Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal na alimentação de ovinos

Clayton Quirino Mendes

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2009

Clayton Quirino Mendes
Engenheiro Agrônomo

Fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal na alimentação de ovinos

Orientadora:
Prof[a]. Dr[a]. **IVANETE SUSIN**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Mendes, Clayton Quirino
Fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal na alimentação de ovinos / Clayton Quirino Mendes. - - Piracicaba, 2009.
124 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Alimentação animal 2. Digestibilidade 3. Farelos 4. Ovinos 5. Rúmen 6. Subprodutos agrícolas 7. Suplementos nitrogenados para animais 8. Uréia I. Título

CDD 636.3084
M538f

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

“O homem não é sábio porque sabe, ele é sábio porque ama.”

Prof. Henrique José de Souza

Aos meus queridos avós, Landulfo e Inês, meu eternos exemplos de sabedoria, amor, coragem e fé.

Aos meu pais, Sâmia e João (*in memorian*) e às minhas irmãs, Kátia e Cássia, pelo carinho, dedicação e amor.

À querida tia Cleuza, pelas energias positivas, incentivo e confiança.

OFEREÇO

À minha esposa Mônica pelo companheirismo, compreensão, amor e, por se dispor a compartilhar minhas alegrias e angústias.

Às queridas famílias Mendes, Quirino, Turek e Martins pelo afeto e amizade.

DEDICO

"A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original"

Albert Einstein

Aos professores que tive durante todos os anos de estudo e formação. Carrego em mim os ensinamentos e a lembrança de cada um, os quais contribuíram para minha formação profissional e sobretudo pessoal.

À minha orientadora Prof.ª Dr.ª Ivanete Susin e ao Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires pelas inúmeras oportunidades, profissionalismo, dedicação, paciência e atenção.

E a ambos pelos valiosos ensinamentos, constante orientação e, principalmente pela confiança em mim depositada e amizade nestes onze anos de intensa convivência.

Registro aqui meu sincero MUITO OBRIGADO !!!

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as oportunidades de aprendizado.

À Escola Superior de “Agricultura Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) e aos professores do Departamento de Zootecnia pela minha formação durante os cursos de graduação, mestrado e doutorado.

Ao Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio, ao Prof. Dr. Claudio Maluf Haddad e ao Prof. Dr. Wilson R. Soares Mattos pela atenção, amizade e pelos ensinamentos transmitidos.

À FAPESP pela concessão da bolsa, financiamento de parte do projeto e por propiciar a ímpar oportunidade de realização de estágio no exterior.

Ao “Departament of Animal Sciences/The Ohio State University” - Columbus, Ohio, USA - por me receber e aos professores Dr. Jeffrey L. Firkins, Dr. William P. Weiss, Dr. Normand R. St-Pierre e Dr. Steve C. Loerch pelos conhecimentos transmitidos durante as disciplinas.

Agradeço especialmente o Prof. Dr. Maurice L. Eastridge por me receber em seu grupo de pesquisa, pela supervisão, ensinamentos e oportunidades durante o período que estive na “The Ohio State University”.

À Profª. Drª. Carla Maris Machado Bittar e ao Engenheiro Químico Carlos César Alves pela paciência e auxílio nas análises laboratorias.

Aos funcionários do SIPOC: Sr. Roberto, Alexandre, Adilson, Sr. Marcos, Joseval Benedito e Dona Ilda pelo auxílio e convivência durante toda essa jornada.

Aos estagiários, alunos, ex-alunos e, sobretudo amigos do SIPOC: Adilson, Diego, Evandro, Fabiane, Fumi, Gustavo, Mário, Marlon, Michele (Miau), Michelle Maia, Rafael (Amaral), Rafael (Harry Potter), Rafael (K-neco), Renato, Luciana (Sfinge) e Susana pela convivência, paciência e colaboração.

Aos amigos da República Central do Brasil: Teodoro (Mineiro), Civil (SP), Ki-dureza (SP), Leandro (Goiano), Diego (Gaúcho), Aliedson (Acreano), Diego (Tocantis), João (Baiano) e Marcos (Zé Piauí) pela convivência e amizade.

À todos os amigos do Departamento de Zootecnia e do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens pela amizade e troca de experiência.

Aos meus familiares e amigos, que mesmo distantes sempre estiveram presentes, apoiando e acreditando nos meus sonhos.

À todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

"O correr da vida embrulha tudo. A vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem."

João Guimarães Rosa

SUMÁRIO

RESUMO 13

ABSTRACT 15

LISTA DE ABREVIATURAS 17

LISTA DE TABELAS 19

LISTA DE FIGURAS 21

1 INTRODUÇÃO 23

Referências 25

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 27

2.1 Sincronização entre proteína e energia no rúmen 27

2.2 Utilização de uréia e ambiente ruminal 29

2.3 Utilização de uréia e síntese de proteína microbiana 31

2.4 Resposta de desempenho animal com a utilização de uréia 32

2.5 Modelos matemáticos na nutrição de pequenos ruminantes 34

Referências 36

3 EFEITO DE DIFERENTES TEORES DE PROTEÍNA DEGRADÁVEL NO RÚMEN EM RAÇÕES CONTENDO ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS CONFINADOS 42

Resumo 42

Abstract 43

3.1 Introdução 44

3.2 Material e Métodos 45

3.2.1 Animais, instalações e período experimental 45

3.2.2 Dietas experimentais e análises bromatológicas 46

3.2.3 Avaliação dos parâmetros da carcaça 48

3.2.4 Determinação dos parâmetros sanguíneos 49

3.2.5 Avaliação dos custos da alimentação 49

3.2.6 Avaliação do Small Ruminant Nutrient System 49

3.2.7 Delineamento experimental e análise estatística 50

3.3 Resultados e Discussão 51

3.3.1 Desempenho 51

3.3.2 Parâmetros da carcaça e qualidade da carne 57

3.3.3 Parâmetros sanguíneos 59

3.3.4 Avaliação do modelo SRNS 62

3.3.5 Custos da alimentação 65

3.4 Conclusões 66

Referências 67

4 DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES, PARÂMETROS RUMINAIS, METABOLISMO DO NITROGÊNIO E SÍNTESE MICROBIANA EM CORDEIROS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES TEORES DE PDR E ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO 77

Resumo 77

Abstract 78

4.1 Introdução 79

4.2 Material e Métodos 80

4.2.1 Animais e instalações 80

4.2.2 Período experimental e tratamentos 80

4.2.3 Colheita de dados 82

4.2.4 Análises laboratoriais e cálculos 82

4.2.5 Delineamento experimental e análise estatística 85

4.3 Resultados e Discussão 86

4.3.1 Consumo e digestibilidade aparente no trato digestivo total 86

4.3.2 Parâmetros ruminais 89

4.3.3 Metabolismo do nitrogênio 94

4.3.4 Excreção urinária de derivados de purina e síntese microbiana 96

4.4 Conclusões 98

Referências 99

5 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE OVELHAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES DE PROTEÍNA DEGRADÁVEL NO RÚMEN 105

Resumo 105

Abstract 106

5.1 Introdução 107

5.2 Material e Métodos 108

5.2.1 Animais, instalações e período experimental 108

5.2.2 Rações experimentais e análises bromatológicas 108

5.2.3 Colheita de dados e cálculos 110

5.2.4 Delineamento experimental e análise estatística 111

5.3 Resultados e Discussão 112

5.3.1 Consumo de matéria seca e produção de leite 112

5.3.2 Composição do leite 115

5.3.3 Peso e escore da condição corporal 119

5.4 Conclusões 120

Referências 121

RESUMO

Fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal na alimentação de ovinos

Foram realizados três experimentos com o objetivo de determinar os efeitos do aumento da PDR da ração por meio do uso de fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal. Exp. 1: 28 cordeiros da raça Santa Inês foram utilizados para avaliação do desempenho, características da carcaça e da carne e parâmetros sanguíneos. Além disso, foi avaliada a capacidade do SRNS em predizer o CMS e o GMD dos animais. O farelo de soja foi substituído pela uréia nos teores de 0,7%; 1,4% e 2,1% da MS. Não houve alteração no CMS e nos parâmetros de carcaça e da carne avaliados. Entretanto, o GMD e o peso final dos animais reduziu linearmente na medida que a uréia substituiu o farelo de soja. Por outro lado, a conversão alimentar e a concentração de nitrogênio uréico plasmático apresentou aumento linear com a adição de uréia nas rações. O modelo SRNS apresentou tendência de subestimar o CMS e superstimar o GMD. Exp. 2: 16 cordeiros da raça Santa Inês, canulados no rúmen, foram mantidos em gaiolas metálicas para ensaio de metabolismo e alimentados com as mesmas rações utilizadas no Exp. 1. Não houve diferença no consumo e nos coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN, bem como no pH ruminal. Houve efeito quadrático para a concentração de acetato e para a produção total de AGCC, enquanto que a concentração de amônia ruminal aumentou linearmente com adição de uréia nas rações. O uso da uréia não alterou o metabolismo do nitrogênio, a excreção urinária de derivados de purina, a produção de nitrogênio microbiano e a eficiência de síntese microbiana. Embora tenha reduzido o GMD em 14,3%, a uréia pode ser utilizada com fonte exclusiva de nitrogênio na alimentação de cordeiros confinados. Exp. 3: 48 ovelhas da raça Santa Inês em lactação foram utilizadas para determinar os efeitos do uso de fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal. O farelo de soja, a protenose mais uréia, o refinazil mais uréia ou a uréia foram utilizados como fontes de N, resultando em rações contendo 9,88; 10,4; 12,0 ou 13,4% de PDR, respectivamente. O CMS foi maior, a produção de leite e de leite corrigido para gordura tendeu ser maior ($P<0,10$) e o teor de gordura do leite foi menor para a ração contendo o farelo de soja. A produção diária de proteína foi maior e o teor de uréia no leite foi menor para as rações contendo o farelo de soja ou a protenose mais uréia como fontes nitrogenadas. A menor eficiência de utilização do N está associada com a alta taxa de degradação da proteína no rúmen, uma vez que as rações contendo 12,0 ou 13,4% de PDR resultaram na redução da produção de proteína do leite, maior concentração de uréia no leite, perda de peso e de condição corporal dos animais. Além disso, o aumento da PDR da ração com a substituição total da proteína verdadeira pela uréia comprometeu o consumo de matéria seca e a produção de ovelhas em lactação.

Palavras-chave: NNP; Nitrogênio uréico no leite; PDR; PNDR; Sub-produto do milho; Uréia

ABSTRACT

Dietary nitrogen sources with differents ruminal degradability rates in sheep nutrition

Three trials were conducted to evaluate the effects of increasing dietary RDP through the use of nitrogen sources with differents rumen degration rates. Trial 1: Twenty-eight Santa Ines ram lambs were used to evaluate the effects of replacing soybean meal by urea in high grain diets on performance, carcass characteristics, meat quality and blood parameters. In addition, were assessed the ability of SRNS to predict dry matter intake and average daily gain of lambs. Soybean meal in control diet was replaced by urea at 0.7; 1.4 e 2.1% on a DM basis. There were no differences among experimental diets for dry matter intake, carcass characteristics and meat parameters. However, average daily gain and final weight decreased linearly as the urea replaced soybean meal. Likewise, feed conversion and plasma urea nitrogen concentration increased linearly with the addition of urea in experimental diets. The SRNS model tended to underestimate dry matter intake and overestimate the average daily gain. Trial 2: Sixteen ruminally cannulated Santa Ines ram lambs were placed in metabolism crates and fed the same TMR used in Trial 1. There was no effect on DM intake, apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber, as well as, ruminal pH. Acetate concentration and total short-chain fatty acids concentration showed a quadratic response, while ruminal ammonia concentration increased linearly with urea inclusion to the diet. The nitrogen metabolism, urinary excretion of purine derivatives, microbial nitrogen production and microbial protein synthesis was not influenced with the replacement of soybean meal by urea. Although decreased average daily gain in 14.3%, urea can be used as an exclusive N source in high grain diets fed to feedlot lambs. Trial 3: Forty-eight Santa Ines lactating ewes were used to determine the effects of diets containing N sources with different ruminal degradability. Soybean meal, corn gluten meal plus urea, corn gluten feed plus urea or urea were used as N source, resulting in diets with 9.88, 10.4, 12.0 and 13.4 % of RDP, respectively. Dry matter intake was higher, milk production and fat-corrected milk tended to be higher ($P<0.10$) and milk fat content was lower for soybean meal diet. Daily milk protein production was higher, and milk urea nitrogen content was lower for diets containing soybean meal or corn gluten meal plus urea as N source. The lower N efficiency was associated with high protein ruminal degradation rate, once the diets containing 12.0 or 13.4% RDP resulted in reduced milk protein production, higher milk urea concentration and loss of weight and body condition score. Furthermore, a higher RDP with the total replacement of the true protein by urea affected dry matter intake and milk production of lactating ewes.

Keywords: Corn by-products; NPN; Milk urea nitrogen; RDP; Urea

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Aminoácidos
AAE	aminoácidos essenciais
AFRC	Agricultural and Food Research Council
AGCC	ácidos graxos de cadeia curta
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AOL	área de olho de lombo
ARC	Agricultural Research Council
ATP	adenosina tri-fosfato
BW	body weight
CA	conversão alimentar
CLAE	cromatografia líquida de alta eficiência
CMS	consumo de matéria seca
CNF	carboidratos não fibrosos
CNCPS-C	Cornell Net Carbohydrate and Protein System for Cattle
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
DAMOFR	digestibilidade aparente da matéria orgânica fermentada no rúmen
DATT	digestibilidade aparente no trato digestivo total
DM	dry matter
DP	derivados de purina
EA	eficiência alimentar
ECC	escore da condição corporal
EG	espessura de gordura
EM	energia metabolizável
EPM	erro-padrão da média
FC	força de cisalhamento
FDN	fibra em detergente neutro
GMD	ganho médio diário
INRA	Institut Scientifique de Recherche Agronomique
LCG	leite corrigido para gordura

MB	mean bias
MM	matéria mineral
MO	matéria orgânica
MS	matéria seca
N	Nitrogênio
NH_3	Amônia
$N\text{-}NH_3$	nitrogênio amoniacal
NNP	nitrogênio não protéico
NRC	Nutrient Research Council
NUL	nitrogênio uréico no leite
NUP	nitrogênio uréico plasmático
PB	proteína bruta
PCQ	peso da carcaça quente
PCR	peso da carcaça resfriada
PC	peso corporal
$PC^{0,75}$	peso metabólico
PDR	proteína degradável no rúmen
PNDR	proteína não degradável no rúmen
PR	perda por resfriamento
PVA	peso vivo ao abate
RCQ	rendimento da carcaça quente
RCR	rendimento da carcaça resfriada
RDP	rumen degradable protein
RUP	rumen undegradable protein
RMSEP	root mean square error of prediction
SAS	Statistical Analysis System
SIPOC	Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos
SRNS	Small Ruminant Nutrient System

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Proporção dos ingredientes e composição nutricional das rações.....47

Tabela 3.2 - Desempenho de cordeiros alimentados com teores crescentes de uréia..... 52

Tabela 3.3 - Parâmetros da carcaça e da carne de cordeiros alimentados com teores crescentes de uréia.....58

Tabela 3.4 - Concentração de nitrogênio uréico plasmático (NUP) e de glicose de cordeiros alimentados com teores crescentes de uréia 60

Tabela 3.5 - Custo das raçõs experimentais 65

Tabela 3.6 - Custo da alimentação de cordeiros recebendo rações contendo teores crescentes de uréia.....66

Tabela 4.1 - Proporção dos ingredientes e composição nutricional das rações.....81

Tabela 4.2 - Peso corporal (PC), peso metabólico ($PC^{0,75}$), consumo e digestibilidade aparente no trato digestivo total (DATT) da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro de ovinos alimentados com teores crescentes de uréia.....87

Tabela 4.3 - Ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$) e pH ruminal de ovinos alimentados com teores crescentes de uréia 90

Tabela 4.4 - Balanço de nitrogênio (N) em ovinos alimentados com teores crescentes de uréia 95

Tabela 4.5 - Excreção urinária de derivados de purina (DP), produção e eficiência de síntese de nitrogênio microbiano em ovinos alimentados com teores crescentes de uréia.....97

Tabela 5.1 - Proporção dos ingredientes e composição nutricional das rações 109

Tabela 5.2 - Consumo de matéria seca, produção de leite e eficiência alimentar de ovelhas alimentadas com rações contendo fontes de N com diferentes taxas de degradação ruminal..... 113

Tabela 5.3 - Composição do leite de ovelhas alimentadas com rações contendo fontes de N com diferentes taxas de degradação ruminal.....116

Tabela 5.4 - Peso corporal e escore da condição corporal de ovelhas alimentadas com rações contendo fontes de N com diferentes taxas de degradação ruminal..... ..120

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Regressão linear para o ganho médio diário (g/d) em função do consumo de PNDR (g/d)..... 56

Figura 3.2 - Relação entre o CMS observado ou estimado pelo SRNS..... 63

Figura 3.3 - Relação entre o ganho médio observado ou estimado pelo SRNS.....64

Figura 4.1 - Variação do pH no fluido ruminal de cordeiros alimentados com teores crescentes de uréia..... 92

Figura 4.2 - Variação da concentração do N-NH3 no fluido ruminal de cordeiros alimentados com teores crescentes de uréia.....93

1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura nacional apresentou importantes modificações nos últimos anos, criando a necessidade de técnicas de criação que garantam a redução na estacionalidade da produção. Neste sentido, a utilização do confinamento e de rações ricas em concentrado têm se mostrado eficientes. Entretanto, a adoção desta técnica exige que o produtor busque alternativas de alimentação que garantam o desempenho satisfatório dos animais, aliado ao baixo custo de produção (SUSIN e MENDES, 2007).

