e maior rentabilidade que os animais dos demais tratamentos.

1.3 - Utilização de ureia na alimentação de ovinos

As despesas com a alimentação contribuem de forma significativa nos custos de produção. Entre os itens que compõem a dieta de ruminantes, os suplementos proteicos são, geralmente, os componentes mais caros. Dessa forma, a utilização de alimentos alternativos, que substituam as fontes de proteína comumente utilizada na alimentação de ruminantes, é de grande interesse para a atividade pecuária. A ureia é um composto nitrogenado não-proteico (NNP) que pode ser utilizado para essa finalidade, uma vez que, comparada com outras fontes de nitrogênio, é economicamente mais barata e, se utilizada de forma adequada, tem condições de manter bons níveis de produção (Guimarães Junior et al., 2007).

A ureia tem sido utilizada na dieta de ruminantes por dois motivos básicos. Do ponto de vista nutricional, ela é usada para adequar a proteína degradável no rúmen (PDR). Do ponto de vista econômico, é usada com intuito de baixar o custo com a suplementação proteica (Santos, 2011). A ureia sintética é um produto químico obtido a

partir da síntese da amônia com o dióxido de carbono, sob condições elevadas de temperatura e pressão. O produto apresenta na sua composição 46,4% de nitrogênio; 0,55% de biureto; 0,25% de água; e 0,08% de amônia livre e cinzas. É encontrado, na maioria das vezes, no estado sólido, higroscópico, e possui elevada solubilidade em água, álcool e benzina (Coelho da Silva & Leão, 1979).

De acordo com o NRC (1989), o uso de ureia nas dietas de ruminantes é semelhante ao da proteína degradável no rúmen (PDR), embora a ureia não seja fonte de esqueletos de carbono de cadeia ramificada e nem de enxofre, os quais devem ser supridos pela PDR, uma vez que ambos são requeridos para a síntese microbiana de aminoácidos. Esta deve estar em sincronia com a disponibilidade de nitrogênio e carboidratos prontamente fermentescíveis no ambiente ruminal.

Os microrganismos ruminais são capazes de sintetizar proteína microbiana a partir de amônia e esqueleto carbônico, sendo o nitrogênio não proteico (NNP) uma das fontes de amônia para os microrganismos. Dentre as fontes de NNP disponíveis, encontra-se a ureia, a qual merece certa atenção em função do seu baixo custo (Titto et al. 1999).

Quando a ureia alcança o rúmen, é rapidamente desdobrada em amônia e CO₂ pela enzima uréase, produzida pelos microrganismos ruminais. A amônia presente no rúmen, resultante da ureia ou de outra fonte proteica, é utilizada pelos microrganismos para a síntese de sua própria proteína até satisfazer seus requerimentos, determinados pela disponibilidade de carboidratos fermentáveis. A amônia em excesso é absorvida pela parede do rúmen e, no fígado, é convertida em ureia. Esta conversão custa ao animal 12 kcal/g de nitrogênio (Van Soest, 1994). A excreção de ureia representa elevado custo biológico e desvio de energia para a manutenção das concentrações corporais de nitrogênio em níveis não tóxicos (Paixão et al., 2006).

Os microrganismos utilizarão corretamente NH₃, quando houver aporte adequado de energia. Portanto, devem-se fornecer fontes (proteicas e energéticas) que tenham sincronia na degradação, pois, caso contrário, além de ocorrerem perdas de nitrogênio amoniacal pelo excesso de sua liberação, a produção microbiana será reduzida e a degradação do alimento diminuirá (Russell et al., 1992 b). Isso irá acarretar sobrecarga de N-amoniacal no fígado e gasto maior de energia para a excreção da ureia, além de risco de intoxicação. Este processo metabólico é indesejável, pois exige o uso de energia, que poderia ser utilizada para a produção microbiana, uma vez que a síntese de

uma molécula de ureia apresenta balanço negativo de 1 ATP (Brody, 1993). Esta ureia permanece na circulação podendo até ser excretada via urina e voltar ao rúmen via saliva.

Souza et al. (2004) avaliaram o desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados, submetidos a uma dieta convencional, com outras três, que tiveram a fonte de proteína verdadeira substituída por níveis crescentes de ureia nos níveis 0,4; 0,8 e 1,2% da matéria seca total. A elevação dos teores de ureia, em substituição à proteína verdadeira, não afetou o desempenho dos cordeiros, nem os caracteres da carcaça e os demais componentes da carcaça.

Vidal et al. (2004) estudaram a viabilidade técnico-econômica da utilização da ureia, comparando-se à ração-padrão (milho e farelo de soja) e aquela contendo cama de frango para alimentação de ovinos da raça Santa Inês em confinamento. Os autores concluíram que o uso de 60% de concentrado com ureia pode substituir, com vantagem técnica e econômica, o uso de ração-padrão e ração com cama de frango no confinamento de ovinos da raça Santa Inês.

Segundo Owens et al. (1980), um dos agravantes da suplementação com ureia é o aumento excessivo da concentração de amônia, logo após a ingestão da ureia, devido à alta taxa de hidrólise no rúmen. A rápida hidrólise de ureia no rúmen pode levar a um quadro de intoxicação, o que pode ser um fator limitante da utilização da ureia.

1.4 - Sincronização entre proteína e energia

O objetivo da nutrição proteica dos ruminantes é fornecer quantidades adequadas de proteína degradável no rúmen para obter a máxima eficiência ruminal (NRC, 2001).

A eficiência do uso da proteína bruta dietética requer a seleção de proteínas complementares da alimentação e de suplementação de nitrogênio não proteico (NNP), capazes de fornecer as quantidades de proteína degradável no rúmen (PDR) para suprir as necessidades de nitrogênio (N) dos microrganismos ruminais (Mendes, 2009).

O ambiente ruminal é rico em microrganismos de diferentes espécies e a fermentação dos alimentos depende da atividade que estes exercem no rúmen. O principal substrato utilizado na síntese de proteína microbiana é a amônia, a qual provém de várias fontes de nitrogênio: dieta, saliva e uma pequena porção de ureia que

entra no rúmen via parede ruminal. A relação positiva entre a utilização de fontes de nitrogênio e a magnitude da digestão de celulose e amido indica a importância da amônia como um componente essencial para a digestão bacteriana destes componentes da ração (Helmer et al., 1970).

A extensão da síntese microbiana depende da quantidade de energia disponível no substrato, e não somente da quantidade e da natureza do material presente no rúmen (Hungate, 1966). Segundo Taniguchi et al. (1995), a sincronia na suplementação de amido e proteína para o rúmen reduz a absorção de amônia e aumenta a retenção de nitrogênio. A quantidade de amônia que poderá ser utilizada pelas bactérias depende da quantidade de energia disponível, ou seja, do alimento fermentescível ingerido.

Dessa forma, pode-se afirmar que a sincronização da degradação da proteína com a degradação dos carboidratos no rúmen permite maximizar o uso da PDR e minimizar as perdas de amônia através da parede ruminal.

Matras et al. (1991) avaliaram os efeitos da sincronização entre a fermentabilidade ruminal do amido e da proteína sobre o crescimento de cordeiros e observaram aumento na retenção de nitrogênio.

O que está de acordo com Kraft et al. (2009), que verificaram redução na perda de compostos nitrogenados via urina, ao fornecer ração com baixo teor de N para ovinos. Os mesmos autores constataram perda de N para rações desbalanceadas em energia. Segundo Kraft et al. (2007), quando cordeiros receberam rações desbalanceadas em N ou em energia, a captura líquida de aminoácidos essenciais (AAE) reduziu para rações com baixo teor de N ou energia em relação às rações balanceadas.

O crescimento microbiano é função da quantidade de energia proveniente da fermentação ruminal e é maximizado quando as taxas de fermentação do amido e da proteína estão sincronizadas (Russell et al., 1992). Segundo Teixeira (1997), a fonte de energia utilizada na alimentação dos ruminantes pode afetar a utilização da ureia, sendo que o amido é superior aos açúcares e à celulose, pois apresenta uma velocidade de liberação de energia compatível a uma melhor utilização da ureia (açúcares apresentam hidrólise muito rápida e a celulose muito lenta). Segundo Helmer et al. (1970), o amido parece ser a melhor fonte de energia para a conversão de amônia em proteína pelos microrganismos ruminais. A utilização sincronizada entre proteína e carboidrato, provenientes da dieta, é necessária para um ótimo crescimento microbiano,

beneficiando a digestibilidade ruminal e a eficiência na utilização de energia e proteína (Herrera & Huber, 1989). De acordo com Hoover & Stokes (1991), o aumento da síntese microbiana é responsável pelo maior fluxo de aminoácidos para o intestino delgado e também pela melhor eficiência da fermentação ruminal. Com a sincronização da degradação ruminal de proteína e amido, pode-se esperar um aumento na produção de proteína microbiana no rúmen e melhora na utilização de energia e fontes de N, uma vez que as bactérias ruminais necessitam desses dois nutrientes simultaneamente (Herrera – Saldana & Huber, 1989).

Conforme Huntington & Archibeque (1999), quando o aumento no suprimento de N não é acompanhado por um suprimento adicional de energia, a proporção de N-ureico na urina aumenta.

Conforme Cass et al. (1994) e Parré (1995), qualquer metodologia que efetivamente torne a ureia solúvel a taxas mais lentas do que quando fornecida in natura poderia conduzir a sua otimização em dietas para ruminantes, desde que adequadamente balanceadas para este fim. A liberação gradual de NH₃ permitiria aos microrganismos do rúmen realizar síntese mais constante de proteína celular.

A amônia produzida pelas enzimas bacterianas do rúmen é utilizada para a síntese proteica e, como o desenvolvimento da flora e fauna está diretamente relacionado com a digestão dos carboidratos, esta sincronia foi motivo principal para que o tratamento da ureia fosse orientado para o uso de polímeros (Henning et al., 1993, Gallo et al., 2003, Akay et al., 2004).

1.5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAI, V., TIKOFSKY, J., HOLTZ, C.Y.; DAWSON, K.A. Controlled release on non-protein nitrogen in the rumen. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED NA FOOD INDUSTRIES ANNUAL SYMPOSIUM, 20., 2004, **Proceedings...**: Nottingham University Press, 2004. p.179-185.

AZEVEDO, E.B.; PATIÑO, H.O.; SILVEIRA, A.L.F.; LOPEZ J.; BRUNING, G.; KOZLOSKI, V. Incorporação de uréia encapsulada em suplementos protéicos fornecidos para novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**, v.38, n.5, p.1381-1387, 2008.