Considerando que a proteína é o ingrediente que apresenta o maior custo em relação aos demais ingredientes utilizados em rações de ruminantes, aumentar a eficiência de utilização do nitrogênio (N) pode reduzir o custo total de produção. A fonte nitrogenada, bem como sua taxa de degradação, influencia a utilização do N e da energia no rúmen, alterando o fluxo de nutrientes para o intestino delgado e interferindo sobre a resposta de desempenho de animais em crescimento (VAN DER AAR et al., 1984) ou em lactação (SAHOO e WALLI, 2008).

De acordo com Tufarelli, Dario e Laudadio (2009a) a máxima utilização da proteína bruta da ração requer a seleção de fontes de nitrogênio que forneçam quantidade de proteína degradável no rúmen (PDR) que irá atender, mas não exceder, a exigência de N dos microrganismos ruminais. Segundo Schingoethe (1996) a PDR é necessária para a síntese de proteína microbiana, a qual contém melhor perfil de AA do que a maioria das fontes de proteína não degradável no rúmen (PNDR). Entretanto, o NRC (2007) sugere que o aumento da PNDR resulta em redução na exigência de proteína bruta, indicando maior eficiência de utilização do N com o aumento da concentração de PNDR da ração.

Trabalhos têm demonstrado que as respostas da suplementação com carboidratos estruturais sobre a digestão e o desempenho animal depende do teor de PDR e de PNDR da ração (BODINE e PURVIS, 2003). O NRC (2007) apresenta para ovinos apenas valores de exigência em PDR. Adicionalmente, informações sobre os teores de PDR e de PNDR sobre o desempenho de cordeiros em crescimento (TUFARELLI, DARIO e LAUDADIO, 2009b) ou sobre a produção e composição do leite de ovelhas em lactação (MIKOLAYUNAS-SANDROCK et al., 2009) são escassos.

Atualmente, os sistemas de produção intensiva de ruminantes estão sofrendo crescente pressão para limitar a excreção de N para o ambiente (KIRAN e MUTSVANGWA, 2009). Segundo Bach, Calsamiglia e Stern (2005) as perdas de N podem ser reduzidas com a diminuição da degradação da proteína no rúmen, do aumento do uso do N pelos microrganismos ruminais ou ambos.

O Small Ruminant Nutrient System (SRNS) desenvolvido por Cannas et al. (2004) coloca-se como ferramenta para formulação de rações para pequenos ruminantes, permitindo manipular as variáveis do ponto de vista nutricional, econômico e ambiental para diversas condições e sistemas de produção. Entretanto, a eficiência do mesmo na predição das respostas de desempenho e consumo de alimentos precisa ser avaliada considerando raças e condições tropicais de produção.

Desta forma, avaliar o uso de fontes de N com diferentes taxas de degradação ruminal e determinar os teores de PDR e de PNDR que maximizam a eficiência de utilização do N pode contribuir para melhorar a produção de ovinos em crescimento ou em lactação e reduzir as perdas de compostos nitrogenados para o ambiente.

Baseado no exposto acima foram realizados três ensaios com os seguintes objetivos:

1) determinar os efeitos do aumento do teor de PDR da ração por meio da substituição do farelo de soja pela uréia sobre o desempenho, parâmetros de carcaça, da carne e sanguíneos de cordeiros alimentados com rações contendo alta proporção de concentrado. Além disso, avaliar o custo da alimentação e a capacidade do SRNS 1.8.6 em predizer o consumo de matéria seca e o ganho médio diário dos animais.

2) determinar os efeitos do aumento do teor de PDR da ração por meio da substituição do farelo de soja pela uréia sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes, os parâmetros ruminais, o metabolismo do nitrogênio e a eficiência de síntese microbiana em cordeiros alimentados com rações contendo alta proporção de concentrado.

3) avaliar a produção e a composição do leite; bem como a variação no peso e no escore de condição corporal, de ovelhas em lactação alimentadas com rações contendo fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal.

Referências

BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 88 (E. Supplement), p. 9-21, 2005.

BODINE, T.N.; PURVIS, H.T. Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 304-317, 2003.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; VAN SOEST, P.J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, Albany, v.82, p. 149-169, 2004.

KIRAN, D.; MUTSVANGWA, T. Nitrogen utilization in growing lambs fed oscillating dietary protein concentrations. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 152, p. 33-41, 2009.

MIKOLAYUNAS-SANDROCK, C.; ARMENTANO, L.E.; THOMAS, D.L.; BERGER, Y.M. Effect of protein degradability on milk production of dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 92, p. 4507-4513, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academic Press, 2007. 292p.

SAHOO, B.; WALLI, T.K. Effect of feeding undegradable protein with energy on nutrient utilization, milk yield and milk composition of crossbred goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 75, p. 36-42, 2008.

SCHINGOETHE, D.J. Dietary influence on protein level in milk and milk yield in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 60, p. 181-190, 1996.

SUSIN, I.; MENDES, C.Q. Confinamento de Cordeiros: uma visão crítica. In: SIMPÓSIO DE CAPRINOS E OVINOS DA ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG, 2., 2007. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. p. 123-156.

TUFARELLI, V.; DARIO, M.; LAUDADIO, V. Milk yield and composition of lactating Comisana ewes fed total mixed rations containing nitrogen sources with different ruminal degradability. **Livestock Science**, Amsterdan, v. 122, p. 349-353, 2009a.

TUFARELLI, V.; DARIO, M.; LAUDADIO, V. Influence of dietary nitrogen sources with different ruminal degradability on growth performance of Comisana ewe lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 81, p. 132-136, 2009b.

VAN DER AAR, P.J.; BERGER, L.L.; FAHEY JR., G.C.; MERCHEN, N.R. Effect of alcohol treatments of soybean meal on ruminal escape of soybean meal protein. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 59, p. 483-489, 1984.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sincronização entre proteína e energia no rúmen

O objetivo da nutrição protéica 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 suplementos de nitrogênio não protéico (NNP) capazes de fornecer as quantidades de proteína degradável no rúmen (PDR) para suprir as necessidades de nitrogênio (N) dos microrganismos ruminais.

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 uréia 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 indicam a importância da amônia como um componente essencial para a digestão bacteriana destes componentes da ração (HELMER, BARTLEY E DEYE, 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). Taniguchi et al. (1995) afirmaram que 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. Desta 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.

Ao avaliar os efeitos da sincronização entre a fermentabilidade ruminal do amido e da proteína sobre o crescimento de cordeiros, Matras, Bartley e Preston (1991) observaram aumento na retenção de nitrogênio. Adicionalmente, Kraft et al. (2009) verificaram redução na perda de compostos nitrogenados via urina ao fornecer ração com baixo teor de N para ovinos. Por outro lado, os mesmos autores constataram perda de N para rações desbalanceadas em energia. Dados recentes demonstraram que

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 à rações balanceadas (KRAFT et al., 2007). Segundo os autores, este fato é devido à redução na síntese de proteína microbiana em dietas com baixa energia, enquanto o regulamento de outras vias, como oxidação, podem estar envolvido na ração com baixa concentração de N em relação à ração balanceada.

Russell, O'Connor e Fox (1992) afirmaram que 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. O amido parece ser a melhor fonte de energia para a conversão de amônia em proteína pelos microrganismos ruminais (HELMER, BARTLEY e DEYE, 1970). De acordo com Huntington (1996) sua utilização pelos ruminantes é melhor quando fermentado intensivamente no rúmen. Desta forma, a utilização sincronizada entre proteína e carboidrato provenientes da dieta é necessária para ótimo crescimento microbiano, beneficiando a digestibilidade ruminal (HERRERA e HUBER, 1989) e a eficiência na utilização da proteína e energia. O aumento da síntese microbiana é responsável pelo maior fluxo de aminoácidos para o intestino delgado e também pela melhor eficiência da fermentação ruminal (HOOVER e StOKES, 1991).

Quando a quantidade de carboidratos fermentados no rúmen ultrapassa a velocidade de degradação da proteína, o crescimento microbiano e a eficiência do processo digestivo são afetados negativamente. Esse prejuízo é causado pela fermentação incompleta, em que os microrganismos, deficientes em nitrogênio, desviam ATP para o acúmulo de carboidrato e não para a síntese de proteína microbiana (CLARK, KLUSMEYER, CAMERON, 1992). Ao contrário, o consumo excessivo de proteína sem quantidade adequada de energia resulta em perda de nitrogênio na excreta (NOLLER et al., 1997). Segundo Russell, O'Connor e Fox (1992) o excesso de absorção de amônia promove maior excreção de nitrogênio e maior gasto de energia para síntese e excreção de uréia, a qual representa alto custo metabólico para o animal.

2.2 Utilização de uréia e ambiente ruminal

Os microrganismos ruminais são capazes de sintetizar proteína microbiana a partir de amônia (NH_3) e esqueleto carbônico, sendo o NNP uma das fontes de amônia. Dentre as fontes de NNP disponíveis, encontra-se a uréia, a qual merece atenção em função do seu real aproveitamento pelos microrganismos do rúmen (TITTO et al.,1999). Assim que atinge o rúmen a uréia é desdobrada em amônia e dióxido de carbono pela ação da enzima urease, presente no líquido ruminal. A amônia produzida é utilizada pelos microrganismos ruminais para o seu crescimento. A hidrólise da uréia ocorre quatro vezes mais rápido do que sua utilização, o que pode aumentar o pH ruminal devido ao acúmulo de dióxido de carbono e amônia.

A combinação de ingredientes da dieta pode influenciar a degradabilidade ruminal, o pH, a síntese microbiana, o consumo; e, conseqüentemente, o desempenho animal. As proporções de NNP e de proteína verdadeira influenciam de forma significativa a degradabilidade ruminal da proteína, uma vez que o NNP é degradado rapidamente (>300%/h) e assume-se que esta fração é 100% degradada no rúmen.

Segundo Huber (1984) a suplementação com NNP, além de fornecer amônia para a síntese microbiana e reduzir os custos com a suplementação protéica, apresenta outras vantagens: cria ação tamponante no rúmen, de modo a manter o pH em uma faixa mais adequada para a digestão da celulose; altera o hábito alimentar no sentido de refeições mais freqüentes, resultando em possível incremento na eficiência energética da dieta. Adicionalmente, Owens et al. (1998) afirmaram que o uso da uréia contribui para reduzir a queda do pH ruminal após o consumo de grandes quantidades de concentrados por estimular a absorção dos ácidos graxos de cadeia curta.

Segundo Huntington e Archibeque (1999) a taxa de produção de nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$) no rúmen reflete a solubilidade e a fermentabilidade da dieta, bem como a produção endógena de compostos nitrogenados. Adicionalmente, Milton, Brandt e Titgemeyer (1997) e Shain et al. (1998) observaram que a substituição do farelo de soja pela uréia resultou em aumento na concentração ruminal de amônia em bovinos alimentados com dietas ricas em concentrado. Essas observações estão de acordo com os resultados obtidos por Caldas Neto et al. (2008) e Pina et al. (2009) em bovinos.

O fornecimento de fontes de NNP faz com que o pico de concentração de amônia no rúmen ocorra com maior intensidade e em menor tempo, quando comparado com fontes de nitrogênio protéico. Quando a velocidade de liberação da amônia pelos microrganismos supera a sua utilização, há elevação das concentrações de NH_3 no rúmen, aumentando a excreção de compostos nitrogenados e o custo energético da produção de uréia (RUSSELL, O'CONNOR e FOX, 1992), resultando em perda de nitrogênio para o meio ambiente.

Pereira et al. (2008) avaliaram os parâmetros ruminais e a digestibilidade de dietas contendo diferentes teores de uréia (0; 0,5; 1,0 e 1,5% na matéria seca total) e observaram que a digestibilidade dos nutrientes não foi influenciada pelo teor de uréia. Estes autores concluíram que teores de até 1,5% de uréia na matéria seca total podem ser utilizados na formulação de rações para terminação de bovinos de corte em confinamento, sem grandes comprometimentos do consumo, digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais. Adicionalmente, Oliveira Jr. et al. (2004) avaliaram os efeitos da substituição total do farelo de soja, em rações deficientes em PDR, por uréia em rações adequadas em PDR e observaram que a uréia promoveu maior concentração de amônia ruminal quando comparada ao farelo de soja e que as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e o pH ruminal foram semelhantes entre os tratamentos. Estes autores concluíram que a substituição do farelo de soja por uréia é viável na alimentação de bovinos confinados, desde que não ocorra deficiência de proteína degradável no rúmen.

Rennó et al. (2005) avaliaram rações fornecidas para novilhos em crescimento contendo 0; 0,65; 1,30 e 1,95% de uréia na MS e concluíram que o consumo e a digestibilidade total da MS não foram influenciados pelos teores de uréia das rações. Por outro lado, Kozloski, Ribeiro e Rocha (2000) avaliaram a digestibilidade de dietas contendo 40% de concentrado e diferentes teores de uréia (0; 7,3; 14,7 e 22,0 g/kg MS) e observaram que teores crescentes de uréia promoveram aumento linear do pH ruminal e da concentração de amônia nas primeiras horas após a ingestão, e que a digestibilidade aparente do nitrogênio aumentou linearmente com a inclusão de uréia.

2.3 Utilização de uréia e síntese de proteína microbiana

De acordo com Theurer et al. (1999) diversos trabalhos reportaram aumento da utilização de amônia na síntese de proteína microbiana quando as rações continham quantidades elevadas de amido. Por outro lado, Milton, Brandt e Titgemeyer (1997) observaram que o aumento na PDR através da adição de uréia proporcionou melhor digestão ruminal da matéria orgânica e do amido sem comprometer o fluxo de N bacteriano para o intestino delgado.

Devant et al. (2001) citaram que em animais alimentados com dietas ricas em carboidratos não fibrosos é esperado que a síntese de proteína microbiana aumente quando há suplementação com fontes de proteína verdadeira. A uréia, ao contrário da fonte de proteína verdadeira, proporciona rápida disponibilidade de N, aumentando a síntese e a eficiência da proteína microbiana. Estes mesmos autores observaram que adicionando uréia à dieta, a eficiência e a produção de proteína microbiana aumentaram, independente das fontes de proteína verdadeira. Com isso, pode se verificar que a utilização de uréia é benéfica, principalmente quando associada a uma fonte de proteína verdadeira, aumentando a eficiência da síntese microbiana em dietas com alto teor de concentrado.

Kropp et al. (1977) avaliaram a substituição do farelo de soja por uréia em rações para novilhos e relataram que a produção de N microbiano foi relativamente constante, independentemente do teor de adição de uréia. O mesmo foi observado por Zinn et al. (2003), os quais não observaram efeito da adição de uréia (0 a 1,2% da MS) sobre o fluxo de N microbiano em bovinos confinados. Adicionalmente, Kozloski, Ribeiro e Rocha (2000) avaliaram rações contendo teores crescente de uréia para bovinos e constataram que a eficiência de síntese microbiana não foi alterada.

Recentemente, diversos autores avaliaram a utilização de teores crescentes de uréia (0; 0,65; 1,30 e 1,95% da MS) na alimentação de novilhos e não observaram diferença sobre os derivados de purina e a eficiência de síntese microbiana (MAGALHÃES et al., 2005; PAIXÃO et al., 2006; CHIZZOTTI et al., 2008).

2.4 Resposta de desempenho animal com a utilização de uréia

Sindt, Stock e Klopfestein (1994) concluíram que a uréia, utilizada como única fonte de N, pode ser adequada para a engorda de bovinos jovens recebendo rações com altos teores de carboidratos digestíveis. Entretanto, estes autores observaram maiores taxas de ganho e maior eficiência de conversão para animais em crescimento recebendo rações contendo farelo de soja e atribuíram este desempenho ao melhor balanceamento de aminoácidos das rações com farelo de soja.

De acordo com o NRC (1996) bovinos machos inteiros em fase de crescimento, recebendo rações com 60% de concentrado na matéria seca total, tendo a uréia como principal suplemento protéico, devem apresentar desempenho inferior quando comparados com animais recebendo rações à base de fontes de proteína verdadeira, devido à restrição no suprimento de proteína metabolizável nas rações contendo apenas uréia. Adicionalmente, Cervieri et al. (2001) afirmaram que bovinos de corte em fase de crescimento alimentados com rações ricas em energia, contendo 65% ou mais de concentrado, têm apresentado melhor desempenho com o uso de fontes de proteína verdadeira, como o farelo de soja, em comparação com a uréia. Entretanto, Pires et al. (2004) avaliaram a substituição do farelo de soja por uréia sobre o desempenho de bovinos de corte em crescimento recebendo rações com alto teor de concentrado e observaram que os animais alimentados com farelo de soja apresentaram menor consumo de matéria seca, menor ganho de peso e pior conversão alimentar em relação à uréia. Estes autores concluíram que atender às exigências de PDR através da utilização de fontes de NNP, em rações contendo alto teor de concentrado, proporciona melhor desempenho do que o uso do farelo de soja.

Knaus et al. (2002) observaram aumento no ganho de peso diário quando a uréia foi adicionada à ração de novilhos em crescimento e concluíram que a deficiência ruminal de nitrogênio pode influenciar negativamente o desempenho animal. Afirmaram ainda que a substituição da uréia pela proteína isolada da soja não aumenta o ganho de peso diário.

Magalhães et al. (2006) avaliaram rações contendo uréia nas proporções de 0; 0,65; 1,3 e 1,95% da MS total na alimentação de bovinos e observaram que o consumo de matéria seca não foi alterado pela inclusão da uréia. Além disso, verificaram que o

ganho de peso vivo foi inferior para o tratamento contendo 100% de uréia (1,95% da MS total). Diversos autores avaliaram o uso de rações contendo alto teor de concentrado para novilhos em crescimento e também relataram menor desempenho de novilhos alimentados com uréia quando comparados com animais que receberam farelo de soja (SHAIN et al., 1998; KNAUS et al., 2001; TEDESCHI et al.; 2002; DUFF et al., 2003; GABARRA et al., 2007; CLARINDO et al. 2008; FERNANDES et al., 2009).

Na alimentação de ovinos, Chapa et al. (2001), Wiese et al. (2003) e Haddad, Mahmoud e Talfaha (2005) observaram redução no ganho de peso e na eficiência alimentar de cordeiros alimentados com teores elevados de uréia (2,7; 1,5 e 2,1% na MS, respctivamente). Adicionalmente, Tuffarelli, Dario e Laudadio (2009) verificaram melhora no ganho de peso, no peso final e na conversão alimentar de cordeiros em crescimento alimentados com farelo de soja em relação à uréia.

Com relação ao uso da uréia em substituição ao farelo de soja sobre aos parâmetros de carcaça, Souza, Siqueira e Maesta (2004) não observaram diferença para os rendimentos de carcaça, perdas ao resfriamento e área de olho de lombo para cordeiros recebendo teores crescentes de uréia (0; 0,4; 0,8 e 1,2% de uréia na MS) em rações contendo 60% de concentrado. O mesmo foi observado por Wiese et al. (2003) ao avaliarem parâmetros de carcaça de cordeiros alimentados com rações contendo farelo de canola ou 1,5% de uréia na MS. Da mesma forma, outros autores não observaram diferença nos parâmetros de carcaça de novilhos alimentados com teores de uréia variando de 0 a 2,26% na MS da ração (SHAIN et al., 1998; TEDESCHI et al., 2002; MAGALHÃES et al., 2006; PAIXÃO et al., 2006).

Beauchemin et al. (1995) avaliaram diferentes fontes de nitrogênio em rações contendo alto teor de concentrado na alimentação de cordeiros em crescimento e concluíram que o teor e a degradabilidade ruminal da proteína tem pequeno efeito sobre as características da carcaça. Da mesma forma, Duff et al. (2003) e Souza, Siqueira e Maesta (2004) concluíram não haver interferência do teor de uréia na ração sobre a formação dos tecidos de bovinos e ovinos em crescimento, respectivamente.

2.5 Modelos matemáticos na nutrição de pequenos ruminantes

Modelos matemáticos na nutrição de ruminantes tem sido empregados nas últimas três décadas e têm estimulado avanços na alimentação animal (CHALUPA e BOSTON, 2003). De acordo com Tedeschi et al. (2005) modelos matemáticos na nutrição de ruminantes podem ser utilizados para integrar os conhecimentos relacionados ao alimento, ingestão, taxas de passagem e digestão sobre valores de energia dos alimentos e eficiência de crescimento microbiano. O autor acrescenta ainda que os modelos podem ser ferramentas valiosas para estimar as exigências do animal e nutrientes derivados de alimentos presentes em condições específicas dentro de um sistema de produção; desempenhando importante papel ao fornecer informações que podem ser usadas no processo de tomada de decisões para melhorar a eficiência produtiva. Adicionalmente, uma vez que os preços dos alimentos são conhecidos antes da compra, programas de formulação construídos por meio de modelos capazes de estimar o desempenho permitem antecipar o custo de produção e a viabilidade econômica da atividade (LANNA, TEDESCHI e BELTRAME FILHO, 1999).

Um dos sistemas mais difundidos para formulação de rações é o NRC. Entretanto, devido às limitações impostas por este sistema, bem como os avanços nas pesquisas buscando explicar as diversas relações entre os processos metabólicos dos animais e a utilização de alimentos, outros modelos foram propostos. Dentre os quais destaca-se o Cornell Net Carbohydrate and Protein System for Cattle (CNCPS-C), desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Cornell/USA. Segundo Fox et al. (2004) o CNCPS-C permite formular dietas para bovinos de leite e de corte baseadas na cinética da digestão, resultando em rações mais eficientes em termos de fermentação ruminal e de nutrientes metabolizáveis; permitindo desta forma incrementos na produtividade animal, associados à maior lucratividade do sistema de produção e à menor excreção de nutrientes no meio ambiente.

Segundo Resende et al. (2008) dentre os sistemas de alimentação adotados em nosso país para pequenos ruminantes destacam-se o britânico AFRC (1998), o americano NRC (2007), o francês INRA (1989) e o australiano CSIRO (1990). Entretanto, de acordo Tedeschi (2006) os sistemas acima citados são considerados muito empíricos e poucos flexíveis em relação aos atuais modelos utilizados para

bovinos. Além disso, os modelos mencionados não consideram efeitos da ingestão sobre a digestibilidade dos alimentos (exceto AFRC, 1995), eficiência microbiana, interação entre taxa de passagem e digestão do alimento, avaliam a reserva corporal de forma simplificada e não tem estimativas para ovelhas em lactação (exceto INRA, 1989).

Com o objetivo de desenvolver um novo sistema para formulação de rações para ovinos que superasse estas limitações, Cannas et al. (2004) desenvolveram um modelo a partir do CNCPS-C. Este modelo, denominado CNCPS-SHEEP foi criado para predizer as exigências, utilização dos alimentos e desempenho para ovinos produtores de leite ou de carne, utilizando os conhecimentos acumulados sobre a composição dos alimentos, digestão e metabolismo animal.

Buscando aperfeiçoar o CNCPS-SHEEP e a utilização dos modelos matemáticos como ferramenta para formulação de ração para pequenos ruminantes, pesquisadores das Universidades do Texas e de Cornell nos Estados Unidos e da Universidade de Sassari na Itália desenvolveram o Small Ruminant Nutrition System (SRNS). Este modelo prediz as exigências nutricionais dos animais e o valor biológico dos alimentos com base na estrutura do CNCPS-SHEEP, e acrescenta a possibilidade de formulação de rações para caprinos. O SRNS prediz as exigências de energia, proteína, cálcio e fósforo levando em consideração fatores relacionados ao animal, como peso corporal, isolamento térmico, movimentação diária, produção e composição do leite, reservas corporais, maturidade da carcaça e gestação; e, fatores ambientais como temperatura, velocidade do vento e ocorrência de chuva. As características do alimento são baseadas no fracionamento de carboidrato e proteína e suas taxas de fermentação ruminal e de passagem, crescimento microbiano e fibra fisicamente efetiva.

Identificar a incorreção de um modelo é um passo importante para o desenvolvimento de modelos mais confiáveis e precisos (TEDESCHI, 2006). De acordo com Tedeschi, Cannas e Fox (2008) o SRNS coloca-se como o mais novo e avançado programa de formulação de rações para pequenos ruminantes. Entretanto, a eficiência do mesmo na predição das respostas de desempenho e consumo de alimentos precisa ser avaliada considerando raças e condições tropicais de produção.

Referências

AFRC - AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **The nutrition of goats.** London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1998.116p.

BEAUCHEMIN, K.A.; McCLELLAND, L.A.; JONES, S.D.M.; KOZUB, G.C. Effects of crude protein content, protein degradability and energy concentration of the diet on growth and carcass characteristics of market lambs fed high concentrate diets. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 75, p. 387-395, 1995.

CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; BRANCO, A.F.; KAZAMA, R.; GERON, L.J.V.; MAEDA, E.M.; FERELI, F. Proteína degradável no rúmen na dieta de bovinos: digestibilidades total e parcial dos nutrientes e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 1094-1102, 2008.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; VAN SOEST, P.J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, p. 149-169, 2004.

CERVIERI, R.C.; ARRIGONI, M.D.B.; OLIVEIRA, H.N.; SILVEIRA, A.C.; CHARDULO, L.A.L.; COSTA, C. MARTINS, C.L. Desempenho e características de carcaça de bezerros confinados recebendo dietas com diferentes degradabilidades da fração protéica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 1590-1599, 2001.

CHALUPA, W.; BOSTON, R. Development of the CNCPS and CPM models: The Sniffen affect. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEE MANUFACTURERS, SYRACUSE. 2003. New York. **Proceedings** …New York State College of Agriculture & Life Sciences, Cornell University, New York, 2003. p. 15-24.

CHAPA, A.M.; FERNANDEZ, J.M.; WHITE, T.W.; BUNTING, L.D.; GENTRY, L.R.; LOVEJOY, J.C.; OWEN, K.Q. Influence of dietary carnitine in growing sheep fed diets containing non-protein nitrogen. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 40, p. 13-28, 2001.

CHIZZOTTI, F.H.M.; PEREIRA, O.G.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L.; LEÃO, M.I.; PEREIRA, D.H. Effects of dietary nonprotein nitrogen on performance, digestibility, ruminal characteristics, and microbial efficiency in crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 86, p. 1173-1181, 2008.

CLARINDO, R.L.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M.; IMAIZUMI, H.; LIMA, N.V.A.; PEREIRA, E.M. Avaliação de fontes energéticas e protéicas na dieta de bovinos confinados em fase de terminação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, p. 902-910, 2008.

CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R.; Microbial protein synthesis and flow of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 75, p. 2304-2323, 1992.

CSIRO - COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION – CSIRO PUBLISHING, Standing Committee on Agriculture, Ruminants Subcommittee. **Feeding standards for Australian livestock**. Ruminants. Victoria, Australia : Ed. CSIRO Publications, East Melbourne, 1990. 266p.

DEVANT, M.; FERRET, A.; CALSAMIGLIA, S.; CASALS, R.; GASA, J. Effect of nitrogen source in high-concentrate, low protein beef cattle diets on microbial fermentation studied *in vitro*. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 79, p. 1944-1953, 2001.

DUFF, G.C.; MALCOLM-CALLIS, K.J.; GALYEAN, M.L.; WALKER, D.A. Effects of dietary urea concentration on performance and health of receiving cattle and performance and carcass characteristics of finishing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 83, p. 569-575, 2003.

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

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI, T.P.; RUSSELL, J.B.; Van AMBURG, M.E.; CHASE, L.E.; PELL, A.N.; OVERTON, T.R. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdan, v. 112, p. 29-78, 2004.

GABARRA, P.R.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M.; PIRES, A.V.; IMAIZUMI, H. Fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidades ruminais para novilhos de corte. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 29, p. 195-202, 2007.

HADDAD, S.G.; MAHMOUD, K.Z.; TALFAHA, H.A. Effect of varying levels of dietary undegradable protein on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs fed on high wheat straw diets. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 58, p. 231-236, 2005.

HELMER, L.G.; BARTLEY, E.E.; DEYE, C.W. Feed processing V. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (starea) on nitrogen utilization *in vitro*. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 54, p. 25-51, 1970.

HERRERA-SALDANA, R.; HUBER, J.T. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 72, p. 1477-1483, 1989.

HOOVER, C.W.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3630-3638, 1991.

HUBER, J.T. Substituição da proteína dietética pelo nitrogênio não protéico. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS - URÉIA PARA RUMINANTES, 2.,1984. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 331-363.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, p. 852-867, 1996.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Pratical aspects of urea e ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE.1989. Carolina do North: **Proceedings...** Carolina do North: North Carolina State, University, p. 1-11, 1999.

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

INRA - **Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables**. JARRIGE, R.(Ed.). Paris: IRA, 1989. 389p.

KNAUS, W.F.; BEERMANN, D.H.; GUIROY, P.J.; BOEHM, M.L.; FOX, D.G. Optimization of rate and efficiency of dietary nitrogen utilization through the use of animal by-products and (or) urea and their effects on nutrient digestion in Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 79, p. 753-760, 2001.