BARTLEY, E.E., C.W. DEYOE. Starea as a protein replacer for ruminants. A review of 10 years of research. **Feedstuffs**, v. 47, p. 42-44, 1975.

BERCHIELLI, T., PIRES, A.V, OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 583p. 2006.

BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1993. 658p.

CAMPOS NETO, O; SCALZO, A.L; CAMPANHA, F.B. Análise Química, biológica e toxicológica de uréia de liberação lenta. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, ed.1. 2003.

CASS, J.L.; RICHARDSON, C.R.; SMITH, K.J. Evaluation of slow ammonia release from urea/calcium compounds. **Journal of Animal Science**, v. 27, 1994.

COELHO da SILVA, J.F., LEÃO, M. **Fundamentos da Nutrição dos Ruminantes**. Piracicaba, ed. Livroceres, 1979, 384p.

DINIZ, T.C.S; ALVES, J.B; ALVES, J.P.M; DINIZ, A.A; FERRAZ, M.L.P. Utilização de probiótico e uréia protegida na alimentação de bovinos terminados em confinamento. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 47., 2010, Salvador, **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.

EMERICK, R.J. Urea and nitrate intoxication. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal – digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p.551-556.

FORERO, O., OWENS, F.N., LUSBY, K.S.. Evaluation of slow-release urea for winter supplementation of lactating range cows. **Journal of Animal Science**, v. 50, p. 532-538, 1980.

GALO, E. et al. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.6, p.2154-2162. 2003.

GONÇALVES, A.P. **Uso de uréia de liberação lenta em suplementos protéico-energéticos fornecidos a bovinos recebendo forragens de baixa qualidade.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo – Pirassununga, 2006.

GUIMARÃES Jr, R. et al. **Uréia na alimentação de vacas leiteiras.** Embrapa Cerrados, 2007.

HELMER, L. G.; BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W.; MEYER, R. M.; PFOST, H. B. Feed processing. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 53, p. 330, 1970.

HENNING, P.H.; STEYN, D.G.; MEISSNER, H.H. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. **Journal of Animal Science**, Albany, v.71, p. 2516-2528, 1993.

HERREA-SALDANA, R.; HUBER, J.T. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 72, p. 1477, 1989.

HODGSON, J. Grazing management: science into practice. **Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture**, 1990. 203p.

HOOVER, W. M., STOKES, S. R. Balancing Carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.360-372, 1991.

HUNGATE, R.E. **The rumen and Its microbes.** New York: Academic Press, 1966, 533p.

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

KRAFT, G.; ORTIGUES-MARTY, I.; SAVARY-AUZÉLOUX, I. Splanchnic net release and body retention of nitrogen in growing lambs fed diets unbalanced for energy and protein. In **Energy and Protein Metabolism and Nutrition**, Vichy, France. ORTIGUES-MARTY, I. (Ed.). **Wageningen: Wageningen Academic Publishers, Netherkands**, 2007. p.351-352.

KRAFT, G.; GRUFFAT, D.; DARDEVET, D.; REMOND, D.; ORTIGUES-MARTY, I.; SAVARY-AUZÉLOUX, I. Nitrogen and energy imbalanced diets affect hepatic protein synthesis and gluconeogenesis differently in growing lambs. **Journal of Animal Science**, Albany, v.87, p.1747-1758, 2009.

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G.E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal of Animal Science**, v.84, suppl., p.E223-E236, 2001.

LÖEST, C. A.; TITGEMEYER, C. E.; LAMBERT, B. D.; TRATER, A. M. Urea and biuret as nonprotein nitrogen sources in cooked molasses blocks for steers fed prairie hay. **Animal feed Science and technology, Amsterdam**, v.94, p.115-126, 2001.

MATRAS, J.; BARTLE, S.J.; PRESTON, R.L. Nitrogen utilisation in growing lambs: effects of grain (starch) and protein sources with various rates of ruminal degradation. **Journal of Animal Science**, Albany, v.69, p. 339-347, 1991.

MENDES, C.Q. **Fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal na alimentação de ovinos**. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Urea and other non protein nitrogen compounds in animal nutrition. Washington: **National Academy of Sciences**, 1989.

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

OWENS, F.N., LUSBY, K.S., MIZWICKI, K., FORERO, O. Slow ammonia release from urea rumen and metabolism studies. **Journal Animal Science**, v.50: p. 527-31, 1980.

OWENS, F.N.; ZINN, R. A. Protein metabolism of ruminant animals. **In: The Ruminant Animal, Digestive Physiology and Nutrition** (D.C. Church, ed). Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, p. 227-249, 1988.

PAIXÃO, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Uréia em dietas para bovinos: consumo, digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, características de carcaça e produção microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**.v.35, n.6, p.2451-2460, 2006.

PARRÉ, C. **Utilização da uréia e da zeolita na alimentação de ovinos**. 1995. 96 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1995.

PROKOP, M.J.; T.J. KLOPFENSTEIN. Slow ammonia release urea. **Nebraska Beef Cattle Report**, p.77- 218, 1977.

RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992a.

RUSSEL, J. B.; O’CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992b.

SANTOS, J.W.; CABRAL, L.S.; ZERVOUDAKIS, J.T; SOUSA, A.L; ABREU, J.G; BAUER, M.O. Casca de soja em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.37, n.11, p.2049-2055, 2008.

SANTOS, J.F.; DIAS JUNIOR, G.S; BITENCOURT, L.L; LOPES, N.M. Resposta de vacas leiteiras à substituição parcial de farelo de soja por uréia encapsulada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.63, n.2, p.423- 432, 2011.

SOUZA, P.P.S; SIQUEIR, E.R; MAESTÁ, S.A. Ganho de peso, características de carcaça e dos demais componentes corporais de cordeiros confinados, alimentados com distintos teores de uréia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1185-1190, 2004.

SOUSA, V.L.S; ALMEIDA, R; SILVA, D.F.F.S; PIEKARKI, P.R.B; JESUS, C.P. Substituição parcial de farelo de soja por uréia protegida na produção e composição de leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.62, n.6, p.1415-1422, 2010.

TAMMINGA, S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. **Journal of Dairy Science.**, v.75, p.345-357, 1992.

TEIXEIRA, J.C.**Nutrição de Ruminantes**. Lavras: UFLA/FAEP, 1997, 239 P.

TITO, E.A.L, NOGUEIRA FILHO, J.C., BIZUTTI, O., FUKUSHIMA, R.S. Substituição parcial do farelo de soja (*Glycine max Merrill*) pela uréia em rações para cordeiros (*Ovis áries L.*) em crescimento: digestibilidade aparente e balanço nitrogenado. **ARS VETERINARIA**, 15(1): 61-66, 1999.

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

VIDAL, M. F.; DA SILVA, L. A. C.; SOUSA NETO, J. ; et al. Análise econômica de confinamento de ovinos: o uso da uréia em substituição à cama de frango e a dietas a base de milho e soja. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.493-498, 2004.

II - OBJETIVOS GERAIS

Avaliar os fatores produtivos e metabólicos, relacionados ao uso de ureia de liberação lenta (ULL) na alimentação de ovinos confinados sobre o consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, excreção de ureia e síntese de proteína microbiana.

III - CAPÍTULO I

UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA EM DIETAS DE OVINOS CONFINADOS: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E COMPORTAMENTO INGESTIVO

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito da substituição da ureia por ureia de liberação lenta sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes e comportamento ingestivo de ovinos confinados. Os tratamentos corresponderam a quatro dietas experimentais, usando as relações ULL: UC: T1 – 0:100%; T2 – 30:70%; T3 – 70:30%; T4 – 100:0%. Foram utilizados oito ovinos, com peso corporal médio de 30 kg, distribuídos em dois quadrados latinos (QL) 4 x 4 balanceados. Os resultados foram interpretados por análise de variância, adotando-se o nível de 5% de significância, utilizando-se o SAS (1996). A inclusão de ureia de liberação lenta aumentou linearmente o consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e matéria orgânica. Houve variação no consumo de fibra em detergente ácido e carboidrato não fibroso ($P < 0,05$) em função dos níveis de substituição de ureia, o nível de 30% de ULL mostrou-se mais significativo para ambos, 423,14 e 379,71 g/dia. A ingestão de extrato etéreo apresentou comportamento quadrático, com ponto de mínima em 25,5% de ULL. O consumo de nutrientes digestíveis totais teve efeito quadrático e alcançou ponto mínimo, quando fornecido 48,2% de ureia de liberação lenta (619,28 g/dia). A digestibilidade de MS refletiu o comportamento das digestibilidades de FDN, FDA, MO, CNF, que foram afetadas quadraticamente. A digestibilidade da FDN e FDA foram distintas entre as dietas, sendo os valores médios de 37,85 e 33,10%, respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade da MO e PB diferiram em função dos níveis de ureia na dieta. As eficiências de alimentação e ruminação (gMS/h) e em gFDN/h foram afetadas pelos níveis de ureia; a melhor expressão das eficiências foi observada, quando fornecido 30% ULL. O tempo de mastigação total não foi influenciado pelos níveis de substituição de ureia. O número de bolos ruminados também não diferiu, sendo o valor médio de 708,5 bolos/dia. O número de mastigações meréricas por dia foram semelhantes entre os tratamentos. A ureia de liberação lenta, em substituição à ureia convencional, altera positivamente o consumo, mas reduz a digestibilidade dos nutrientes.

Palavras-chave: confinamento, nitrogênio não proteico, nutrição, ruminantes, ureia protegida.

III - CHAPTER I

SLOW RELEASE UREA IN DIETS OF SHEEP CONFINED: CONSUMPTION, NUTRIENTS DIGESTIBILITY AND INGESTIVE BEHAVIOR

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of substitution of urea by slow-release urea on intake, digestibility and feeding behavior of feedlot sheep . The treatments consisted of four experimental diets , using the ULL relations : UC : T1 - 0:100 % ; T2 - 30:70 % ; T3 - 70:30 % ; T4 - 100:0 % . Eight sheep were used , with a mean body weight of 30 kg were divided into two Latin squares (QL) 4 x 4 balanced. The results were analyzed by analysis of variance , adopting the 5% level of significance , using the SAS (1996) . The inclusion of slow-release urea linearly increased the intake of dry matter , crude protein , neutral detergent fiber and organic matter . There was variation in the consumption of acid detergent fiber and non- fiber carbohydrate ($P < 0.05$) as a function of the substitution of urea, 30% level of ULL was more significant for both 423.14 and 379 , 71 g / day. The intake of ether extract quadratically with point of minimum 25.5% ULL . The total digestible nutrients had a quadratic effect and reached lowest point, when provided 48.2 % of slow-release urea (619.28 g / day) . The digestibility of DM due to the behavior of the digestibility of NDF, ADF , MO , CNF , which were affected quadratically . The digestibility of NDF and ADF were different between diets , with mean values of 37.85 and 33.10 % , respectively. The digestibility of OM and CP differed depending on the levels of urea in the diet . The efficiencies of feeding and rumination (gDM / h) and gNDF / h) were affected by the levels of urea ; the best expression of efficiencies was observed when provided 30 % ULL . The total chewing time was not affected by the replacement levels of urea . The number of cakes ruminated also not different , the mean value of 708.5 cakes / day. The number of chews were similar among treatments . The slow-release urea , instead of conventional urea , positively alters consumption but reduces the digestibility of nutrients .

Keywords: confinement , non-protein nitrogen, nutrition, ruminants , urea protected .

INTRODUÇÃO

A proteína é um nutriente importante e oneroso em dietas para ruminantes, por isso, deve ser eficientemente utilizada. Esses animais têm a capacidade de utilizar fontes de nitrogênio não-proteico como fonte de nitrogênio para síntese de proteína microbiana.

A ureia é amplamente utilizada pelo seu baixo custo, por unidade de nutriente, sendo utilizada na substituição parcial de fontes de proteína verdadeira. Porém, sua alta taxa de hidrólise torna-se um problema pela rápida liberação de amônia pelo acúmulo de N-NH₃ no rúmen, que precisa ser absorvida e levada ao fígado para metabolização e conversão em ureia, forma pela qual é excretada pela urina ou reciclada pela parede ruminal e saliva (Emerick, 1988).

Os microrganismos utilizarão corretamente NH₃, quando houver aporte adequado de energia. Portanto, devem-se fornecer fontes (proteicas e energéticas) que tenham sincronia na degradação, pois, caso contrário, além de ocorrerem perdas de nitrogênio amoniacal pelo excesso de sua liberação, a produção microbiana será reduzida e a degradação do alimento diminuirá (RUSSELL et al., 1992).

O suprimento de proteína em quantidade e qualidade, observando suas relações com os demais ingredientes dietéticos, torna-se importante, pois é o segundo nutriente mais limitante em dietas para ruminantes, de modo que as fontes proteicas são consideradas o ingrediente mais oneroso na formulação de rações, em função do elevado custo de fontes tradicionais, como o farelo de soja.

Mertens (1992) afirmou que os pontos críticos para se estimar o consumo são as limitações relativas ao animal, ao alimento e às condições de alimentação. Quando a densidade energética da ração é alta (baixa concentração de fibra), em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pela demanda energética. Para rações de densidade energética baixa (alto teor de fibra), o consumo será limitado pelo efeito de enchimento. Se houver disponibilidade limitada de alimentos, o enchimento e a demanda de energia não seriam importantes para prever o consumo.

Animais confinados gastam em torno de uma hora consumindo alimentos ricos em energia ou até mais de seis horas para fontes com baixo teor de energia e alto em fibra. Segundo Van Soest (1994), o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da

dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Alimentos concentrados e fenos finamente triturados ou peletizados reduzem o tempo de ruminação, enquanto volumosos com alto teor de parede celular tendem a elevar o tempo de ruminação. O aumento do consumo tende a reduzir o tempo de ruminação por grama de alimento.

O conhecimento do comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, pois possibilita ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho produtivo. Os ruminantes apresentam hábitos alimentares individuais, uma vez que possuem a capacidade de se adaptarem às diversas condições de alimentação, manejo e ambiente, modificando seus parâmetros de comportamento ingestivo para alcançar e manter determinado nível de consumo, compatível com as exigências nutricionais.

Pesquisas sobre uso de diferentes fontes de NNP (ureia convencional ou de liberação lenta) são necessárias para gerar informações que contribuam para o correto balanceamento de dietas para ovinos confinados, contribuindo, assim, para o aumento da produção e redução dos custos de produção. Desse modo, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da substituição da ureia por ureia de liberação lenta sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes e comportamento ingestivo de ovinos confinados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Reprodução animal - Centro Biotecnológico de Reprodução Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Itapetinga, localizada a 15°09'07" de latitude Sul, 40°15'32" de longitude Oeste, precipitação média anual de 800 mm, temperatura média anual de 27°C e com altitude média de 268 m.

Foram utilizados oito ovinos da raça Santa Inês, machos não castrados, com peso corporal médio inicial de 30 kg, com idade média de 210 dias. Os animais foram vermifugados e confinados em baias de madeira de 1,0 x 0,80 m (0,80 m²), com camas de maravalha trocadas a cada sete dias, com acesso a comedouros e bebedouros individuais, distribuídos em dois quadrados latinos (QL) 4 x 4 balanceados, de forma que cada tratamento precedesse o outro no mesmo número de vezes. O experimento teve duração de 95 dias, sendo sete dias iniciais destinados à adaptação dos animais às instalações e manejo e quatro períodos de 22 dias, dos quais quinze dias foram para adaptação às dietas e sete dias para coleta de dados.

Os tratamentos corresponderam às quatro dietas experimentais, em que a ureia convencional foi substituída pela ureia de liberação lenta (ULL), de maneira que o equivalente proteico proveniente dessas fontes foi semelhante entre as dietas, usando as relações ULL: UC: T1 – 0:100%; T2 – 30:70%; T3 – 70:30%; T4 – 100:0%; na MS total com relação volumoso:concentrado de 50:50, com uso de feno de capim *Tifton 85* (*Cynodon nlemfluensis* cv Tifton 68 X *Cynodon dactylon*). Nas tabelas 1 e 2 estão apresentadas as proporções dos ingredientes das rações concentradas e os teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro isenta de cinza e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), lignina (LIG) e nutrientes digestíveis totais (NDT) do feno de Capim Tifton 85 e das dietas experimentais.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes nos concentrados

Ingredientes (%)	Nível de ureia nos concentrados (%MS)			
	0%ULL	30%ULL	70%ULL	100%ULL
Milho moído	40,25	40,25	40,25	40,25
Melaço	4,0	4,0	4,0	4,0
Refinazil	3,0	2,99	2,98	2,98
Ureia Conv.	1,75	1,23	0,525	-----
ULL	-----	0,525	1,24	1,77
Feno Tifton-85	50	50	50	50
Mistura mineral ¹	1,0	1,0	1,0	1,0
Total	100	100	100	100

MS = matéria seca; ULL = ureia de liberação lenta.

Tabela 2. Composição química do feno de capim Tifton 85 (FT 85) e das dietas experimentais.

Item	FT 85	Nível de ureia nos concentrados (%MS)			
		0%ULL	30%ULL	70%ULL	100%ULL
MS (%)	87,22	88,05	88,52	87,40	87,49
MO (%)	92,8	93,13	94,07	94,72	94,05
PB (%)	4,4	21,02	20,02	19,79	19,55
PIDN (% MS)	2,4	1,86	1,79	4,36	2,12
EE (%)	6,0	9,86	9,72	9,43	9,96
CHOT (%)	80,9	62,26	64,34	65,51	64,55
FDNcp (%)	78,7	13,43	13,50	12,21	16,18
FDA (%)	49,8	5,31	5,79	4,09	4,21
CNF (%)	3,4	51,98	53,99	56,44	51,55
LIG (%)	4,9	0,26	0,30	0,31	0,31
NDT (%) ²	56,7	63,73	63,60	65,09	63,22

¹ Composição: Cálcio (0,48%); Fósforo (0,35%), Sódio (0,59%); Enxofre (0,072%); Cobre (590 ppm); Cobalto (40 ppm); Cromo (20 ppm); Ferro (1800 ppm); Iodo (80 ppm); Manganês (1300 ppm); Selênio (15 ppm); Zinco (3800 ppm); Molibdênio (300 ppm).

² NDT = PBD + 2,25 x EED + FDNcpD + CNFD.

Ao início de cada período, foram realizadas coletas de amostras do concentrado e do feno para determinação da MS e manutenção das proporções dos alimentos nas dietas. As amostras dos alimentos oferecidos e sobras foram colhidas do 16º ao 22º dia de cada período experimental, formando amostras compostas, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em *freezer* com temperatura a -10°C.

Ao término do período de coletas, as amostras foram descongeladas e homogeneizadas, em seguida, foi realizada a pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 h, sendo trituradas em moinho de facas dotado de peneiras com crivos de 1 mm de diâmetro. As avaliações bromatológicas das dietas experimentais e do feno de capim Tifton 85 foram feitas conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

A ração foi distribuída duas vezes ao dia, pela manhã, às 7 h, e à tarde, às 16 h, com água disponível todo o tempo. A quantidade de alimento oferecida foi reajustada, conforme o consumo do dia anterior, permitindo disponibilidade entre 5 e 10% de sobras como margem de segurança. Diariamente, foi registrada a quantidade de ração oferecida e as sobras foram retiradas e pesadas, objetivando avaliar o consumo médio diário. O consumo de nutrientes foi calculado por meio da fórmula:

$$CN = [(MSO \times NMSO) - (MSs \times NMSs)]/100$$

Em que:

CN = consumo de nutrientes (g);

MSO = matéria seca oferecida (g);

MSS = matéria seca das sobras (g);

NMSO = porcentagem do nutriente na matéria seca oferecida (%);

NMSs = porcentagem do nutriente na matéria seca das sobras (%).

Durante o mesmo período, foi realizada a coleta total de fezes, utilizando bolsas coletoras de napa adaptadas aos animais. A digestibilidade aparente da MS e dos nutrientes foi calculada pelo método direto, ou seja, pela diferença entre consumido e excretado. Durante a coleta e pesagem das excreções fecais, às 07h30min e 15h:30min, foram retiradas amostras equivalentes a 10% de seu peso total.

A digestibilidade aparente dos nutrientes foi calculada por meio da seguinte fórmula: $DAN = \frac{CN - NF}{CN} \times 100$;

CN

Em que:

DAN = digestibilidade aparente dos nutrientes (%);

CN = consumo do nutriente (g);

NF = nutriente na MS fecal (g).