KNAUS, W.F.; BEERMANN, D.H.; TEDESCHI, L.O.; CZAJKOWSKI, M.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. Effects of urea, isolated soybean protein and blood meal on growing steers fed a corn-based diet. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 102, p. 3-14, 2002.

KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO, H.M.N.; ROCHA, J.B.T. Effect of the substituition of urea for soybean meal on digestion in steers. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 80, p. 713-719, 2000.

KRAFT, G.; ORTIGUES-MARTY, I.; SAVARY-AUZELOUX, 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, Netherlands, 2007. p. 351-352.

KRAFT, G.; GRUFFAT, D.; DARDEVET, D.; REMOND, D.; ORTIGUES-MARTY, I.; SAVARY-AUZELOUX, 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.

KROPP, J.R.; JOHNSON, R.R.; MALES, J.R.; OWENS, F.N. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: isonitrogenous substitution of urea for soybean meal. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 46, p. 837-843, 1977.

LANNA, D.P.D.; TEDESCHI, L.O.; BELTRAME FILHO, J.A. Linear and non-linear models of nutrient utilization to formulate diets for ruminants. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, p. 479-498, 1999.

MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D. Performance, digestibility and carcass characteristics of feedlot dairy steers fed diets with different urea levels. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, p. 860-867, 2006.

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.

MILTON, S.T.; BRANDT JR., R.T.; TITGEMEYER, E.C. Urea in dry-rolled corn diets: finishing steer performance, nutrient digestion, and microbial protein production. **Journal of Animal Science**, Albany, v.75, p. 1415-1424, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th revised ed. Washignton:National Academy Press, 1996. 241p.

_____. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7th revised ed. Washignton: National Academy Press, 2001. 408p.

_____. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academic Press, 2007. 292p.

OLIVEIRA JR., R.C.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J.J.R.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; ARAUJO, 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**, Viçosa, v. 33, p. 738-748, 2004.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. Acidosis in cattle : a review. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 275-286, 1998.

PAIXÃO, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M. F.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A.; SILVA, P.A.; PINA, D.S. Uréia em dietas para bovinos: consumo, digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, características de carcaça e produção microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 2451-2460, 2006.

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

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O.; BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D. Influence of different levels of concentrate and ruminally undegraded protein on digestive variables in beef heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 87, p. 1058-1067, 2009.

PIRES, A.V.; OLIVEIRA JR, R.C.; FERNANDES, J.J.R.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; ARAUJO, R.C.; GOULART, R.C.D. Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia na dieta de bovinos de corte confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 937-942, 2004.

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

RESENDE, K.T.; SILVA, H.G.O.; LIMA, L.D.; TEIXEIRA, I.A.M. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 161-177, 2008.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. A net carboydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Albany, v.70, p. 3551-3561, 1992.

SHAIN, D.H.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; HEROLD, D.W. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 242-248, 1998.

SINDT, M.H.; STOCK, R.A.; KLOPFESTEIN, T. Urea vs urea and escape protein for finishing calves and yearlings**. Animal Feed Science and Technology**, Amsterdan, v. 49, p. 103-117, 1994.

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

TEDESCHI, L.O.; BAKER, M.J.; KETCHEN, D.J.; FOX, D.G. Performance of growing and finishing cattle supplemented with a slow-release urea product and urea. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 82, p. 567-573, 2002.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; SAINZ, R. D.; BARIONI, L. G.; MEDEIROS, S. R.; BOIN, C. Using mathematical models in ruminant nutrition. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, p. 76-91, 2005.

TEDESCHI, L.O. Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, Barking Essex, v. 89, p. 225–247, 2006.

THEURER, C.B.; SWINGLE, R.S.; WANDERLEY, R.C.; KATTNIG, R M.; URIAS, A.; GHENNIWA, G. Sorghum grain flake density and source of roughage in feedlot cattle diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 1066-1073, 1999.

TITTO, E.A.L.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; BIZUTTI, O.; FUKUSHIMA, R.S. Substituição parcial o farelo de soja pela uréia em rações para cordeiros em crescimento: Digestibilidade aparente e balanço nitrogenado. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 15, p. 61-66, 1999.

TUFARELLI, V.; DARIO, M.; LAUDADIO, V. Influence of dietary nitrogen sources with different ruminal degradability on growth performance of Comisana ewe lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 81, p. 132-136, 2009.

WIESE, S.C.; WHITE, C.L.; MASTERS, D.G.; MILTON, J.T.B.; DAVIDSON, R.H. Growth and carcass characteristics of prime lambs fed diets containing urea, lupins or canola meal as a crude protein source. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 43, p. 1193-1197, 2003.

ZINN, R.A.; BARRAJAS, R.; MONTANO, M.; WARE, R.A. Influence of dietary urea level on digestive function and growth performance of cattle fed steam-flaked barley-based finishing diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v.81, p. 2383-2389, 2003.

3 EFEITO DE DIFERENTES TEORES DE PROTEÍNA DEGRADÁVEL NO RÚMEN EM RAÇÕES CONTENDO ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS CONFINADOS

Resumo

As fontes nitrogenadas de rações contendo alta proporção de concentrado influenciam a utilização ruminal do nitrogênio e da energia, bem como, o fluxo intestinal de nutrientes. Vinte e oito cordeiros da raça Santa Inês (peso médio inicial de 21,7 ± 3,0 kg e idade média de 93 ± 4 dias) foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos completos casualizados, definidos de acordo com o peso e a idade dos animais no início do experimento. Os cordeiros foram confinados individualmente para determinar os efeitos do aumento da concentração da PDR da ração com a substituição do farelo de soja pela uréia sobre o desempenho, características da carcaça e da carne e parâmetros sanguíneos. Além disso, foi avaliado o custo da alimentação e a capacidade do Small Ruminant Nutrient System 1.8.6 em predizer o consumo de matéria seca e o ganho médio diário dos animais. As rações experimentais foram compostas de 90% de concentrado e 10% de feno de coastcross, sendo que o farelo de soja da ração controle foi substituído pela uréia nos teores de 0,7%; 1,4% e 2,1% da matéria seca. Foi utilizado um período de 9 dias para adaptação gradual dos animais aos teores crescentes de uréia. Não houve alteração no consumo diário de matéria seca entre as rações experimentais (1,11; 1,12; 0,96 e 1,05 kg/d). Entretanto, o ganho médio de peso (0,296; 0,303; 0,246 e 0,257 g/d) e o peso final dos animais (38,6; 38,7; 35,2 e 36,2 kg) reduziu linearmente na medida que a uréia substituiu o farelo de soja. Da mesma forma, a conversão alimentar (3,77; 3,71; 4,05 e 4,12 kg de MS/kg de ganho) apresentou aumento linear com a adição de uréia nas rações experimentais. Não houve diferença para o rendimento da carcaça quente (48,6; 48,9; 50,1 e 49,1%), rendimento da carcaça fria (47,3; 47,8, 49,3 e 47,9%), perda por resfriamento (2,6; 2,4; 1,9 e 2,5%), espessura de gordura (1,9; 1,9; 2,0 e 1,9 mm), área de olho de lombo (14,0; 14,8; 14,0 e 13,5 cm^2), força de cisalhamento (4,1; 4,0; 4,0 e 3,9 kg) e perda de água por cocção (30,7; 28,5; 25,5 e 27,6%) com a inclusão de uréia nas rações. O uso da uréia não alterou a concentração plasmática de glicose (86,4; 87,1; 83,4 e 87,8 mg/dL). Entretanto, houve aumento linear da concentração de nitrogênio uréico plasmático (45,2; 44,3; 51,1 e 53,8 mg/dL) com o fornecimento das rações experimentais. O modelo SRNS apresentou tendência de subestimar o CMS e superstimar o GMD. A substituição do farelo de soja pela uréia em rações contendo alta proporção de concentrado para cordeiros confinados reduz o ganho médio de peso e o peso final dos animais, piorando a conversão alimentar. Entretanto, a inclusão de uréia promoveu desempenho satisfatório e não alterou as características de carcaça e da carne avaliados. Desta forma, o custo desta fonte de N será determinante na escolha da alternativa mais viável na formulação da ração.

Palavras-chave: Nitrogênio não protéico; Proteína não degradável no rúmen; Uréia

EFFECTS OF DIFFERENT RUMEN DEGRADABLE PROTEIN LEVELS IN HIGH GRAIN DIETS FOR FEEDLOT LAMBS

Abstract

Dietary nitrogen sources for animals fed high grain diets influences ruminal nitrogen and energy utilization as well as small intestine flow of nutrients. Twenty-eight Santa Ines ram lambs (initial body weight 21.7 ± 3.0 kg and 93 ± 4 days old) were assigned to a complete randomized block design according to body weight and age at beginning of the trial. Lambs were penned individually to determine the effects of increasing dietary PDR levels with replacing soybean meal by urea in high grain diets on performance, carcass characteristics, meat quality and blood parameters. In addition, feeding costs and the ability of SRNS 1.8.6 to predict the dry matter intake and average daily gain of lambs were assessed. Lambs were fed an isonitrogen, total mixed ration, composed by 90% concentrate and 10% coastcross hay (*Cynodon* spp) during 56 days. Soybean meal in the control diet was replaced by urea at 0.7; 1.4 e 2.1% on a DM basis. A 09d adaptation period was used at the beginning of the feedlot to gradually adjust lambs to the experimental diets with high level of urea. There were no differences among experimental diets for dry matter intake (1.11, 1.11, 0.96 and 1.05 kg/d). However, average daily gain (0.296, 0.303, 0.246 and 0.257 g/d) and final weight (38.6, 38.7, 35.2 and 36.2 kg) decreased linearly as the urea replaced soybean meal. Likewise, feed conversion (3.77, 3.71, 4.05 and 4.12 kg of DM/kg of gain) increased linearly with the addition of urea in experimental diets. There were no differences for hot carcass yield (48.6, 48.9, 50.1 and 49.1%), cold carcass yield (47.3, 47.8, 49.3 and 47.9%), chilling losses (2.6, 2.4, 1.9 and 2.5%), back fat depth (1.9, 1.9, 2.0 and 1.9 mm), *Longissimus* muscle area (14.0, 14.8, 14.0 and 13.5 cm^2), shear force (4.1, 4.0, 4.0 and 3.9 kg) and cooking losses (30.7, 28.5, 25.5 and 27,6%) when urea was added to the diets. Urea addition did not alter plasma glucose concentration (86.4, 87.1, 83.4 and 87.8 mg/dL). However, there was a linear increase in plasma urea nitrogen concentration (45.2, 44.3, 51.1 and 53.8 mg/dL) with the urea addition to the experimental diets. The SRNS model tended to underestimate the dry matter intake and overestimate the average daily gain. Replacing soybean meal by urea in high grain diets fed to feedlot lambs decreased average daily gain and final weight with no change on dry matter intake. However, its inclusion in the diet provided satisfactory feedlot lamb performance and carcass characteristic. Then, urea cost will determine the best alternative will be viable to feed lambs.

Keywords: Non protein nitrogen; Rumen undegradable protein; Urea

3.1 Introdução

A fonte nitrogenada, bem como sua taxa de degradação no rúmen, exercem importante influência sobre a quantidade de aminoácidos (AA) que chega aos tecidos e orgãos dos ruminantes; interferindo consequentemente sobre a resposta de desempenho de animais em crescimento (VAN DER AAR et al., 1984).

Ferrell et al. (2001) afirmaram que o farelo de soja além de aumentar o crescimento microbiano, contribuí para fornecer AA de alta qualidade no intestino delgado. Por outro lado, a degradação da proteína dos alimentos em amônia no rúmen e a re-síntese da proteína microbiana a partir da amônia torna o processo despendioso quando se utiliza proteína natural de alta qualidade (SHAIN et al., 1998). Desta forma, a utilização da uréia como fonte de nitrogênio (N) degradável para os microrganismos ruminais pode ser mais econômica em relação ao uso de fonte de proteína verdadeira. O aumento na utilização do N é relevante não apenas para redução dos custos de produção, mas também é importante otimizar a taxa de crescimento dos animais (TUFARELLI, DARIO e LAUDADIO, 2009). Entretanto, a falta de sincronia entre o fornecimento de energia e de nitrogênio para os microrganismos ruminais é associada com perda de nitrogênio. Segundo Bach, Calsamiglia e Stern (2005) as perdas de N podem ser reduzidas com a diminuição da degradação protéica no rúmen, do aumento do uso do N pelos microrganismos ruminais ou ambos.

Trabalhos têm demonstrado que as respostas da suplementação com carboidratos estruturais sobre a digestão e o desempenho animal depende do teor de PDR e de PNDR da ração (BODINE e PURVIS, 2003). De acordo com Tufarelli, Dario e Laudadio (2009) as informações sobre o efeito de diferentes teores de PDR e de PNDR sobre o desempenho de cordeiros em crescimento são limitadas.

Dentro deste contexto, avaliar o uso de fontes de N com diferentes taxas de degradação ruminal e determinar os teores de PDR e de PNDR que maximizam o desempenho de cordeiros em crescimento pode auxiliar para reduzir o custo com alimentação, melhorar a eficiência de utilização do nitrogênio e reduzir as perdas de compostos nitrogenados para o ambiente.

A utilização da modelagem acompanha o progresso obtido pelas pesquisas que explicam as interações entre os dois principais elementos do sistema de produção: o

animal e o alimento. Buscando aperfeiçoar a utilização dos modelos matemáticos como ferramenta para formulação de ração para pequenos ruminantes Cannas et al. (2004) desenvolveram um modelo denominado atualmente como Small Ruminant Nutrient System (SRNS), o qual coloca-se como ferramenta para formulação de rações para pequenos ruminantes, permitindo manipular as variáveis do ponto de vista nutricional, econômico e ambiental para diversas condições e sistemas de produção. Entretanto, a eficiência do mesmo na predição das respostas de desempenho e consumo de alimentos precisa ser avaliada considerando raças e condições tropicais de produção.

O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos do aumento do teor de PDR da ração por meio da substituição do farelo de soja pela uréia sobre o desempenho, parâmetros de carcaça, da carne e sanguíneos de cordeiros alimentados com rações contendo alta proporção de concentrado. Além disso, avaliar o custo da alimentação e a capacidade do SRNS 1.8.6 em predizer o consumo de matéria seca e o ganho médio diário dos animais.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Animais, instalações e período experimental

O experimento foi realizado nas instalações para ovinos do Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos, do Departamento de Zootecnia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, campus de Piracicaba, SP. Foram utilizados 28 cordeiros da raça Santa Inês com peso médio inicial de 21,7 ± 3,0 kg e idade média inicial de 83 ± 4 dias. Os animais foram confinados em baias cobertas, com piso de concreto, cocho e bebedouro, sendo distribuído um animal por baia, totalizando 7 baias por tratamento. Os animais foram previamente everminados e receberam uma dose do complexo vitamínico ADE no início do experimento. O período experimental teve duração de 56 dias, sendo dividido em dois sub-períodos de 28 dias. Os animais foram pesados no início do experimento e ao final de cada sub-período experimental após jejum alimentar de 16 horas.

3.2.2 Dietas experimentais e análises bromatológicas

As rações experimentais foram formuladas pelo Small Ruminant Nutrition System - versão 1.8.6 (Cannas et al., 2004), para serem isonitrogenadas (16% PB), sendo compostas de 90% de concentrado e 10% de feno de “coastcross” (Tabela 3.1). O farelo de soja da ração controle foi substituído pela uréia nos teores de 0,7; 1,4 e 2,1% da matéria seca, constituindo os quatro tratamentos experimentais: 0; 0,7; 1,4 e 2,1, respectivamente.