Os teores de MS, PB, EE, MM e NIDN foram determinados segundo recomendações da Association Of Official Agricultural Chemists (AOAC), descritos por Silva e Queiroz (2002); e FDN, FDA e lignina, de acordo com a metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). A MO foi obtida pela fórmula: $MO (\%) = 100 - MM (\%)$.

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) observado foi obtido a partir da equação somativa: $NDT = PBD + 2,25 \times EED + FDN_{cpD} + CNFD$; em que: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDN_{cpD} = fibra em detergente neutro (corrigida para cinzas e proteína) digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis.

A coleta de dados para determinar o tempo gasto em cada atividade foi efetuada com o uso de cronômetros digitais, manuseados por dois observadores, que observaram os animais no 16º dia de cada período. Foram feitas observações durante 24 horas seguidas, em que todos os animais foram observados simultaneamente, perfazendo 288 observações diárias a intervalos de 5 minutos, a fim de identificar o tempo destinado às atividades de alimentação, ruminação e ócio. No período noturno, o ambiente recebeu iluminação artificial. A coleta de dados referente aos fatores comportamentais: eficiência de alimentação e ruminação, tempo de mastigação total (TMT), número de bolos ruminais, tempo de ruminação/bolo, além do número de mastigações meréricas/bolo, foi conduzida conforme metodologia descrita por Burger et al. (2000). Sendo os resultados referentes aos fatores do comportamento ingestivo obtidos pelas relações:

$$EAL_{MS} = CMS (g) / TAL (min)$$

$$EAL_{FDN} = CFDN (g) / TAL (min)$$

$$ERU_{MS} = CMS (g) / TRU (min)$$

$$ERU_{FDN} = CFDN (g) / TRU (min)$$

$$TMT = TAL (h/dia) + TRU (h/dia)$$

$$NBR = TRU (seg/dia) / MM_{tb}$$

$$MM_{nd} = NBR \times MM_{nb}$$

em que:

EAL_{MS} ; EAL_{FDN} = eficiência de alimentação (g MS/h); (g FDN/h);

CMS = consumo de MS;

TAL = tempo de alimentação;

ERU_{MS}; ERU_{FDN} = eficiência de ruminação (g MS/h; g FDN/h);

TRU = tempo de ruminação;

TMT = tempo de mastigação total (h/dia);

NBR = número de bolos ruminados (nº/dia);

MMtb = tempo de mastigações merícicas por bolo ruminal (s/bolo);

MMnd = número de mastigações merícicas por dia (nº/dia);

MMnb = número de mastigações merícicas por bolo (nº/bolo).

Os resultados obtidos foram interpretados estatisticamente por análise de variância e regressão, adotando-se o nível de 5% de significância, utilizando o programa estatístico SAS (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inclusão de ureia de liberação lenta aumentou o consumo de MS, PB, FDN e MO (Tabela 3) linearmente ($P < 0,05$), atingindo 1192,86; 177,71; 503,95; 1113,53 g/dia, respectivamente, a 100% de substituição da UC por ULL. O suprimento constante de NH_3 no rúmen promove aumento na produção de proteína microbiana e este aumento confere melhor digestão à fibra da dieta que, por sua vez, melhora a taxa de passagem, explicando o aumento no consumo de matéria seca. Puga et al. (2001), trabalhando com ureia protegida em dietas com alta forragem para ovinos, observaram aumento significativo no consumo e na digestibilidade dos nutrientes, pela melhor atividade dos microrganismos na fermentação da fibra no rúmen. Menezes et al. (2009) estudaram o efeito da inclusão de níveis crescentes de ureia (0, 1, 2 e 3%, na matéria seca) sobre o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas de ovinos da raça Santa Inês, e concluíram que inclusão de ureia até 2% nas dietas possibilitou incrementos no consumo e no coeficiente de digestibilidade dos nutrientes.

Para Alvarez Almora et al. (2012), a ureia é rapidamente hidrolisada ao chegar no rúmen, resultando em um aumento na concentração de amônia na primeira hora, após a alimentação. Segundo Highstreet et al. (2010), o equilíbrio do consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro em 1,77% do concentrado da dieta foi atribuído ao equilíbrio na concentração de amônia ruminal dos compostos nitrogenados e dos carboidratos fermentáveis.

Houve variação no consumo de FDA e CNF ($P < 0,05$) em função dos níveis de substituição de ureia, o que indica um efeito positivo, quando se adiciona ureia protegida à ração, mas não foi possível gerar uma equação de regressão, entretanto, apresentou contraste entre os níveis de ureia 30% vs 70%, sendo o nível de 30% de ULL mais significativo para ambos, 423,14 e 379,71 g/dia.

Para Franco et al. (2004), os principais fatores que afetam a degradabilidade da proteína são o pH, N- NH_3 ruminal, a taxa de passagem e a degradação da matéria orgânica da forragem. Mudanças bruscas no pH ruminal podem cessar a atividade microbiana, assim como níveis de N- NH_3 ruminal baixos podem limitar a fermentação. Logo, supõe-se que a utilização dos compostos nitrogenados pode causar um efeito na degradação dos carboidratos.

Tabela 3. Médias de consumo de nutrientes em g/dia e significância dos contrastes em função das dietas experimentais, observados em ovinos alimentados com ureia de liberação lenta na dieta.

Dietas Experimentais	CMS (g/dia)	CPB (g/dia)	CFDN (g/dia)	CEE (g/dia)	CFDA (g/dia)	CMO (g/dia)	CCNF (g/dia)	CNDT (g/dia)
0% ULL	1009,86	130,68	415,01	78,62	345,16	945,07	347,91	722,76
30% ULL	1198,28	148,18	542,40	93,69	423,14	1122,00	379,71	774,18
70% ULL	1125,06	182,20	451,96	85,63	364,78	1048,74	339,47	608,76
100% ULL	1192,86	177,71	503,95	111,60	383,45	1113,53	373,32	774,93
Média	1131,52	159,70	478,33	92,38	379,13	1057,53	360,10	720,16
EPM	22,54	5,20	13,51	2,53	10,02	21,20	6,20	19,83
L*	0,0085 ¹	< 0,0001 ²	0,0754 ³	<0,0001	0,4821	0,0109 ⁵	0,4833	0,9501
Q*	0,1178	0,1503	0,0882	0,0451 ⁴	0,1078	0,1229	0,9286	0,0838 ⁶
Contrastes								
1=0 vs(30+70+100)	0,0009	0,0001	0,0023	<0,0001	0,0374	0,0011	0,2249	0,9248
2=100 vs. (30+70)	0,4998	0,1798	0,7959	<0,0001	0,6319	0,5187	0,3313	0,0433
3=30 vs. 70	0,1764	0,0031	0,0063	0,0366	0,0294	0,1527	0,0188	0,0015

CMS: consumo de matéria seca, CPB: consumo de proteína bruta, CFDN: consumo de fibra em detergente neutro, CMO: consumo de matéria orgânica, CCNF: consumo de carboidrato não fibroso, CNDT: consumo de nutrientes digestíveis totais; EPM: Erro Padrão da Média.

* (P<0,0001); ** (P<0,01); *** (P<0,05)

¹Ŷ = 1033,66 ± 33,85* + 1,5558 ± 0,4797x**

²Ŷ = 133,68 ± 6,1969* + 0,4734 ± 0,08536x*

³Ŷ = 423,53 ± 20,55* + 0,6602 ± 0,29x***

⁴Ŷ = 79,1192 ± 1,8778* - 0,3254 ± 0,1335x*** + 0,006378 ± 0,001445x²*

⁵Ŷ = 967,62 ± 32,1978* + 1,4185 ± 0,4538x**

⁶Ŷ = 746,13 ± 38,74* - 5,2652 ± 1,7956x** + 0,05464 ± 0,01677x²**

A ingestão de EE, expressa em g/dia, apresentou comportamento quadrático ($P<0,05$), com ponto de mínima em 25,5% de ULL proporcionando consumo de 74,96 g/dia.

O consumo de nutrientes digestíveis totais ajustou-se ao modelo quadrático ($P=0,0838$), tendo consumo mínimo quando fornecido 48,2% de ureia de liberação lenta (619,28 g/dia), variando até 766,01 g/dia com 100% de ULL. Embora as dietas tenham sido formuladas para serem isoenergéticas, o comportamento do consumo da matéria seca e de matéria orgânica influenciou o mesmo de maneira similar. Assim, além das dietas apresentarem teores adequados de proteína e energia, é preciso que esses nutrientes sejam liberados de forma sincronizada em nível de rúmen para se alcançar maior desempenho produtivo.

Segundo Silva et al. (2007), o consumo de nutrientes digestíveis totais está relacionado negativamente ao consumo de fibra em detergente neutro e positivamente ao consumo de carboidratos não fibrosos.

A digestibilidade da MS refletiu no comportamento das digestibilidades de FDN, FDA, MO e CNF, que foram afetadas de forma quadrática ($P<0,05$) pelos níveis de ULL (pontos de mínima: 59,4; 30,4; 25,5; 60,4; 93,1%) (Tabela 4), provavelmente, por ter ocorrido aumento no consumo de matéria seca. Este fato pode ser explicado pela possível alteração na taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo, em função do aumento do consumo.

O tratamento com 0% de ULL promoveu maior digestibilidade das frações de CNF, sendo de 97,02%. A inclusão de ureia protegida afetou em comparação ao grupo controle a menor digestibilidade de CNF entre as demais dietas experimentais. As frações de CNF são reconhecidas por apresentar coeficiente de digestibilidade verdadeiro, de 95 a 98%, mesmo em condições tropicais (Van Soest, 1994; Detmann et al., 2006).

Zeoula et al. (2006), avaliando níveis crescentes de PDR com mesmo teor de PB na dieta em ovinos, não observaram diferença na digestibilidade da matéria seca com média de 71,9%. Prado et al. (2004), avaliando dietas com teores de 0,2; 0,5 e 1,0% de ureia e farinha de varredura de mandioca como fonte energética, relataram valor semelhante para a digestibilidade da MS (69,6%) e observaram valores médios de digestibilidade semelhante para MO (70,6%) e maior para PB (86,5%).

A digestibilidade da FDN e FDA foram distintas ($P<0,05$) entre as dietas, sendo os valores médios de 37,85 e 33,10%, respectivamente. A menor digestibilidade da FDN observada neste trabalho pode ser relacionada à menor relação

volumoso:concentrado (50:50), comparado a Oliveira et al. (2001), Prado et al. (2004) e Rebouças (2007) (60:40) e Zeoula et al. (2006) (75:25), pois quanto maior o nível de concentrado na dieta menor a digestibilidade da FDN. No presente trabalho, o feno ofertado aos animais era de baixa qualidade, então o nível de solubilidade da ULL não foi capaz de suprir a demanda de N para a microbiota ruminal, fato que também colaborou para a redução da digestibilidade da FDN.

Os coeficientes de digestibilidade da MO e PB diferiram ($P < 0,05$) em função dos níveis de ureia na dieta, mostrando-se melhor com 0% de ureia de liberação lenta, 69,95 e 74,37%, respectivamente. Segundo McCarthy et al. (1989), a velocidade de degradação ruminal, produzida pela ação microbiana sobre as diferentes frações dos alimentos, tem ação sobre a dinâmica e o equilíbrio dos fluxos de substratos disponíveis para os microrganismos do rúmen. Casper & Schingoethe (1989) concluíram que, variando a fonte e a degradabilidade dos carboidratos não-estruturais nas rações, pode-se otimizar a síntese de proteína microbiana no rúmen e a eficiência de utilização de proteína não-degradável no rúmen. Portanto, a diferença existente na digestibilidade da PB pode ser relacionada à fonte de CNF utilizada.

Oliveira et al. (2001) relataram valores maiores para a digestibilidade da MO (70,8%) e semelhante para PB (70,6%). Zeoula et al. (2006) observaram coeficiente de digestibilidade maiores para MO (73,0%) e PB (79,7%), avaliando dietas com teores crescentes de ureia (0,10; 0,34; 0,78 e 1,10%) e milho moído como fonte energética.

Houve diferenças entre as médias do coeficiente de digestibilidade do EE em função dos níveis de substituição da ureia, mas não foi possível gerar uma equação de regressão ($P > 0,05$). Ao substituir uma fonte nitrogenada natural por uma reconhecidamente composta por NNP, os efeitos sobre a digestibilidade poderão não ser observados, devido ao amplo efeito da microbiota ruminal sobre a fração degradável do N. Entretanto, alguns autores têm encontrado menores valores de retenção nitrogenada ao introduzirem fontes de NNP, substituindo totalmente as fontes nitrogenadas naturais (Salman et al., 1997; Ciconelli, 1987).

Tabela 4. Médias de digestibilidade da matéria seca e de nutrientes, significância dos contrastes em função das dietas experimentais, observados em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de ureia de liberação lenta em substituição à ureia convencional.

Dietas Experimentais	DMS (%)	DPB (%)	DFDN (%)	DEE (%)	DFDA (%)	DMO (%)	DCNF (%)
0% ULL	68,92	74,37	45,87	66,69	43,00	69,95	97,02
30% ULL	63,08	66,17	41,02	66,54	36,14	63,75	94,91
70% ULL	59,28	72,34	28,12	64,98	22,44	60,35	92,82
100% ULL	63,27	72,14	36,39	72,06	30,82	64,02	94,90
Média	63,64	71,26	37,85	67,57	33,10	64,52	94,92
EPM	1,12	1,02	1,96	1,58	2,24	1,12	0,47
L*	0,0156	0,9463	0,0048	0,2707	0,0060	0,0135	0,0231
Q*	0,0110 ¹	0,0299	0,0375 ²	0,2212	0,0489 ³	0,0103 ⁴	0,0129 ⁵
Contrastes							
1=0 vs (30+70+100)	0,0022	0,0487	0,0047	0,7297	0,0053	0,0017	0,0045
2=100 vs. (30+70)	0,3498	0,1870	0,6228	0,0866	0,7338	0,3736	0,2922
3=30 vs. 70	0,1455	0,0188	0,0053	0,7051	0,0151	0,1892	0,0720

DMS: digestibilidade da matéria seca, DPB: digestibilidade da proteína bruta, DFDN; digestibilidade da fibra em detergente neutro, DMO: digestibilidade da matéria orgânica, DCNF: digestibilidade do carboidrato não fibroso; EPM: Erro Padrão da Média; * = significativo a 5% de probabilidade.

*(P<0,0001); **(P<0,01); *** (P< 0,05)

¹ $\hat{Y} = 69,4852 \pm 2,4125x - 0,3215 \pm 0,09272x^{**} + 0,002573 \pm 0,00083x^{2***}$

$\hat{Y} = 72,2250 \pm 0,7902$

² $\hat{Y} = 49,0184 \pm 4,2161x - 0,5583 \pm 0,1715x^{**} + 0,004206 \pm 0,001535x^{2***}$

³ $\hat{Y} = 46,4747 \pm 4,6574x - 0,5859 \pm 0,1999x^{**} + 0,004096 \pm 0,001826x^{2***}$

⁴ $\hat{Y} = 70,3203 \pm 2,3651x - 0,3144 \pm 0,09219x^{**} + 0,0025 \pm 0,000834x^{2***}$

⁵ $\hat{Y} = 97,1963 \pm 0,7965x - 0,13601 \pm 0,03873x^{**} + 0,001124 \pm 0,000359x^{2***}$

A distribuição das atividades ao longo do dia foi semelhante entre os tratamentos. O tempo médio despendido com a atividade de alimentação não variou entre os tratamentos ($P>0,05$), sendo encontrados valores médios de 3,82 h/dia (Tabela 5), e o tempo médio gasto com ruminação foi de 9,00 h/dia, o que corresponde a 70% das atividades diárias. Estes valores estão na faixa de 8 a 9 horas, consideradas por Welch (1982) como sendo comuns para a atividade de ruminação. Quanto maior a participação de alimentos volumosos na dieta, maior será o tempo despendido com ruminação.

Tabela 5. Média dos tempos despendidos com alimentação (A), ruminação (R) e ócio (O) (h/dia) em ovinos alimentados com fontes de nitrogênio na dieta e o coeficiente de variação (CV).

Tratamentos (% ULL)	Item (h/dia)		
	A	R	O
0	3,98	8,93	11,11
30	3,75	9,20	11,06
70	3,59	8,94	11,59
100	3,97	8,94	11,10
MÉDIA	3,82	9,00	11,22
CV (%)	13,35	6,92	7,08

ULL = ureia de liberação lenta

No presente trabalho, os valores observados para ócio foram semelhantes entre os quatro tratamentos, observando-se média de 11,22 h/dia. A ureia convencional ou protegida foi oferecida como ingrediente do suplemento, que apresentava fontes de carboidratos solúveis de alta degradação (melaço), assim, não ocorreu perda da amônia proveniente do suplemento com ureia convencional, devido à sincronização no pico de liberação de amônia e do carboidrato.

A eficiência de alimentação (EAL gMS/h; EAL gFDN/h) foi afetada quadraticamente pelos níveis de ureia, apresentando-se mais eficiente, quando fornecido 30% de ULL (325,59; 147,11, respectivamente). A eficiência de ruminação (ERU gMS/h; ERU gFDN/h) teve comportamento linear, apresentando melhor resultado com 30% de ULL (133,72; 60,61, respectivamente) (Tabela 6). Isso ocorreu porque o consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro foram maiores para esse nível de ureia.

O objetivo da ruminação é reduzir o tamanho de partícula do alimento para facilitar o processo de degradação. Segundo Van Soest (1994), o teor de fibra e a forma física da dieta são os principais fatores que afetam o tempo de ruminação. No presente trabalho, as dietas apresentaram teores de FDN semelhantes e mesmo tamanho de partícula, uma vez que foi utilizado um único tipo de volumoso e igual proporção volumoso:concentrado (50:50). Entretanto, a inclusão de níveis de PDR (ureia) à dieta disponibiliza maior quantidade de N para os microrganismos do rúmen, teoricamente aumentando a eficiência microbiana e, conseqüentemente, a degradabilidade e digestibilidade da MS e FDN, o que iria reduzir o tempo de ruminação. Como pode ser observado (Tabela 4), a digestibilidade desses nutrientes foi influenciada pela inclusão de ureia na dieta, e isso explica o efeito nessa variável do comportamento ingestivo.

O tempo de mastigação total (TMT) (Tabela 6) em horas/dia não foi influenciado ($P>0,05$) pelos níveis de substituição de ureia, provavelmente em função da semelhança nos tempos despendidos em alimentação e ruminação entre as dietas.

O número de bolos ruminados também não diferiu ($P>0,05$) em função dos níveis de substituição de ureia na dieta, sendo o valor médio de 708,5 bolos/dia. O NBR é dependente do tempo de ruminação, o fato de não ter ocorrido variação nesses tempos explica a semelhança do NBR entre os tratamentos.

O número de mastigações meréricas por dia (MMnd) foram semelhantes ($P>0,05$) entre os tratamentos, com média de 39310,28 mastigações/dia.

Tabela 6. Comportamento ingestivo de ovinos confinados alimentados com níveis de substituição de ureia por ureia de liberação lenta na dieta.

Dietas Experimentais	CMS (g/dia)	CFDN (g/dia)	EAL (gMS/h)	ERU (gMS/h)	TMT (h/dia)	EAL (gFDN/h)	ERU (gFDN/h)	NBR (nº/dia)	MMnd (nº/dia)
0% ULL	1009,86	415,01	255,39	114,27	12,91	104,68	46,90	726,78	39.390,85
30% ULL	1198,28	542,40	325,59	133,72	12,95	147,11	60,61	705,94	40.706,50
70% ULL	1125,06	451,96	318,72	129,89	12,53	128,30	52,19	717,42	39.427,13
100% ULL	1192,86	503,95	303,70	136,95	12,91	128,08	57,96	683,91	37.716,64
Média	1131,5	478,33	300,85	128,71	12,82	127,04	54,42	708,51	39.310,28
EPM	22,54	13,51	9,01	4,49	0,26	4,50	2,19	19,23	1275,01
L*	0,0085	0,0754	0,0258	0,0412 ²	0,7773	0,0834	0,0967 ⁴	0,3101	0,3900
Q*	0,1178	0,0882	0,0035 ¹	0,3550	0,6141	0,0032 ³	0,2247	0,8037	0,3565
Contrastes									
1=0vs(30+70+100)	0,0009	0,0023	0,0006	0,0199	0,7701	0,0006	0,0132	0,4117	0,9544
2=100 vs. (30+70)	0,4998	0,7959	0,2514	0,5281	0,6805	0,2258	0,6917	0,3780	0,2444
3=30 vs. 70	0,1764	0,0063	0,7068	0,6826	0,3767	0,0481	0,0754	0,7505	0,6747

EAL= eficiência de alimentação; ERU= eficiência de ruminação; TMT= tempo de mastigação total; NBR= número de bolos ruminados; MMnd= número de mastigações meréricas por dia. EPM= erro padrão da média.