O feno, previamente picado em uma picadora para forragens, foi misturado aos ingredientes concentrados em misturador horizontal com capacidade para 500 kg. As rações foram fornecidas uma vez ao dia e as sobras de alimentos de cada baia foram quantificadas semanalmente, possibilitando o cálculo posterior do consumo e ajuste da quantidade de alimento a ser fornecida em cada dia, sendo adotado como critério sobra de aproximadamente 10% da oferta, garantindo o consumo *ad libitum*. Foi utilizado como critério para adaptação dos animais o fornecimento das rações com os teores crescentes de uréia a cada três dias, até chegar no tratamento ao qual foram submetidos por sorteio prévio, totalizando 9 dias de adaptação.

As amostras da ração fornecida e das sobras foram pré-secadas em estufa com ventilação forçada de ar, reguladas à temperatura de 55°C, pelo período de 72 horas. (CAMPOS; NUSSIO; NUSSIO, 2004). Em seguida, todas as amostras foram moídas em moinho do tipo Wiley provido de peneira de crivos de 1 mm de diâmetro. O teor de matéria seca (MS) foi determinado em estufa a 105°C durante o período de 12 horas de exposição, e de cinzas em mufla à temperatura de 550°C durante 3 horas (AOAC, 1990). A matéria orgânica (MO) das amostras foi calculada pela diferença entre a MS e a matéria mineral. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado com o uso de sulfito de sódio com a adição de enzima amilase termoestável (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991), com auxílio do analisador de fibra modelo Ankon Fiber Analyser (Ankon® Technology Corp.), descrito por Holden (1999). Os valores obtidos foram corrigidos para o teor de matéria seca a 105°C das amostras e cinzas, após a incineração dos saquinhos. A determinação de nitrogênio total foi realizada com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO® (WILES; GRAY; KISSLING, 1998), modelo FP-528 com temperatura para combustão de 835°C. O teor

de proteína bruta (PB) foi obtido por meio da multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25.

Tabela 3.1 - Proporção dos ingredientes e composição nutricional das rações

	Teor de inclusão de uréia[1]			
Item	0	0,7	1,4	2,1
Ingredientes (% MS)				
Feno de “coastcross” picado	10,00	10,00	10,00	10,00
Milho moído grosso	73,40	77,20	81,00	84,70
Farelo de soja	13,40	8,90	4,40	–
Uréia	–	0,70	1,40	2,10
Mistura mineral[2]	1,50	1,50	1,50	1,50
Calcário	1,30	1,30	1,30	1,30
Cloreto de amônio	0,40	0,40	0,40	0,40
Composição nutricional				
Matéria seca, materia original	90,4	90,8	91,0	89,3
Matéria mineral, % MS	4,45	5,27	4,42	4,34
Proteína bruta, % MS	16,1	16,4	16,7	16,4
Fibra em detergente neutro, % MS	17,3	17,2	18,6	17,6
Fibra em detergente ácido, % MS	6,92	6,86	6,48	7,08
Extrato etéreo, % MS	3,38	3,56	3,68	3,74
Carboidrato não estrutural[3], % MS	60,7	62,3	63,9	65,5
Energia metabolizável[3], Mcal/kg	2,98	2,99	2,99	2,98
Energia líquida de ganho[3], Mcal/kg	1,92	1,93	1,93	1,92
Proteína degradável no rúmen[3], % PB	53,1	56,3	60,6	63,1
Proteína não degradável no rúmen[3], % PB	46,9	43,7	39,4	36,9
Proteína solúvel[3], % PB	13,1	23,1	33,1	43,1
Proteína degradável no rúmen[3], % MS	8,54	9,23	10,1	10,3
Proteína não degradável no rúmen[3], % MS	7,55	7,17	6,58	6,05

[1]Teor de inclusão de uréia na MS: 0= concentrado com 0% de uréia; 0,7= concentrado com 0,7% de uréia; 1,4= concentrado com 1,4% de uréia e 2,1= concentrado com 2,1% de uréia; [2]Composição: Ca 13,4%; P 7,5%; Mg 1,0%; S 7,0%, Cl 21,8%; Na 14,5%; Mn 1100 ppm; Fe 500 ppm; Zn 4600 ppm; Cu 300 ppm; Co 40 ppm; I 80 ppm; Se 15 ppm; [3]Estimado pelo Small Ruminant Nutrition System, Version 1.8.6 (Cannas et al., 2004).

3.2.3 Avaliação dos parâmetros da carcaça

Após atingir o peso médio estipulado de abate de 40 kg, os cordeiros foram mantidos em jejum alimentar de 16 horas, sendo em seguida pesados para obtenção do peso vivo ao abate (PVA) e abatidos segundo as normas descritas no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1997). Logo após o abate as carcaças foram pesadas para determinação do peso da carcaça quente (PCQ) e mantidas em câmara de refrigeração a temperatura de 2ºC. Após 24 horas de refrigeração, as carcaças foram pesadas novamente para obtenção do peso da carcaça resfriada (PCR). Para a determinação do rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça resfriada (RCR) e perda por resfriamento (PR) foram utilizadas as seguintes equações: RCQ = (PCQ/PVA) x 100; RCR = (PCR/PVA) x 100 e PR = [(PCQ – PCR)/PCQ] x 100.

A meia carcaça direita foi seccionada entre a 12ª e a 13ª vértebra para determinação da espessura de gordura (EG) e da área de olho de lombo (AOL). A EG foi obtida através de paquímetro digital graduado em milímetros e a AOL foi obtida no músculo exposto *Longissimus* em uma folha de papel vegetal e; posteriormente, mensurada através de um planímetro graduado em cm^2.

O músculo *Longissimus* foi retirado, embalado e armazenado para posterior determinação da maciez e das perdas por cozimento. Após serem descongeladas por 24 horas a 2ºC, as amostras do músculo L*ongissimus* foram pesadas em bandejas de alumínio, em balança semi-analítica, para obtenção do peso inicial. Em seguida foram colocadas em forno elétrico a 170ºC, para determinação da perda de água por cocção (PAC). A temperatura interna da região central dos músculos foi acompanhada com pares termoelétricos com sonda metálica de perfuração. Os músculos foram retirados do forno quando a temperatura interna atingiu 71ºC e pesados na mesma balança para obtenção do peso final (AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION, 1995).

A força de cisalhamento foi determinada após o equilíbrio de temperatura das amostras cozidas com a temperatura ambiente. Em seguida, foram retirados seis cilindros de meia polegada de diâmetro de cada amostra utilizando-se um vazador manual no sentido das fibras da carne (AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION, 1995). Cada cilindro foi avaliado quanto à resistência de cisalhamento em aparelho

Warner-Bratzler Shear Force de acordo com metodologia descrita por Shackelford, Wheeler e Koohmaraie (2004). Foi considerado para cada amostra a média dos valores obtidos nos seis cilindros.

3.2.4 Determinação dos parâmetros sanguíneos

No início do experimento, assim com no final dos sub-períodos experimentais, foram realizadas colheitas de sangue dos animais com a utilização de tubos a vácuo BD Vacutainer™ (contendo 12 mg de oxalato de potássio como anticoagulante e 15 mg de fluoreto de sódio com antiglicolítico) para determinação da concentração plasmática de N uréico e de glicose. Imediatamente após a colheita, as amostras foram centrifugadas a 3000 g durante 20 minutos para separação do plasma sanguíneo, o qual foi armazenado em tubos do tipo "eppendorf" e congelado a -18ºC para posterior análise laboratorial.

Para determinação do nitrogênio uréico plasmático foi utilizado o método colorimétrico descrito por Chaney e Marbach (1962), adaptado para leitura em placas de microtítulo em aparelho do tipo Elisa Reader (BIO RAD) com comprimento de luz de 540 nanômetros. A glicose foi determinada através do aparelho autoanalisador bioquímico YSI 2700-S Biochem.

3.2.5 Avaliação dos custos da alimentação

O custo de cada ração experimental foi calculado e comparado, considerando os preços dos ingredientes praticados na região de Piracicaba durante o mês de Outubro de 2009. Com base no custo das rações, foi calculado o custo do kg de ganho médio diário, bem como o custo total da alimentação dos animais durante o período de confinamento. Para tanto, foi considerado peso inicial de 20 kg e peso final de 40kg.

3.2.6 Avaliação do Small Ruminant Nutrient System

A partir dos dados obtidos no ensaio de desempenho dos cordeiros foi realizada uma análise comparativa entre as médias observadas para o consumo de matéria seca (CMS) e ganho médios diários (GMD) com aquelas estimadas pelo sistema de formulação de ração SRNS (Small Ruminant Nutrient System - 1.8.6). Os dados de

consumo diário de MS e o GMD de cada unidade experimental foram determinados pelo SRNS - 1.8.6 a partir das rações experimentais e comparados com os dados obtidos no ensaio de desempenho dos cordeiros. Para comparar os dados observados experimentalmente com os estimados pelo SRNS, as rações foram reformuladas para cada animal, considerando o consumo individual observado, sendo utilizada escala de ingestão de 100%. A idade média e o peso corporal médio de cada um dos 28 cordeiros utilizados no confinamento foi calculado a partir dos dados obtidos no início e no final do período experimental. Para gerar as estimativas foram utilizados valores de composição bromatológica determinados laboratorialmente para cada ingrediente avaliado neste estudo, juntamente com os valores existentes na biblioteca para alimentos tropicais do próprio programa.

Para a formulação das rações no SRNS foram introduzidos os seguintes itens: peso padrão a 2,5 de condição de escore corporal de 50,00 kg, assumido como peso maduro para animais da raça Santa Inês; espessura de lã = 1 mm; produção de lã limpa = zero kg/ano; temperatura atual e temperatura prévia = 23,0^{o}C; velocidade do vento, chuva distância horizontal e distância vertical = zero.

A acurácia e a precisão do modelo foram testados por meio de regressão linear entre os valores preditos e observados, sendo as médias fornecidas pelo modelo e as obtidas experimentalmente analisadas por meio do Model Evaluation System 3.0.1.

3.2.7 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro tratamentos e sete repetições, sendo os blocos determinados de acordo com a idade e o peso dos animais no início do experimento. Os dados foram analisados pelo procedimento MIXED do programa estatístico SAS (2003) de acordo com o modelo: $Y_{ij} = \mu + b_i + T_j + e_{ij}$, em que μ = média, b_i = efeito do bloco (i = 1 a 7), T_j = efeito do tratamento (j = 1 a 4) e e_{ij} = resíduo.

As médias de cada tratamento foram obtidas pelo comando LSMEANS. Diferenças significativas foram consideradas a 5% ($P<0,05$) e tendências até 10% ($P<0,10$) de probabilidade. Para as variáveis que obtiveram respostas significativas utilizou-se o teste para polinômios ortogonais linear e quadrático.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Desempenho

Não houve diferença para o consumo de matéria seca (CMS) entre as rações experimentais (Tabela 3.2). A ingestão média de 1,06 kg de MS/dia se encontra dentro do recomendado pelo NRC (2007) para cordeiros em crescimento e próximo aos resultados relatados na literatura para cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações contendo alta proporção de concentrado (ROCHA et al., 2004; URANO et al., 2006; QUEIROZ et al., 2008; RODRIGUES et al., 2008).

Milton, Brandt e Titgemeyer (1997) afirmaram que o aumento da concentração de uréia na ração pode reduzir a quantidade de MS ingerida. Entretanto, no presente estudo o CMS não foi alterado pela inclusão de uréia nas rações. Da mesma forma, outros autores não observaram diferença no consumo voluntário de borregos em que a uréia substituiu o farelo de soja ou o farelo de algodão como fonte nitrogenada (SILVA et al., 1994; SALMAN et al., 1997; EZEQUIEL et al., 2000; EZEQUIEL et al., 2001; HADDAD, MAHMOND e TALFAHA, 2005) ou ainda quando cordeiros foram alimentados com rações contendo fontes de N com diferente degradabilidade ruminal (TUFFARELLI, DARIO e LAUDADIO, 2009).

De acordo com Ørskov (1988) alterações no CMS ocorrem quando a proteína da dieta não é suficiente para produzir quantidade adequada de amônia ruminal. Entretanto, no presente estudo, a ausência na variação da ingestão de matéria seca pelos cordeiros sugere que a produção de amônia ruminal não foi fator limitante do consumo.

Wilson et al. (1975) observaram que a utilização de uréia acima de 2,0% deprime o CMS. Adicionalmente, Kozloski, Rocha e Riegel (1996) e Pires et al. (2004) observaram redução na ingestão de MS de bovinos alimentados com rações contendo alto teor de concentrado e 2,0 ou 2,5% de uréia com base na MS, respectivamente. Entretanto, assim como observado neste estudo, Chapa et al. (2001), Haddad, Mahmond e Talfaha (2005) e Haddad (2006) avaliaram a inclusão de teores de uréia variando de 0 a 2,7% na MS, em rações ricas em concentrado na alimentação de cordeiros, e não observaram alteração na ingestão diária de MS.

Tabela 3.2 - Desempenho de cordeiros alimentados com teores crescentes de uréia

Item[4]	Teor de inclusão de uréia[1]				EPM[2]	*P*[3]	
	0	0,7	1,4	2,1		L	Q
Idade inicial, dias	92	94	92	94	1,54	–	–
Idade final, dias	148	150	148	150	1,54	–	–
Peso inicial, kg	22,0	21,8	21,4	21,9	1,77	0,60	0,28
Peso final, kg*	38,6	38,7	35,2	36,2	1,22	0,01	0,64
CMS							
kg/dia	1,11	1,12	0,96	1,05	0,05	0,11	0,48
%PC	3,68	3,72	3,47	3,61	1,11	0,34	0,62
g/kg $PC^{0,75}$	49,2	49,6	46,2	48,1	1,55	0,34	0,62
GMD, kg	0,296	0,303	0,246	0,257	0,02	0,02	0,92
EA, kg ganho/kg MS	0,27	0,27	0,25	0,24	0,01	0,06	0,60
CA, kg MS/kg ganho	3,77	3,71	4,05	4,12	0,16	0,05	0,68

[1]Teor de inclusão de uréia na MS: 0= concentrado com 0% de uréia; 0,7= concentrado com 0,7% de uréia; 1,4= concentrado com 1,4% de uréia e 2,1= concentrado com 2,1% de uréia; [2]Erro-padrão da média; [3]Valor de *P* para o teste de polinômio ortogonal, resposta linear (L) ou quadrática (Q); [4]CMS= consumo de matéria seca, PC= peso corporal, GMD= ganho médio diário, EA= eficiência alimentar e CA= conversão alimentar; *Peso dos animais ao final do período de confinamento.

Trabalhos envolvendo o uso da uréia sobre o CMS de ruminantes em crescimento tem mostrado resultados controversos. Entretanto, diversos autores nacionais (SEIXAS et al., 1999; TORRES et al., 2003; RENNÓ et al., 2005; GABARRA et al., 2007; CLARINDO et al., 2008; FERNANDES et al., 2009).e internacionais (SHAIN et al. 1998, KNAUS et al., 2001; DUFF et al., 2003) avaliaram o uso de rações contendo alto teor de concentrado (60 a 90% da MS) e valores elevados de uréia (1,3% a 2,0% da MS) na alimentação de bovinos e obtiveram resultados semelhantes aos verificados no presente estudo.