*(P<0,0001); **(P<0,01); ***(P< 0,05)

¹Y=257,28±11,5745*+2,3807±0,7587x***-0,01936±0,007483x²***

²Y=116,15± 4,9338*+0,2218±0,09314x***

³Y=106,46±5,7301*+1,0627±0,3876X***-0,00864±0,003826X²***

⁴Y=47,9535±2,4548*+0,09756±0,04537X**

CONCLUSÃO

A substituição da ureia convencional por ureia de liberação lenta afeta positivamente o consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e matéria orgânica por ovinos, e negativamente a digestibilidade destas variáveis.

A ureia de liberação lenta não afeta os tempos despendidos com alimentação e ruminação, mas interfere positivamente nas eficiências de alimentação e ruminação.

A relação 70:30 ULL:UC obteve melhores resultados nas condições deste experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ ALMORA, E.G.; HUNTINGTON, G.B., BURNS, J.C. et al. Effects of supplemental urea sources and feeding frequency on ruminal fermentation, fiber digestion, and nitrogen balance in beef steers. **Animal Feed Science and Technology**. v.171, n.2, p.136-145, 2012.

CASPER, D.P.; SCHINGOETHE, D.J. Lactational response of dairy cows to diets varying in ruminal solubilities of carbohydrate and crude protein. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.2, p.928, 1989.

CICONELLI, M.R.O. **Influência da retirada da digesta abomasal sobre a ingestão e digestibilidade aparente dos nutrientes de rações com diferentes fontes protéicas**. Jaboticabal, SP: UNESP, 1987. 55p. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 1987.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1479-1486, 2006.

EMERICK, R.J. Urea and nitrate intoxication. In: CHURCH, D.C. The ruminant animal – digestive physiology and nutrition. **New Jersey: Prentice Hall**, 1988. p.551-556.

FRANCO, A.V.M.; FRANCO, G.L.; ANDRADE, P. et al. Parâmetros ruminais e desaparecimento da MS, PB e FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagem na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.33 n.5, Viçosa Sept. / Oct. 2004.

HIGHSTREET, A. ROBINSON, P.H.; ROBISON, J. et al. Response of Holstein cows to replacing urea with a slowly rumen released urea in a diet high in soluble crude protein. **Livestock Production Science**, v.129, p. 179–185, 2010.

MCCARTHY JR., R.D.; KLUSMEYER, T.H.; VICINI, J.L. et al. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Animal Science**, v.70, n.8, p.2002-2009, 1989.

MENEZES, D.R.; ARAÚJO, G.G.L.; SOCORRO E.P.; OLIVEIRA R.L.; BAGALDO A.R.; SILVA, T.M.; L.G.R. PEREIRA. Níveis de uréia em dietas contendo co-produto de vitivinícolas e palma forrageira para ovinos Santa Inês. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.662-667, 2009.

MERTENS, D.A. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: Simpósio Internacional de Ruminantes, Lavras, 1992. **Anais**. Lavras: SBZ, 1992. p. 1-32.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(4):1358-1366, 2001.

PRADO, O.P.P.; ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F. et al. Digestibilidade dos nutrientes de rações com diferentes níveis de proteína degradável no rúmen e fonte de amido de alta degradabilidade ruminal em ovinos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 26, no. 4, p. 521-527, 2004.

PUGA, D. C.; GALINA, H. M.; PEREZ-GIL, R. F. et al. Effect of a controlled release urea supplement on rumen fermentation in sheep fed a diet of sugar cane tops (*Saccharum officinarum*), corn stubble (*Zea mays*) and King grass (*Pennisetum purpureum*). **Small Ruminant Research**, v.39, p.269–276, 2001.

REBOUÇAS, G. M. N. **Farelo de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora*) na alimentação de ovinos Santa Inês**. Itapetinga: UESB, 2007. 44p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Produção de Ruminantes).

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992b.

SALMAN, A.K., MATARAZZO, S.V., EZEQUIEL, J.M.B. et al. 1997. Estudo do balanço nitrogenado e da digestibilidade da matéria seca e proteína de rações para ovinos, suplementadas com amiréia, uréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 26(11):179-185.

SAS INSTITUTE. **SAS User's guide: Statistics**. Version 6.12. Cary, 1996. 956p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 165p.

SILVA, M. M. C.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H. et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.257-267, 2007.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583- 3597, 1991.

ZEOULA, L.M.; FERELI, F.; PRADO, I.N. et al. Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2179-2186, 2006.

ZEOULA, L. M.; ALCALDE, C. R.; FREGADO, F. L.; RAYMUNDO, P. T.; BRANCO, A. F.; DAMASCENO, J. C. Degradação ruminal de grãos de cereais e da raspa de mandioca amassados (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira Zootecnia, 1999.

CAPÍTULO 2

UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA EM DIETAS DE OVINOS CONFINADOS: BALANÇO DE NITROGÊNIO, EXCREÇÃO DE UREIA E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito da substituição da ureia por ureia de liberação lenta sobre o balanço de nitrogênio, excreção de ureia e síntese de proteína microbiana em ovinos confinados. Os tratamentos corresponderam a quatro dietas experimentais, usando as relações ULL: UC: T1 – 0:100%; T2 – 30:70%; T3 – 70:30%; T4 – 100:0%. Foram utilizados oito ovinos com peso corporal médio de 30 kg, distribuídos em dois quadrados latinos (QL) 4 x 4 balanceados. Os resultados foram interpretados por análise de variância, adotando-se o nível de 5% de significância, utilizando o SAS (1996). As excreções de alantoína e xantina apresentaram comportamento linear crescente, atingindo valores de 11,06 e 3,06 mmol/dia, respectivamente, para o tratamento contendo 100% de ULL. A excreção de ácido úrico não foi influenciada pelos níveis de ureia de liberação lenta na dieta e apresentou valor médio de 0,49 mmol/dia, bem como sobre purinas totais, purinas absorvidas, nitrogênio microbiano e proteína microbiana. As excreções de alantoína e a xantina não foram suficientes para interferir significativamente na produção de proteína microbiana. Houve efeito dos níveis de substituição da ureia sobre a eficiência de produção de proteína microbiana (gPB/KgNDT), que foi melhor com 70% de ULL. Não foi observada diferença estatística ($P>0,05$) entre as médias nos tratamentos das concentrações de ureia no plasma (27,18 mg/dL) e na urina (2,79 mg/dL), N ureico no plasma (12,67 mg/dL) e na urina (1,30 mg/dL). A ingestão de N, as perdas de nitrogênio pelas vias urinária e fecal não diferiram. O balanço de nitrogênio foi positivo com comportamento quadrático, valor mínimo estimado de 4,95 g/dia, para o nível de 61% de ULL na dieta.

Palavras-chaves: derivados de purina, metabolismo proteico, nitrogênio não proteico, urina *spot*.

CHAPTER 2

SLOW RELEASE UREA IN DIETS OF SHEEP CONFINED: BALANCE OF NITROGEN, UREA EXCRETION AND SUMMARY OF MICROBIAL PROTEIN

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of substitution of urea by slow-release urea on nitrogen balance, urea excretion and microbial protein synthesis in sheep feedlot. The treatments consisted of four experimental diets, using the ULL relations: UC: T1 - 0:100%; T2 - 30:70%; T3 - 70:30%; T4 - 100:0%. Eight sheep with a mean body weight of 30 kg were divided into two Latin squares (QL) 4 x 4 balanced were used. The results were analyzed by analysis of variance, adopting the 5% level of significance using SAS (1996). Excretion of allantoin and xanthine showed linear increase, reaching values of 11.06 and 3.06 mmol/day, respectively, for the treatment containing 100% ULL. The excretion of uric acid was not influenced by the levels of slow release urea in the diet, with average value of 0.49 mmol/day, as well as on total purine, purines absorbed, microbial nitrogen and microbial protein. Excretion of allantoin and xanthine were not enough to significantly interfere in the production of microbial protein. There was an effect of the substitution of urea on the efficiency of microbial protein production (GPB/KgNDT), which was 70% better with ULL. No statistical difference ($P > 0.05$) between treatments in mean concentrations of urea in plasma (27.18 mg/dL) and urine (2.79 mg/dL), urea N in plasma (12,67 mg/dL) and urine (1.30 mg/dL). The N intake, nitrogen losses through urinary and fecal pathways did not differ. Nitrogen balance was positive with quadratic behavior, estimated of 4.95 g/day for the 61% level in the diet ULL minimum.

Keywords: purine derivatives, protein metabolism, non-protein nitrogen, urine spot.

INTRODUÇÃO

A fonte mais comum de nitrogênio não-proteico (NNP), utilizada na alimentação de ruminantes, é a ureia, pelo seu baixo custo e por seu elevado equivalente proteico de 281%, dessa forma, uma unidade de ureia na dieta pode substituir cinco unidades de farelo de soja. No entanto, no rúmen, a ureia é rapidamente hidrolisada à amônia, porém, a degradação de carboidratos e o crescimento microbiano ocorrem mais lentamente. Assim, a rápida liberação de amônia no rúmen provoca ineficiente utilização do nitrogênio pelos microrganismos.

Uma forma de estimar a síntese de proteína microbiana é o uso de técnicas indiretas e não invasiva, como a excreção urinária de derivados de purina. Esta técnica não requer animais cirurgicamente adaptados e tem sido muito utilizada em trabalhos de nutrição. Este método assume que a quantidade de derivados de purina excretados na urina dos ruminantes está relacionada à quantidade de purinas microbianas absorvidas no intestino delgado (Broderick & Merchen, 1992; Chen & Gomes, 1992).

Análises de urina têm grande aplicação em experimentos de nutrição por estimar a síntese de proteína microbiana e possibilitar a mensuração da excreção de ureia e nitrogênio urinário. Quando os ensaios são realizados com animais machos, confinados e mantidos em gaiolas metabólicas ou em fêmeas com cateteres, estes procedimentos são relativamente simples, no entanto, podem comprometer a saúde e o bem estar animal (Koloski et al., 2005). Em função disso, métodos alternativos têm sido sugeridos para estimativa da produção urinária nestas condições.

Com o objetivo de simplificar a coleta de urina e garantir o bem estar animal, amostragens de quatro horas após a alimentação matinal (Spot) são realizadas e a creatinina na urina tem sido utilizada como indicador da produção urinária diária. A creatinina é um produto metabólico, do qual o corpo já não necessita, portanto, não é utilizada para formação de novas moléculas, sendo excretada pelos rins (Leal et al., 2007).

Uma fonte de NNP de liberação lenta poderia diminuir os riscos de intoxicação causados pela ureia, aumentar o espaço para inclusão de ingredientes na dieta, substituir fontes de proteína verdadeira de alto custo e/ou disponibilidade limitada, e melhorar o sincronismo de nutrientes no rúmen, sem comprometer o desempenho produtivo (Souza et al., 2010).

A ureia é fisicamente encapsulada por polímeros, visando reduzir a velocidade de liberação de nitrogênio (N) no rúmen. Já foram observadas tendências de aumento na síntese microbiana *in vitro*, quando a ureia protegida substituiu a ureia convencional (Harrison et al., 2006). Sendo assim, a ureia de liberação lenta pode ser uma fonte alternativa de NNP para ruminantes. Nesse sentido, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos de dietas com diferentes níveis de substituição de ureia por ureia de liberação lenta em ovinos confinados sobre o balanço de nitrogênio, excreção de ureia e síntese de proteína microbiana.

MATERIAL E MÉTODOS

O local de realização do experimento, período experimental, instalações, animais, delineamento, tratamentos, manejo e composição das dietas foram descritos no Capítulo 1.

A coleta de urina *spot* foi realizada no 21º dia de cada período experimental, após 4 horas da alimentação matinal, durante micção espontânea, utilizando coletores plásticos adaptados aos animais. Amostras de 10 ml foram diluídas com 40 ml de H₂SO₄ 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, em seguida, armazenadas a -10°C, para posteriores análises de creatinina e derivados de purina, ureia e nitrogênio total.

Para estimação da síntese microbiana ruminal, as análises de derivados de purinas (alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina) foram realizadas em amostras de urina, descritas anteriormente. A excreção total de derivados de purina foi calculada por intermédio da soma das quantidades de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina presentes na urina, expressas em mmol/dia, conforme métodos descritos por Chen & Gomes (1992).

As purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas na urina (Y, mmol/dia), por intermédio da equação: $Y = 0,84X + (0,150 PV^{0,75} - 0,25X)$, em que 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e $0,150 PV^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990). O fluxo intestinal de compostos nitrogenados (N) microbianos (g N/dia) foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação: $Y = X \text{ (mmol/dia)} * 70 / 0,83 * 0,116 * 1000$, em que 70 representa o conteúdo de nitrogênio nas purinas (70 mg N/mmol de purinas), 0,83, a digestibilidade intestinal das purinas microbianas, e 0,116, a relação N purina:N-total na massa microbiana (Chen & Gomes, 1992).

O balanço dos compostos nitrogenados (N) foi obtido pela diferença entre o total de N ingerido e o total de N excretado nas fezes e na urina.

Para determinar o N-ureico no plasma, procedeu-se a coleta de sangue, sendo realizada por punção da veia jugular, no 21º dia de cada período experimental, utilizando tubos *Vacutainer*™,n e com EDTA – etilenodiaminotetracético - como

anticoagulante, o sangue foi imediatamente centrifugado a 2000 rpm, por 15 minutos, obtendo-se o plasma, que foi armazenado em freezer com temperatura a -10°C . Ao final do experimento, o plasma foi descongelado à temperatura ambiente e analisado para determinação de ureia, utilizando kits comerciais (Bioclin®). A concentração de N-ureico plasmático foi obtida por meio do produto da concentração de ureia no plasma por 0,466, correspondente ao teor de N na ureia.

Para as quantificações de creatinina e ureia na urina e ureia no plasma, foram utilizados *kits* comerciais Bioclin®. O volume diário estimado de urina foi calculado pela multiplicação da excreção média de creatinina pelo peso corporal (PC) médio de cada carneiro, em cada período, e dividido pela concentração de creatinina (mg/L) na urina *spot*. O valor de excreção diária de creatinina utilizada foi 14,25 mg/kg de PC, para obtenção do volume urinário. Esse valor foi a média encontrada por Santos et al. (2009) para ovinos da raça Santa Inês.

Para o balanço de nitrogênio, concentração e excreção de ureia e excreção de derivados de purina e síntese de proteína microbiana, foi avaliado o efeito dos tratamentos e decompostos em contrastes polinomiais linear e quadrático. O procedimento utilizado foi o MIXED do SAS (Littell et al., 1996), com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + Q_i + C_j(i) + P_k + PBl + e_{ijk}.$$

Em que:

μ = média geral,

Q_i = efeito de quadrado ($i = 1$ a 4),

$C_j(i)$ = efeito do animal dentro de quadrado ($j = 1$ a 8),

P_k = efeito de período ($k = 1$ a 4),

PBl = efeito de níveis de ureia ($l = 0, 30, 70$ e 100% de ULL) e,

e_{ijkl} = erro residual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As excreções de derivados de purinas urinários, representados por alantoína e xantina, apresentaram comportamento linear crescente ($P=0,1204$; $P=0,0602$), atingindo valores de 11,06 e 3,06 mmol/dia, respectivamente, para o tratamento contendo 100% de ULL (Tabela 7). De acordo Yu et al. (2002), entre outros fatores, as excreções de alantoína e xantina podem ser afetadas pelas fontes de proteína dietética e energia, pelo peso vivo, pelos aditivos alimentares e pela espécie. Essa afirmação é condizente com os resultados encontrados neste trabalho, pois ocorreu aumento do consumo de MS, PB e NDT com a substituição da ureia convencional pela ureia de liberação lenta, enquanto a excreção relativa de alantoína e xantina mais hipoxantina aumentou e a de ácido úrico manteve-se relativamente constante.

A excreção de ácido úrico não foi influenciada pelos níveis de ureia de liberação lenta na dieta e apresentou valor médio de 0,49 mmol/dia. A inclusão de ULL não teve efeito ($P>0,05$) sobre purinas totais (PT), purinas absorvidas (Pabs), nitrogênio microbiano (Nmic) e proteína microbiana (Pmic), porém, há uma tendência de aumento à medida que o nível de ULL é aumentado, apresentando maiores valores quando fornecido 100% de ULL (17,79mmol/dia, 20,50; 14,90; 93,13 g/dia, respectivamente). Embora a alantoína e a xantina tenham apresentado diferença, não foi suficiente para interferir significativamente na produção de proteína microbiana (Pmic).

A produção microbiana seguiu o mesmo comportamento observado nas excreções de alantoína e purinas totais. O que está de acordo com as observações de Puchala & Kulasek (1992) em ovinos. De acordo com estes autores, esse comportamento indica alta correlação entre excreção de derivados de purinas na urina e fluxo de compostos nitrogenados microbianos no duodeno.

Foi observado contraste 3 entre as médias para gPB/KgNDT, em função dos níveis de substituição da ureia, apresentando melhor eficiência quando ofertado 70% de ULL (151,78 gPB/kg de NDT). O NRC (2001) preconiza um valor de 130 g de proteína microbiana por kg de NDT, quando as dietas possuem mais de 40% de volumoso, para máxima eficiência. Assim, sugere-se que o crescimento microbiano foi satisfatório em virtude de uma boa sincronização da proteína degradável no rúmen e carboidratos fermentescíveis.

Tabela 7. Excreções urinárias dos derivados de purina e síntese de proteína microbiana em função dos níveis de substituição da ureia pela ULL.

Dietas Experimentais	ALA (mmol/dia)	AcU (mmol/dia)	Xan (mmol/dia)	PT (mmol/dia)	Pabs (mmol/dia)	Nmic (g/dia)	Pmic (g/dia)	gPB/KgNDT (g/dia)
0% ULL	8,19	0,45	2,08	12,82	14,49	10,53	65,84	92,04
30% ULL	8,45	0,59	2,37	12,91	14,54	10,57	66,09	89,92
70% ULL	9,60	0,52	2,76	17,46	20,03	14,56	91,01	151,78
100% ULL	11,06	0,40	3,06	17,79	20,50	14,90	93,13	121,04
Média	9,32	0,49	2,56	15,24	17,39	12,64	79,02	113,69
EPM	0,8875	0,0415	0,5610	1,2738	1,5385	1,1185	6,9910	11,5266
L*	0,1204 ¹	0,5226	0,0602 ²	0,0638	0,0617	0,0617	0,0617	0,1193
Q*	0,9677	0,0941	0,8260	0,9556	0,9387	0,9387	0,9387	0,4911
Contrastes								
1 = 0 vs.(30+70+100)	0,3227	0,5277	0,2244	0,2204	0,2203	0,2203	0,2203	0,2351
2 = 100 vs. (30+70)	0,4517	0,1052	0,2600	0,3464	0,3337	0,3337	0,3337	0,9940
3 = 30 vs. 70	0,1992	0,4939	0,2296	0,1614	0,1586	0,1586	0,1586	0,0455

* e **Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. ALA = alantoina (mmol/dia); AcU = ácido urico (mmol/dia); Xan = xantina (mmol/dia); PT = purinas totais (mmol/dia); Pabs = purinas absorvidas (mmol/dia); N mic = nitrogênio microbiano (g/dia); P mic = proteína microbiana (g/dia).

¹Ŷ = 8.1932 ± 0.7059* + 0.000287 ± 0.000126**X

²Ŷ = 2,0278 ± 0,1889* + 0,009794 ± 0,003005*x

A concentração plasmática de N ureico em ruminantes está diretamente relacionada ao consumo de proteína e tem sido usada em estudos para verificar o estado nutricional proteico dos animais (Barton et al., 1996; Butler et al., 1996; Butler, 1998; Ruas et al., 2000). Não foi observada diferença estatística ($P > 0,05$) entre as médias nos tratamentos, para concentrações de ureia no plasma (27,18 mg/dL) e na urina (2,79 mg/dL), N ureico no plasma (12,67 mg/dL) e na urina (1,30 mg/dL) (Tabela 8), o que, provavelmente, deve-se ao fato de as dietas experimentais serem isoproteicas, estando de acordo com Silva et al. (2001), que não observaram diferença entre os tratamentos com mesmo teor de PB e diferentes níveis de NNP.