A recomendação mais utilizada é de que o NNP pode substituir até 30% do nitrogênio protéico da dieta de ruminantes sem limitar o consumo de MS (CHALUPA, 1968; RINDSIG, 1977; VELLOSO, 1984). Além disso, recomenda-se que o uso de uréia deve ser limitado a 1,0% na MS total da ração tanto para bovinos (HADDAD, 1984) quanto para ovinos (NRC, 1985). Entretanto, no presente estudo a substituição total do farelo de soja com a inclusão de 2,1% de uréia na MS não promoveu alteração na

ingestão de MS pelos cordeiros (Tabela 3.2), contrariando as observações de alguns autores que apontam o sabor amargo e a baixa palatabilidade da uréia como responsáveis pela redução do consumo (KOZLOSKI, ROCHA e RIEGER, 1996; SALMAN et al., 1997).

A ingestão excessiva de carboidratos altamente fermentescíveis no rúmen pode levar à condição de acidose ruminal (OWENS et al.; 1998). De acordo com Boukila, Seoane e Bernier (1995) estas condições podem resultar na redução do CMS, caracterizando um problema para ruminantes alimentados com rações contendo alto teor de concentrado. Adicionalmente, Bailey et al. (2004) sugerem que o uso da uréia como fonte de proteína degradável no rúmen pode evitar ou reduzir a acidose sistêmica em animais alimentados com dietas contendo alta proporção de concentrado. Dentro deste contexto, o uso da uréia no presente experimento pode ter contribuído para evitar a ocorrência de acidose ruminal; evitando desta forma uma possível redução na ingestão de matéria seca.

Houve efeito linear decrescente para o ganho médio diário de peso com a inclusão de uréia em substituição ao farelo de soja, o que resultou em redução linear no peso final, aumento linear da conversão alimentar e tendência (P=0,06) de redução linear da eficiência alimentar dos animais (Tabela 3.2). Apesar da influência da adição da uréia, os dados de desempenho obtidos são satisfatórios e semelhantes aos resultados relatados na literatura para cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações contendo alta proporção de concentrado (URANO et al., 2006; TURINO et al., 2007; QUEIROZ et al., 2008; RODRIGUES et al., 2008). Assim como observado no presente estudo, Chapa et al. (2001), Wiese et al. (2003) e Haddad, Mahmoud e Talfaha (2005) observaram redução no ganho de peso e na eficiência alimentar de cordeiros alimentados com teores elevados de uréia (2,7; 1,5 e 2,1% na MS, respctivamente). Adicionalmente, Tuffarelli, Dario e Laudadio (2009) verificaram melhora no ganho de peso, no peso final e na conversão alimentar de cordeiros em crescimento alimentados com farelo de soja em relação à uréia.

O não sincronismo entre a digestão de nitrogênio e carboidratos, associado ao consumo insuficiente de proteína não degradável no rúmen (PNDR), são os dois fatores que devem ser consideradados quando discute-se a redução do desempenho de

animais alimentados com rações baseadas no uso de NNP (NRC, 1996). Ainda segundo o NRC (1996) bovinos em crescimento, alimentados com dietas ricas em energia contendo apenas uréia como fonte protéica, tem seu desempenho limitado pelo menor aporte de proteína metabolizável. Desta forma, o melhor desempenho observado para os cordeiros que receberam as rações contendo apenas o farelo de soja como fonte de N pode estar relacionado à quantidade de proteína metabolizável disponível para o animal, uma vez que o farelo de soja apresenta considerável fração de PNDR. No presente estudo, as rações apresentaram concentração de proteína metabolizável de 143, 141, 118 e 125 g/d para as rações contendo 0; 0,7; 1,4 e 2,1% de uréia na MS, respectivamente; sendo observada redução na ingestão diária de proteína metabolizável com inclusão de uréia na ração.

Embora não tenha sido verificada diferença na ingestão de matéria seca, o uso das rações contendo maiores teores de PDR com a inclusão de uréia resultou em redução no desempenho dos cordeiros. Os resultados do presente estudo são consistentes com os relatados na literatura. Diversos autores não observaram efeito do aumento da concentração de PNDR sobre a ingestão de MS de cordeiros alimentados com rações contendo alto teor de concentrado (MATRAS, BARTLEY e PRESTON, 1991; BEAUCHEMIN et al., 1995; WALZ et al., 1998; FERRELL et al., 2001; CAN, DENEK e TUFENK, 2004; CAN, DENEK e YAZGAN, 2005). Entretanto, na maioria dos casos é observado aumento no crescimento dos animais quando a ração apresenta maior concentração de PNDR. Resultados semelhantes foram observados por diversos autores que forneceram dietas com alto teor de concentrado e relataram menor desempenho de novilhos alimentados com uréia quando comparados com animais que receberam farelo de soja (MILTON, BRANDT e TITGEMEYER, 1997; SHAIN et al., 1998; KNAUS et al., 2001; TEDESCHI et al., 2002; DUFF et al., 2003; GABARRA et al., 2007; CLARINDO et al. 2008; FERNANDES et al., 2009).

Os dados obtidos neste trabalho permitem inferir que animais muito jovens apresentam maior exigência de proteína metabolizável, a qual pode ser melhor atendida com o uso de rações contendo maior proporção de proteína não degradável no rúmen (PNDR); concordando com a afirmação do NRC (1985) de que cordeiros

constituem uma categoria animal que exige PNDR para suportar altas taxas de crescimento.

Bohnert, Schauer e Delcurto (2002) sugeriram que 40 a 80% da proteína pode estar na forma de PDR, sem que o desempenho seja prejudicado. Entretanto, Matras, Bartley e Preston (1991) afirmaram que a utilização do N é mais eficiente com rações contendo aproximadamente 50% de PDR. No presente estudo, o menor teor de PDR atendeu a exigência dos cordeiros, uma vez que a concentração de 53,1% de PDR (%PB) presente na ração em que o farelo de soja foi a única fonte de N foi suficiente para maximizar o ganho de peso dos cordeiros quando comparada com os valores de 56,3%; 60,6% ou 63,1% das rações contendo 0,7; 1,4 ou 2,1% de uréia na MS.

Can, Denek e Tufenk (2004) não verificaram diferença no crescimento de cordeiros com idade média inicial de 3 a 4 meses alimentados com rações contendo 3,4 ou 5,0% de PNDR na MS, e concluíram que concentração de PNDR tão baixo quanto 3,5% parece não limitar o desempenho de cordeiros recebendo rações com alto teor de concentrado. Por outro lado, Can, Denek e Yazgan (2005) verificaram maior crescimento de cordeiros que receberam rações contendo farinha de peixe em relação à uréia e concluíram que rações com baixo teor de PNDR (2,7% da MS) foi insuficiente para maximizar o ganho de peso dos animais. No presente estudo, o crescimento dos cordeiros foi maior com a ração contendo 7,55% de PNDR na MS, indicando que maior concentração de PNDR na ração pode elevar o desempenho de cordeiros mais jovens, com idade média inicial de 3 meses, desde que a exigência em PDR seja adequadamente atendida.

Quando todos os dados deste estudo foram agrupados foi observada relação linear positiva entre o ganho médio diário de peso e a ingestão de PNDR (Figura 3.1), sendo que o ganho médio diário de peso foi maior com a ingestão de 83,8 g/d de PNDR em relação à ingestão de 80,3; 63,2 ou 63,5 g/d de PNDR para as rações contendo 0, 0,7; 1,4 ou 2,1% de uréia na MS, respectivamente. Da mesma forma, Haddad, Mahmoud, Talfaha (2005) verificaram relação positiva entre o consumo de PNDR e o ganho de peso e concluíram que a ingestão diária de 50,3 g de PNDR é a exigência para o máximo crescimento de cordeiros da raça Awassi.

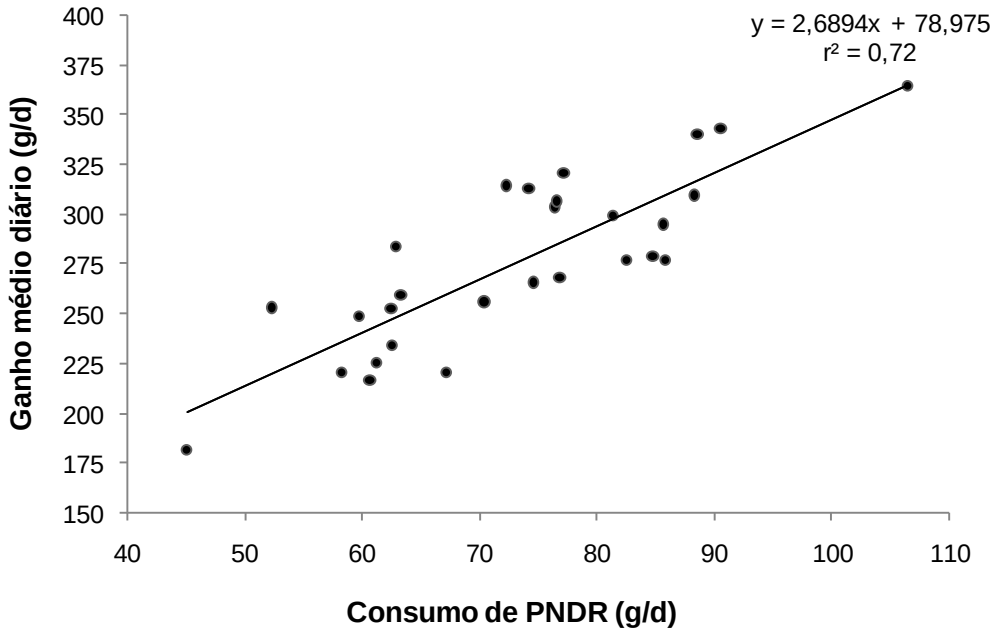

Figura 3.1 - Regressão linear para o ganho médio diário (g/d) em função do consumo de PNDR (g/d)

A redução do desempenho dos cordeiros alimentados com maior proporção PDR:PNDR observado no presente estudo pode estar relacionada à quantidade e à qualidade dos aminoácidos essencias absorvidos no intestino delgado. Este fato está de acordo com Ferrell et al. (2001), os quais afirmaram que o farelo de soja, além de aumentar o crescimento microbiano, contribui para fornecer AA de alta qualidade no intestino delgado. Adicionalmente, Nolte e Ferreira (2005) afirmaram que o fluxo diário AA essenciais para o duodeno parece ser comprometida pela substituição de proteína verdadeira pela uréia como fonte de PDR.

Nolte e Ferreira (2005) avaliaram a substituição de 25, 50, 75 ou 100% da proteína verdadeira por uréia na alimentação de cordeiros e observaram redução na concentração de todos os AAE no duodeno com elevação no teor de NNP até a substituição de 100% da proteína verdadeira, o que levou os autores a assumir que o perfil de AAE no duodeno é quantitativamente alterado pela relação PDR:PNDR da dieta. Os dados obtidos neste estudo levam à mesma conclusão destes autores, os quais afirmaram que o teor de PDR apresenta substancial influência na quantidade de AAE que chega ao duodeno e que o desbalanceamento de AAE pode ser corrigido com a utilização de fontes de N ricas em PNDR.

Além dos fatores discutidos acima, o uso de elevados teores de uréia na ração resultam em maior produção de amônia ruminal. Segundo Russell, O'connor e Fox (1992) o excesso de absorção de amônia promove maior excreção de nitrogênio e maior gasto de energia para síntese e excreção de uréia. A excreção de uréia representa elevado custo biológico e desvio de energia para a manutenção das concentrações corporais de nitrogênio em níveis não tóxicos, o que pode prejudicar o desempenho animal. Segundo Van Soest (1994) esta conversão custa ao animal 12 kcal/g de nitrogênio ingerido. Considerando o exposto acima, a redução no ganho diário de peso observado nos animais alimentados com as rações contendo uréia também pode estar relacionada ao custo energético envolvido com a excreção de elevadas quantidades de amônia produzida quando a uréia foi utilizada.

3.3.2 Parâmetros da carcaça e qualidade da carne

Não foi observada diferença nos parâmetros da carcaça com a inclusão de teores crescentes de uréia na alimentação dos cordeiros (Tabela 3.3), sendo os resultados obtidos satisfatórios e próximos aos valores citados na literatura para cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações contendo alta proporção de concentrado (URANO et al., 2006; TURINO et al., 2007; RODRIGUES et al., 2008).

Assim como observado neste estudo, outros trabalhos que avaliaram o desempenho de ovinos alimentados com diferentes teores de uréia em substituição ao farelo de soja também não constataram diferença nos parâmetros da carcaça. Souza, Siqueira e Maesta (2004) não observaram diferença para os rendimentos de carcaça, perdas ao resfriamento e área de olho de lombo para cordeiros alimentados com rações contendo 60% de concentrado e teores de 0; 0,4; 0,8 e 1,2% de uréia na MS. O mesmo foi observado por Wiese et al. (2003) ao avaliarem parâmetros da carcaça de cordeiros alimentados com farelo de canola ou 1,5% de uréia na MS. Outros autores também não verificaram diferença nos parâmetros da carcaça de novilhos alimentados com teores de uréia variando de 0 a 2,26% na MS da ração (SHAIN et al., 1998; TEDESCHI et al., 2002; MAGALHÃES et al., 2006; PAIXÃO et al., 2006).

Tabela 3.3 - Parâmetros da carcaça e da carne de cordeiros alimentados com teores crescentes de uréia

Item	Teor de inclusão de uréia[1]				EPM[2]	*P*[3]	
	0	0,7	1,4	2,1		L	Q
Idade de abate, dias	161	165	166	166	3,07	0,21	0,38
Peso vivo ao abate, kg	41,0	42,1	39,6	39,7	0,93	0,14	0,22
Peso da carcaça quente, kg	19,9	20,6	19,8	19,5	0,48	0,35	0,27
Peso da carcaça resfriada, kg	19,4	20,0	19,4	19,0	0,47	0,40	0,21
Rendimento da carcaça quente, %	48,6	48,9	50,1	49,1	1,05	0,53	0,39
Rendimento da carcaça resfriada, %	47,3	47,8	49,3	47,9	1,11	0,47	0,22
Perdas por resfriamento, %	2,58	2,42	1,88	2,54	0,25	0,41	0,21
Espessura de gordura, mm	1,93	1,95	1,96	1,86	0,17	0,81	0,77
Área de olho de lombo, cm	14,0	14,8	14,0	13,5	0,81	0,17	1,19
Força de cisalhamento, kg	4,13	4,01	3,97	3,87	0,47	0,42	0,80
Perda de água por cocção, %	30,7	28,5	25,5	27,6	1,96	0,12	0,15

[1]Teor de inclusão de uréia na MS: 0= concentrado com 0% de uréia; 0,7= concentrado com 0,7% de uréia; 1,4= concentrado com 1,4% de uréia e 2,1= concentrado com 2,1% de uréia; [2]Erro-padrão da média; [3]Valor de *P* para o teste de polinômio ortogonal, resposta linear (L) ou quadrática (Q).

Beauchemin et al. (1995) avaliaram diferentes fontes de nitrogênio em rações contendo alta teor de concentrado na alimentação de cordeiros em crescimento e concluíram que o teor e a degradabilidade ruminal da proteína tem pequeno efeito sobre as características da carcaça. Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que as carcacterísticas da carcaça não são alterados pelo teor de uréia na ração, assim como contastado por Duff et al. (2003) e por Souza, Siqueira e Maesta (2004), os quais concluíram não haver interferência do teor de uréia da ração sobre a formação dos tecidos de bovinos ou ovinos em crescimento, respectivamente.