As concentrações plasmáticas de N ureico não foram afetadas pelos níveis de ureia de liberação lenta na dieta com média de 12,43 mg/dL (Tabela 8). Alves et al. (2012) observaram efeito linear em função dos níveis crescentes (0; 0,5; 1,0 e 1,5%) de ureia dieta, sendo que, para cada unidade percentual de ureia acrescentada na dieta, poderá ocorrer um aumento de 6,21 mg de N-ureico dL⁻¹ de plasma sanguíneo. Da mesma forma, Oliveira et al. (2001) verificaram efeito linear crescente nas concentrações de NUP (16,43 para 23,08 mg dL⁻¹), quando aumentaram os níveis de ureia na dieta. Todavia, Soares Cruz et al. (2006), avaliando os efeitos dos níveis crescentes de ureia no metabolismo de nitrogênio, não verificaram diferença nas concentrações de nitrogênio ureico no plasma ($\hat{Y} = 14,62$). O nitrogênio ureico plasmático (NUP) não é bom indicador de consumo de nitrogênio, mas pode ser bom indicador do nitrogênio não utilizado, principalmente quando é de rápida liberação ruminal, como é o caso da ureia (Staples et al., 1993 apud Oliveira Junior et al., 2004).

Os níveis de ureia de liberação lenta não teve efeito sobre as concentrações de ureia no plasma (26,67 mg/dL) e na urina (3,36 mg/dL) (Tabela 8). Segundo Van Soest, (1994), a amônia não utilizada pelos microrganismos ruminais é absorvida pela parede do rúmen e transportada para o fígado, entrando no ciclo da ureia. Esta pode ser reciclada ou eliminada. Portanto, elevadas concentrações de ureia no plasma são positivamente correlacionadas à ingestão de nitrogênio e associadas à maior taxa de excreção urinária de ureia.

Dos compostos nitrogenados que chegam ao rúmen, cerca de 50 a 70% são degradados pelos microrganismos, liberando amônia. Durante a fermentação ruminal, sempre que excede o nível de utilização pelos microrganismos ruminais, a concentração de amônia é absorvida e, por meio da circulação entero-hepática, chega ao fígado, onde é transformada em ureia, que, juntamente com a ureia produzida no fígado, a partir do

metabolismo de aminoácidos, constitui a maior parte da ureia plasmática. Parte da ureia é reciclada, via saliva e parede ruminal, e volta ao rúmen, e a outra é excretada pela urina (Kozloski, 2002).

A ingestão de N não foi influenciada pela inclusão de ureia nas dietas, observando-se valor médio de 25,55 g/dia. As dietas experimentais foram isoproteicas, o que pode explicar esses resultados.

As perdas de nitrogênio pelas vias urinária e fecal não diferiram ($P>0,05$) entre as dietas, com valores médios de 14,76 e 7,34 g/dia, respectivamente. Pode ser observado na literatura que o principal fator que afeta a perda de N via fecal é a relação volumoso:concentrado. Sendo assim, quanto maior o nível de concentrado na dieta, maior a taxa de passagem e, conseqüentemente, maior o escape de N da atividade microbiana. Já a quantidade de N-urinário está relacionada com o teor de PB da dieta e consumo de N, uma vez que quanto maior o consumo maior quantidade de amônia vai ser produzida, excedendo a utilização pelos microrganismos ruminais, resultando em maior síntese de ureia no fígado e, conseqüentemente, aumento na excreção via urina.

O balanço de nitrogênio (g/dia) foi positivo com comportamento quadrático ($P<0,05$) e valor mínimo estimado de 4,95 g/dia, para o nível de 61% de ULL na dieta (Figura 2). A equação de regressão para a concentração N-retido, em função do nível de ureia (ULL), foi a seguinte: $N\text{-retido} = 8,7387 - 0,1240ULL + 0,001016ULL^2$. Nota-se que, para todas as dietas, o balanço de nitrogênio foi positivo, indicando que as mesmas foram satisfatórias em atender às exigências de proteína metabolizável dos animais, não sendo necessária a mobilização de nitrogênio de suas reservas corporais. Essa variável está correlacionada com a eficiência de utilização do N pelos microrganismos ruminais, sendo influenciada pela fonte de energia utilizada.

A porcentagem de nitrogênio retido em relação ao nitrogênio ingerido não diferiu entre os tratamentos com valor médio de 26,55%. Valor inferior ao encontrado por Zeoula et al. (2006), de 44,27%, que avaliaram dietas com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos.

Tabela 8 – Médias do N-ureico no plasma e urina, ureia plasmática e urinária, consumo de nitrogênio (N), N excretado nas fezes e urina e balanço de N em função do nível de substituição da ureia pela ULL.

Dietas Experimentais	N-ureico Plasma (mg/dL)	N-ureico Urina (mg/dL)	Ureia Plasma (mg/dL)	Uréia urina (mg/dL)	N. ingerido (g/dia)	N.Fecal (g/dia)	N. urinário (g/dia)	N. Digerido (g/dia)	N. Retido (g/dia)	N. retido % ingerido
0% ULL	12,67	1,30	27,18	2,79	26,61	7,30	15,13	24,87	8,74	30,50
30% ULL	12,41	1,79	26,63	3,84	25,20	7,75	13,46	23,40	5,93	25,09
70% ULL	11,84	1,92	25,40	4,11	25,23	7,11	16,18	23,44	5,04	21,74
100% ULL	12,80	1,26	27,48	2,69	25,17	7,21	14,28	23,44	6,50	28,90
Média	12,43	1,57	26,67	3,36	25,55	7,34	14,76	23,79	6,55	26,56
EPM	0,6623	0,1627	1,4213	0,0676	0,8321	0,3282	1,1152	0,8315	0,5793	2,1295
L*	0,9749	0,9967	0,9749	0,3992	0,2733	0,5658	0,9820	0,2763	0,1657	0,6881
Q*	0,5896	0,0439	0,5896	0,2604	0,4353	0,6230	0,9498	0,4007	0,0238 ¹	0,1690
Contrastes										
1 = 0 vs.(30+70+100)	0,8093	0,2636	0,8093	0,3340	0,1667	0,8921	0,8041	0,1585	0,0303	0,3378
2 = 100 vs. (30+70)	0,6237	0,0826	0,6237	0,4820	0,9672	0,6127	0,8007	0,9891	0,1975	0,3054
3 = 30 vs. 70	0,7193	0,7347	0,7193	0,1372	0,9774	0,2117	0,2721	0,977	0,6247	0,5834

*(P<0,0001); **(P<0,01); ***(P< 0,05)

¹Ŷ=8,7387±0,9967*-0,1240±0,04819**X+0,001016±0,000451**X²

CONCLUSÃO

Apesar de esperar a redução da excreção de ureia na urina, com o uso de ureia de liberação lenta, esse índice foi aumentado, uma vez que houve aumento no consumo de MS.

LITERATURA CITADA

ALVES, E. M.; PEDREIRA, M. S.; PEREIRA, M. L. A.; ALMEIDA, P. J. P.; GONSALVES NETO, J.; FREIRE, L. D. R. Farelo da vagem de algaroba associado a níveis de ureia na alimentação de ovinos: balanço de nitrogênio, N-ureico no plasma e parâmetros ruminais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** v. 34, n. 3, p. 287-295, July-Sept., 2012.

BARTON, B.A.; ROSARIO, H.A.; ANDRESON, G.M. et al. Effect of dietary crude protein, breed, parity, and health status on the fertility of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.12, p.2225- 2236, 1996.

BRODERICK, G.A.; MERCHEN, N.R. Markers for quantifying microbial protein synthesis in the rumen. **Journal Dairy Science**, v.75, n.9, p.2618-2632, 1992.

BUTLER, W.R. Symposium: optimizing protein nutrition for reproduction and lactation. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.9, p.2533-2539, 1998.

BUTLER, W.R.; CALAMAN, J.J.; BEAM, S.W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.74, n.4, p.858-865, 1996.

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. Bucksburnd: Rowett Research Institute; **International Feed Resources Unit**, 1992, 21p. (Occasional publication).

HARRISON, G.A.; TRICARICO, J.M.; DAWSON, K.A. Effects of urea and Optigen® II on ruminal fermentation and microbial protein synthesis in rumen-simulating cultures. In: **Anais NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES**, 22., 2006, Lexington. *Proceedings...* Lexington: Alltech, 2006. (CD-ROM).

KOZLOSKI, G.V.; FIORENTINI, G.; H_TER, C.J. et al. Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.98-102, 2005.

LEAL, T.L., VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.905- 911, 2007.

LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W. et al. *SASÔ system for mixed models*. Cary: SAS Institute Inc, 1996. 633p.

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 uréia em vacas lactantes alimentadas com rações contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1621-1629, 2001.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; PIRES, A. V.; FERNANDES, J. J. R.; SUSIN, I.; SANTOS, F. A. P.; ARAÚJO, R. C. Substituição total do farelo de soja por uréia ou amiréia, em dietas com alto teor de concentrado, sobre a amônia ruminal, os parâmetros sanguíneos e o metabolismo do nitrogênio em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 738-748, 2004.

PUCHALA, R., KULASEK, G.W. 1992. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and excretion of purine derivatives. **Can. J. Anim. Sci.**, 72:821-830.

RUAS, J.R.M.; TORRES, C.A.A.; BORGES, L.E. et al. Efeito da suplementação protéica a pasto sobre eficiência reprodutiva e concentração sanguínea de colesterol, glicose e uréia em vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2043-2050, 2000.

SANTOS, E.J; PEREIRA, M.L.A; ALMEIDA, P.J.P; et al. Estimativa do volume urinário por meio do uso de creatinina em ovinos alimentados com farelo de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora*). Anais...Zootec 2009, Águas de Lindóia , SP. 2009.

SILVA, RM.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativa do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.30, n.5, p.1948-1957, 2001.

SOARES CRUZ, M. C.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V.; SANTOS, D. C.; COELHO, M. I. S. Balanço de nitrogênio e estimativas de perdas endógenas em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo palma forrageira e teores crescentes de ureia e mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 1, p. 47-56, 2006.

SOUZA, V.L.; ALMEIDA, R.; SILVA, D.F.F. et al. **Substituição parcial de farelo de soja por ureia protegida na produção e composição do leite**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.62, p.1415-1422, 2010.

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

VERBIC, J., CHEN, X.B., MACLEOD, N.A. et al. 1990. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science.**, 114(3):243-248.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; GERON, L.J.V. et al. 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.

ZEOULA, L.M.; FERELI, F.; PRADO, I. N. et al. Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2179-2186, 2006.

YU, P.; EGAN, A.R.; BOON-EK, L. et al. Purine derivative excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. **Animal Feed Science and Technology**. v.95, n.1-2, p.33-48. 2002.