Não houve efeito do teor de uréia na ração sobre a força de cisalhamento e a perda de água por cocção da carne dos cordeiros (Tabela 3.3). O valor observado para maciez da carne, obtida por meio da medida da força de cisalhamento em aparelho Warner-Bratzler, variou de 3,8 a 4,1 e se encontra próximo ao valores de 3,8 a 4,2 kg obtidos por Queiroz et al. (2008) para cordeiros do mesmo grupo genético e alimentados com rações contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de

proteína verdadeira. Adicionalmente, Ponnampalam, Hosking e Egan (2003) obtiveram força de cisalhamento de 3,8; 3,5 e 4,1 kg para cordeiros alimentados com uréia, “lupin” ou farinha de peixe como fonte de N, respectivamente. Da mesma forma, Corte et al. (2008) obtiveram valor médio de 3,74 kg para cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês alimentados com rações contendo 10% de volumoso e 1% de uréia na MS. Os valores encontrados no presente estudo se encontram no intervalo aceitável para carne de cordeiros. Shortose, Powell e Harris (1986) relataram que amostras de carne de cordeiro com força de cilhamento inferior a 5 kg é considerada macia por consumidores australianos.

O valor médio de perda de água por cocção do músculo *Longissimus* obtido neste estudo foi de 27,7% e está próximo aos valores encontrados na literatura. Bressan et al. (2001) e Queiroz et al. (2008) obtiveram valores médios de 27,2% e 29,7% para cordeiros da raça Santa Inês. Por outro lado, Kemp et al. (1981) e Abdullah e Qudsieh (2009) avaliaram cordeiros de outros grupos genéticos abatidos com o mesmo peso dos animais do presente estudo e verificaram valores de perda de água por cocção de 31,4% e 38,4%, respectivamente.

3.3.3 Parâmetros sanguíneos

Houve aumento linear para a concentração de N uréico plasmático (NUP) ao final do período experimental com a adição de uréia na ração (Tabela 3.4). A concentração de NUP observado neste trabalho variou de 45,2 a 53,8 mg/dL e se encontra dentro dos valores 24,0 e 60,0 mg/dL citados por Contreras (2000) como referência para avaliação do perfil metabólico de ovinos, e próximo aos 51,0 mg/dL verificado por López e Stump Jr. (2000) em cordeiros alimentados com rações contendo diferentes relações PDR:PNDR. Adicionalmente, os resultados obtidos no presente estudo se aproximam do observado por Chapa et al. (2001) e Can, Denek e Yazgan (2005), que ao avaliarem o uso de fontes de proteína verdadeira ou uréia na alimentação de cordeiros obtiveram valores variando de 44,8 a 51,0 mg/dL.

Segundo Wittwer et al. (1993) a uréia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen. Adicionalmente, Eisemann et al. (1989) afirmaram que a elevação da degradabilidade da proteína da

ração, mantendo-a com teores semelhantes de N, aumenta a produção de amônia ruminal e o teor de NUP é elevado na mesma proporção. Desta forma, o aumento do NUP dos cordeiros que receberam as rações contendo teores mais elevados de uréia está relacionado à maior concentração de proteína solúvel, a qual, de acordo com o SRNS, apresentou valores de 13,1; 23,1; 33,1 e 43,1 % da PB para as rações contendo 0; 0,7; 1,4 e 2,1% de uréia na MS, respectivamente. Diversos trabalhos realizados com bovinos em crescimento contastaram que a concentração de NUP aumentou linearmente em função dos teores de uréia, em decorrência do mesmo comportamento observado para as concentrações de N-NH_3 ruminal (KNAUS et al., 2002; OLIVEIRA Jr. et al., 2004; RENNÓ et al., 2008). Resultado semelhante foi observado por Eryavuz et al. (2003) em cordeiros alimentados com rações contendo 70% de concentrado e 2,0% de uréia na MS.

Tabela 3.4 - Concentração de nitrogênio uréico plasmático (NUP) e de glicose de cordeiros alimentados com teores crescentes de uréia

Item	Teor de inclusão de uréia[1]				EPM[2]	*P*[3]	
	0	0,7	1,4	2,1		L	Q
NUP[4], mg/dL							
Início	21,4	19,9	23,6	21,3	1,72	0,91	0,98
28 dias	36,7	37,5	42,4	45,9	2,63	0,07	0,87
56 dias	45,2	44,3	51,1	53,8	3,08	0,01	0,49
Glicose, mg/dL	86,4	87,1	83,4	87,8	0,91	0,94	0,31

[1]Teor de inclusão de uréia na MS: 0= concentrado com 0% de uréia; 0,7= concentrado com 0,7% de uréia; 1,4= concentrado com 1,4% de uréia e 2,1= concentrado com 2,1% de uréia; [2]Erro-padrão da média; [3]Valor de *P* para o teste de polinômio ortogonal, resposta linear (L) ou quadrática (Q); [4]Colheitas de sangue realizadas no início, 28 dias e 56 dias de período experimental.

Kozloski, Ribeiro e Rocha (2000) afirmaram que o aumento da concentração ruminal de amônia, acima do ótimo necessário para o crescimento microbiano, aumenta o nitrogênio amoniacal no sangue. No presente estudo, o aumento do NUP nos cordeiros alimentados com as rações contendo uréia demonstra que houve aumento na concentração de amônia ruminal, a qual não foi totalmente utilizada para o crescimento microbiano, levando a assumir que mesmo em rações contendo alta proporção de

carboidratos não fibrosos (Tabela 3.1) a utilização de uréia resulta em excesso de nitrogênio.

A inclusão da uréia não alterou a concentração sérica de glicose dos animais (Tabela 3.4), sendo observado valor médio de 86,2 mg/dL. De acordo com Swanson et al. (2000) suplementos protéicos geralmente não alteram o teor de glicose plasmática. Knaus et al. (2002) e Oliveira Jr. et al. (2004) relataram não haver diferença nos valores médios de glicose plasmática de novilhos em crescimento alimentados com uréia ou farelo de soja.

Os valores médios de glicose obtidos neste estudo estão acima de 80 mg/dL, apontado por Contreras (2000) como valor referência máximo de glicose para ovinos. Diversos autores avaliaram componentes sanguíneos de cordeiros que receberam fontes protéicas com diferentes taxas de degradação ruminal e verificaram concentração de glicose variando de 64,8 a 79,2 mg/dL (CHAPA et al., 2001; ERYAVUZ et al., 2003; CAN, DENEK e YAZGAN, 2005; PONNAMPALAM et al., 2005; ARCHIBEQUE, FREETLY e FERRELL, 2007). Por outro lado, Bórnez, Linares e Vergara (2009) verificaram teor de glicose plasmática de 87,9 mg/dL em cordeiros com idade média de 70 dias. De acordo Sulu e Cinar (1993), citados por Eryavuz et al. (2003), existem relatos de que ruminantes jovens apresentam maior concentração plasmática de glicose do que os adultos.

Por se tratar de rações contendo alto teor de carboidrato não estrutural, os elevados valores de glicose plasmática observados no presente estudo podem estar relacionados ao aumento na produção do ácido propiônico, o qual é precursor de glicose no fígado. Além disso, segundo Regmi, Dixon e Oba (2008) alguns autores verificaram que a maior concentração pós-ruminal de proteína aumenta a secreção de α-amilase pancreática, aumentando desta forma a digestão intestinal do amido e a produção de glicose.

Visek (1984) citou que a arginina aumenta a insulina no plasma e sugeriu também que a deficiência de arginina pode levar a insulina presente na circulação a não ter efeito na circulação da glicose. Entretanto, nos períodos de alta absorção de amônia, a arginina é usada no processo de síntese de uréia, podendo não estar disponível em quantidade suficiente para potencializar a liberação e o efeito da insulina.

Adicionalmente, Nolte e Ferreira (2005) e Nolte et al. (2008) verificaram redução no fluxo duodenal de arginina quando aumentaram a PDR da ração com a substituição da proteína verdadeira pela uréia. Desta forma, pode-se inferir que a redução no fluxo de arginina no intestino delgado devido ao aumento do teor de uréia, associada à elevada utilização de arginina no ciclo da uréia, pode ter levado ao aumento da gliconeogênese hepática, o que pode estar associado aos elevados teores de glicose no plasma dos cordeiros deste estudo.

De acordo com Gonzalez (2000) a concentração plasmática de glicose pode ser utilizada para inferir sobre o funcionamento do fígado, uma vez que o comprometimento da função hepática causa redução na concentração sanguínea de glicose. Desta forma, pode-se sugerir que neste trabalho, embora a inclusão de uréia tenha aumentado a concentração da amônia ruminal e de NUP, não houve sobrecarga sobre o funcionamento do fígado.

3.3.4 Avaliação do modelo SRNS

A regressão linear entre o CMS observado experimentalmente e estimado pelo sistema SRNS (Figura 3.2) apresentou coeficiente de determinação elevado (r^2 = 0,92), sendo os dados altamente correlacionados (r = 0,96). Os valores observados variaram de 0,74 a 1,41 kg/d; enquanto que os valores estimados pelo modelo variaram de 0,91 a 1,47 kg/d. A ingestão de matéria seca média observada foi de 1,07 kg; enquanto que e a estimada pelo SRNS foi de 1,17 kg; sendo portanto superior em 110g em relação ao consumo médio observado.

O comportamento do modelo obtido para as condições deste trabalho também foram constatadas por Queiroz (2008), o qual relatou que o SRNS superestimou o consumo de MS em 100g/dia, ao comparar dados obtidos com cordeiros recebendo diferentes fontes de N em rações contendo alta proporção de concentrado. Segundo este autor, uma das possíveis causas para este fato pode estar relacionada à taxa de passagem dos alimentos consideradas pelo modelo; uma vez que de acordo com Colucci et al. (1990) a taxa de passagem de partículas pelo rúmen aumenta na medida que o consumo de matéria seca se eleva.

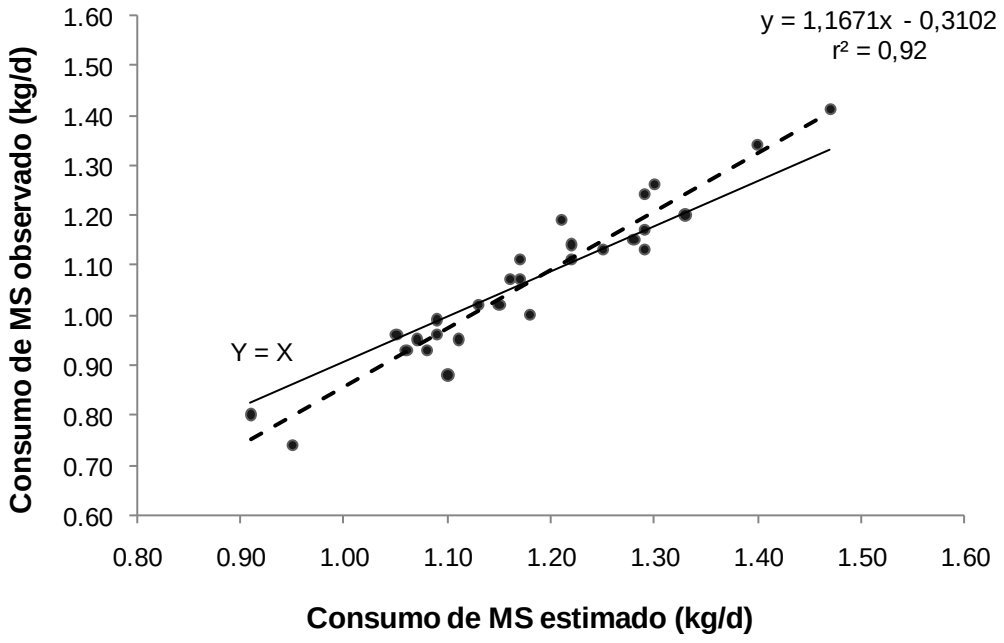

Figura 3.2 - Relação entre o consumo de MS observado ou estimado pelo SRNS. A linha cheia corresponde à equivalência unitária (Y=X)

O SRNS estimou com acurácia o CMS (MB = -120g/d; RMSEP = 122 g/d; r^2 = 0,92). Comparando-se o CMS observado e o estimado pelo modelo, bem como avaliando a dispersão dos pontos em relação à reta Y=X (Figura 3.2) verifica-se que o modelo apresentou tendência de superstimar o CMS quando o valor observado foi inferior ou igual a 1,1 kg/d. Considerando os pontos que representam o CMS até 1,2 kg/d; a maioria deles se encontra abaixo da linha de equivalência (Y = X).

Com relação ao ganho médio diário de peso, observa-se que esta variável foi predita de forma adequada pelo modelo (MB = 44,9; RMSEP = 40,0; r^2 = 0,67). Os valores obtidos na avaliação dos dados obtidos no presente estudo estão de acordo com os relatados na literatura. Segundo Tedeschi et al. (2008) em diversas avaliações do SRNS foi constatado MB variando de 2,4 a 18 g/d, RMSEP variando de 37 a 56 g/d e r^2 elevado, variando de 0,70 a 0,84. Da mesma forma, Linsky (2008) avaliaram o SRNS e verificaram que o GMD foi predito com acurácia e precisão (n=39; MB = -0,5 g/d; RMSPE = 48,5 g/d e r^2 = 0,66). Os autores concluíram que o SRNS prediz com acurácia o ganho médio diário de peso de cordeiros em crescimento.

A regressão linear entre o GMD observado experimentalmente e estimado pelo sistema SRNS (Figura 3.3) apresentou coeficiente de determinação de 0,67; sendo os dados altamente correlacionados (r = 0,81). Os valores observados para o GMD variaram de 0,181 a 0,364 kg/d; enquanto que os valores estimados variaram de 0,152 a 0,328 kg/d. O GMD observado foi de 0,278 kg; enquanto que e o estimado pelo SRNS foi de 0,249 kg; sendo portanto inferior em 29 g. De forma semelhante, Rodrigues (2009) comparou o desempenho de cordeiros da raça Santa Inês confinados e observou diferença de 53 g entre o GMD observado e estimado, com r^2 = 0,68. Adicionalmente, o NRC (2007) avaliou o SRNS utilizando dados de ganho médio de peso de 31 trabalhos e observou diferença de 10g/d (r^2 = 0,70), concluindo que o modelo é acurado e preciso em predizer as exigências de ovinos em crescimento.

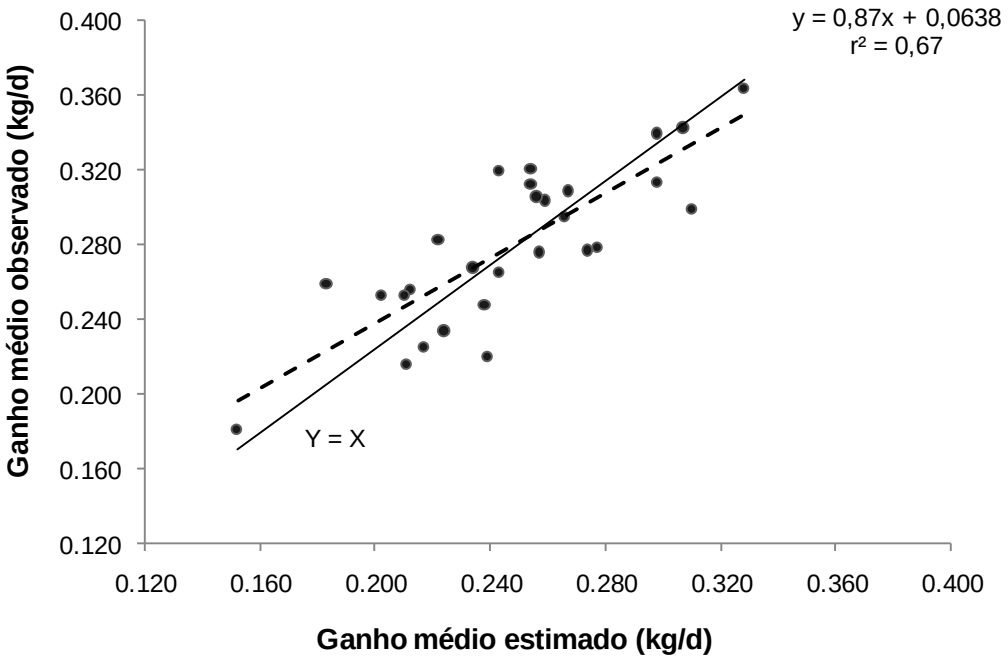

Figura 3.3 - Relação entre o ganho médio observado ou estimado pelo SRNS. A linha cheia corresponde à equivalência unitária (Y=X)

Embora tenha apresentado acurácia na predição do GMD, verifica-se por meio da avaliação da dispersão dos pontos em relação à reta Y=X (Figura 3.3) que o modelo apresentou tendência de suberstimar o GMD quando o valor observado variou de 0,240 a 0,320 kg/d. Este fato está em concordância com Cannas et al. (2007), os quais

observaram para caprinos em crescimento que o SRNS superestimou o GMD na medida que o GMD observado aumentou. Estes autores concluíram que este fato pode ter ocorrido porque o modelo utiliza um valor fixo para calcular o custo do ganho, não levando em consideração o peso corporal e o tamanho relativo do animal.

3.3.5 Custos da alimentação

Houve redução no custo das rações experimentais em 4,2; 8,6 e 12,6% na medida que o farelo de soja foi substituído pela uréia em 0,7; 1,4 e 2,1% da MS, respectivamente (Tabela 3.5). Entretanto, o custo total do animal no período de confinamento não apresentou o mesmo comportamento, sendo que neste caso, a ração de menor custo não foi a que resultou em menor custo do kg de carne produzido.

Tabela 3.5 - Custo das rações experimentais (R$/ton MS)

Item	Custo R$/ton MO	Teor de inclusão de uréia[1]			
		0	0,7	1,4	2,1
Feno de coastcross	450,00	40,05	40,05	40,05	40,05
Milho grão	366,00	239,1	251,5	263,8	275,9
Farelo de soja (48%)	1106,00	130,4	86,62	42,82	0,00
Uréia agrícola	1800,00	0,00	12,47	24,95	37,42
Mistura mineral	1133,30	16,49	16,49	16,49	16,49
Calcário	20,00	0,257	0,257	0,257	0,257
Cloreto de amônio	5215,00	20,86	20,86	20,86	20,86
Custo total (R$/ton MS)[2]		447,16	428,25	409,23	390,98

[1]Teor de inclusão de uréia na MS: 0= concentrado com 0% de uréia; 0,7= concentrado com 0,7% de uréia; 1,4= concentrado com 1,4% de uréia e 2,1= concentrado com 2,1% de uréia; [2]Calculado a partir do preço dos ingredientes praticados no estado de São Paulo no mês de Outubro de 2009. Fonte: www.cana.com.br (COPLACANA – Piracicaba -SP); www.cepea.esalq.usp.br (Piracicaba - SP); www.chemco.com.br (Campinas – SP). www.scotconsultoria.com.br (Bebedouro – SP).

Uma vez que houve diferença para o ganho médio diário de peso na medida que a uréia foi adicionada na ração (Tabela 3.2), o tempo em que os animais permaneceram no confinamento também foi diferente, sendo em média 13 dias maior para as rações contendo 1,4% ou 2,1% de uréia, o que contribuiu para aumentar o custo total do animal durante o perído de confinamento (Tabela 3.6).

Comparando os custos de produção de novilhos confinados recebendo farelo de soja, uréia ou uma combinação das duas fontes nitrogenadas, Silva et al. (1999) afirmaram que o maior retorno econômico foi obtido com o uso da uréia. No presente estudo a combinação entre o farelo de soja e a uréia no teor de inclusão de 0,7% da MS apresentou a maior eficiência econômica. Por permitir redução no custo do kg de matéria seca da ração sem alterar a ingestão de matéria seca e o desempenho dos animais em relação ao farelo de soja.

Tabela 3.6 - Custo da alimentação de cordeiros recebendo rações contendo teores crescente de uréia

	Teor de inclusão de uréia[1]			
Item	0	0,7	1,4	2,1
Consumo diário de MS, kg	1,11	1,12	0,96	1,05
Ganho médio diário, kg	0,296	0,303	0,246	0,257
Conversão alimentar, kg MS/kg ganho	3,77	3,71	4,05	4,12
Custo do kg de MS[2], R$	0,447	0,428	0,409	0,391
Período de confinamento, dias	68	66	81	78
Custo diário do animal, R$	0,496	0,480	0,392	0,410
Custo do kg de ganho diário, R$	1,68	1,59	1,66	1,61
Custo total da alimentação[3], R$	33,72	31,68	31,75	31,98

[1]Teor de inclusão de uréia na MS: 0= concentrado com 0% de uréia; 0,7= concentrado com 0,7% de uréia; 1,4= concentrado com 1,4% de uréia e 2,1= concentrado com 2,1% de uréia; [2]Calculado a partir do preço dos ingredientes praticados no estado de São Paulo no mês de Outubro de 2009; [3]Calculado em função do período de confinamento.

3.4 Conclusões

Embora tenha reduzido o ganho médio de peso em 14,3%, a uréia pode substituir completamente o farelo de soja como fonte de N em rações com alta proporção de concentrado para cordeiros da raça Santa Inês confinados, permitindo ganho médio de 257 g/dia, sem comprometer o consumo de matéria seca, os parâmetros de carcaça e de qualidade da carne avaliados neste estudo. Entretanto, o custo das fontes nitrogenadas será determinante na escolha da alternativa mais viável na formulação da ração.

A ração contendo 53,1% de PDR e 7,55% de PNDR na MS atendeu a exigência de proteína metabolizável dos cordeiros da raça Santa Inês confinados com idade média inicial de 3 meses, indicando que a maior concentração de PNDR na ração pode elevar o desempenho de cordeiros mais jovens desde que a exigência em PDR seja adequadamente atendida.

Embora tenha apresentado uma boa estimativa para o CMS e o GMD, o modelo SRNS mostrou tendência de subestimar o CMS quando os valores são mais baixos e de superstimar o GMD quando os valores são mais elevados.

Referências

ABDULLAH, A.Y.; QUDSIEH, R.I. Effect of slaughter weight and aging time on the quality of meat from Awassi ram lambs. **Meat Science**, Barking, v.82, p. 309-316, 2009.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness of fresh meat**. Chicago, 1995. 47p.

ARCHIBEQUE, S.L.; FREETLY, H.C.; FERRELL, C.L. Net portal and hepatic flux of nutrients in growing wethers fed high concentrate diets with oscillating protein concentration. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 85, p. 997-1005, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15th .ed. Washington, D.C.: 1990. 1298p.

BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 88 (E. Supplement), p. 9-21, 2005.

BAILEY, C.R.; DUFF, G.C.; CHEATHAM, R.C.; SANDERS, S.R.; WHITNEY, T.W.; MENDIVIL, O.B.; TREICHEL; J.L. Dietary urea concentration and acid-base balance in feedlot steers fed a high concentrate steam-flaked corn-based diet. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 84, p. 741-743, 2004.

BEAUCHEMIN, K.A.; MCCLELLAND, L.A.; JONES, S.D.M.; KOZUB, G.C. Effects of crude protein content, protein degradability and energy concentration of the diet on growth and carcass characteristics of market lambs fed high concentrate diets. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 75, p. 387-395, 1995.

BODINE, T.N.; PURVIS, H.T. Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 304-317, 2003.

BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; DELCURTO, T. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on performance and nitrogen use in ruminants consuming low quality forage: Cow performance and efficiency of nitrogen use in wheters. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 80, p.1629-1637, 2002.

BÓRNEZ, R.; LINARES, M.B.; VERGARA, H. Haematological, hormonal and biochemical blood parameters in lamb: Effect of age and blood sampling time. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 121, p. 200-206, 2009.

BOUKILA, B.; SEOANE, J.R.; BERNIER, J.F. Effects of dietary hydroxides on intake, digestion, rumen fermentation, and acid-base balance in sheep fed a high barley diet. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 75, p. 359-369, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto lei n. 2.244, 5 jun., 1997. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília, 1997. 204 p.

BRESSAN, M.C.; PRADO, O.V.; PÈREZ, J.R.O.; LEMOS, A.L.S.C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 21, p. 293-303, 2001.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CAN, A.; DENEK, N.; TUFENK, S. Effect of escape protein level on finishing performance of Awassi lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 55, p. 215-219, 2004.

CAN, A.; DENEK, N.; YAZGAN, K. Effect of replacing urea with fish meal in finishing diet on performance of Awassi lamb under heat stress. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 59, p. 1-5, 2005.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; VAN SOEST, P.J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, p. 149-169, 2004.

CANNAS A.; TEDESCHI L.O.; ATZORI A.S.; FOX D.G. The Small Ruminant Nutrition System: development and evaluation of a goat submodel. **Italian Journal of Animal Science**, Reggio Emilia, v. 6, p. 609-611, 2007.

CHALUPA, W. 1968. Problems in feeding urea to ruminants. **Journal of Animal Science**, Albany, v.27, p. 207-219, 1968.

CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, Danvers, v. 8, p. 130-162, 1962.

CHAPA, A.M.; FERNANDEZ, J.M.; WHITE, T.W.; BUNTING, L.D.; GENTRY, L.R.; LOVEJOY, J.C.; OWEN, K.Q. Influence of dietary carnitine in growing sheep fed diets containing non-protein nitrogen. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 40, p. 13-28, 2001.

CLARINDO, R.L.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M.; IMAIZUMI, H.; LIMA, N.V.A.; PEREIRA, E.M. Avaliação de fontes energéticas e protéicas na dieta de bovinos confinados em fase de terminação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.9, p. 902-910, 2008.

COLUCCI, P.E.; MACLEOD, G.K.; GROVUM, W.L.; MCMILLAN, I.; BARNEY, D.J. Digesta kinetics in sheep and cattle fed diets with different forage to concentrate ratios at high and low intakes. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 73, p. 2143-2156, 1990.

CONTRERAS, P. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional de ovinos. In: GONZÁLES, F.H.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Ed.). **Perfil metabólico em ruminantes:** seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 9-22.

CORTE, R.R.P.S.; LEME, P.R.; AFERRI, G.; PEREIRA, A.S.C.; SILVA, S.L. Meat characteristcs of crossbred lambs fed normal or heated whole cottonseed. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 86, p. 497, 2008. (Abstract).

DUFF, G.C.; MALCOLM-CALLIS, K.J.; GALYEAN, M.L.; WALKER, D.A. Effects of dietary urea concentration on performance and health of receiving cattle and performance and carcass characteristics of finishing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 83, p. 569-575, 2003.

EISEMANN, J.H.; HAMMOND, H.C.; RUMSEY, T.S.; BAUMAN, D.E. Nitrogen and protein metabolism and metabolites in plasma and urine of beef steers treated with somatotropin. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 67, p. 105-115, 1989.

ERYAVUZ, A.; DÜNDAR, Y.; OZDEMIR, M.; ASLAN, R.; TEKERLI, M. Effects of urea and sulfur on performance of faunate and defaunate Ramlic lambs, and some rumen and blood parameters. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam,v. 35, p. 35-46, 2003.

EZEQUIEL, J.M.B.; SAMPAIO, A.A.M.; SEIXAS, J.R.C.; OLIVEIRA, M.M. Balanço de nitrogênio e digestão total da proteína e da energia de rações contendo farelo de algodão, levedura de cana-de-açúcar ou uréia, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p.2332-2337, 2000.

EZEQUIEL, J.M.B.; MATARAZZO, S.V.; SALMAN, A.K.D.; MARTINS JR., A.P.; SOARES, W.V.B.; SEIXAS, J.R.C. Digestibilidade aparente da energia e da fibra de dietas para ovinos contendo uréia, amiréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 231-235, 2001.

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

FERRELL, C.L.; FREETLY, H.C.; GOETSCH, A.L.; KREIKEMEIER, K.K. The effect of dietary nitrogen and protein on feed intake, nutrient digestibility, and nitrogen flux across the portal-drained viscera and liver of sheep consuming high-concentrate diets ad libitum. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 79, p. 1322-1328, 2001.

GABARRA, P.R.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M.; PIRES, A.V.; IMAIZUMI, H. Fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidades ruminais para novilhos de corte. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 29, p. 195-202, 2007.

HADDAD, C.M. Uréia em suplementos alimentares. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS - URÉIA PARA RUMINANTES, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 119-141.

HADDAD, S.G.; MAHMOUD, K.Z.; TALFAHA, H.A. Effect of varying levels of dietary undegradable protein on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs fed on high wheat straw diets. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 58, p. 231-236, 2005.

HADDAD, S.G. Bitter vetch grains as a substitute for soybean meal for growing lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 99, p. 221-225, 2006.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, p. 1791-1794, 1999.

KEMP, J.D., ELY, D.G., FOX, J.D., MOODY, W.G. Carcass and meat characteristics of crossbred lambs with and without Finnish Landrace breeding. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 52, p. 1026-1033, 1981.

KNAUS, W.F.; BEERMANN, D.H.; GUIROY, P.J.; BOEHM, M.L.; FOX, D.G. Optimization of rate and efficiency of dietary nitrogen utilization through the use of animal by-products and (or) urea and their effects on nutrient digestion in Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 79, p. 753-760, 2001.

KNAUS, W.F.; BEERMANN, D.H.; TEDESCHI, L.O.; CZAJKOWSKI, M.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. Effects of urea, isolated soybean protein and blood meal on growing steers fed a corn-based diet. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 102, p. 3-14, 2002.

KOZLOSKI, G.V., ROCHA, J.B.T.; RIEGEL, R.E. Net portal flux of metabolites following a meal in calves fed a grainrich diet supplemented with urea or meat meal. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 76, p. 393-399, 1996.

KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO, H.M.N.; ROCHA, J.B.T. Effect of the substituition of urea for soybean meal on digestion in steers. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 80, p. 713-719, 2000.

LINSKY, A. **Evaluation of the Small Ruminant Nutrition System for early and late maturing sheepbreeds under Southern African conditions.** Pretoria, South Africa. :University of Pretoria, 2008. 153 p.

LÓPEZ, J.; STUMPF JUNIOR, W. Influência do grão de sorgo como fonte de amido em ovinos alimentados com feno: parâmetros plasmáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 1183-1190, 2000.

MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D. Performance, digestibility and carcass characteristics of feedlot dairy steers fed diets with different urea levels. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, p. 860-867, 2006.

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.

MILTON, S.T.; BRANDT JR., R.T.; TITGEMEYER, E.C. Urea in dry-rolled corn diets: finishing steer performance, nutrient digestion, and microbial protein production. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, p. 1415-1424, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of sheep**. 5th revised ed. Washignton: National Academy Press. 1985. 112p.

_____. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th revised ed. Washignton: National Academy Press, 1996. 241p.

_____. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academic Press, 2007. 292p.

NOLTE, J. Van E.; FERREIRA, A.V. The effect of rumen degradable protein level and source on the duodenal essential amino acid profile of sheep. **South African Journal of Animal Science**, Hatfield, v. 35, p. 162-171, 2005.

NOLTE, J. Van E.; LÖEST, C.A.; FERREIRA, A.V.; WAGGONER, J.W.; MATHIS, C.P. Limiting amino acids for growing lambs fed a diet low in ruminally undegradable protein. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 86, p. 2627-2641, 2008.

OLIVEIRA JR., R.C.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J.J.R.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; ARAUJO, 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**, Viçosa, v. 33, p. 738-748, 2004.

ØRSKOV, E.R. **Nutrición proteica de los ruminantes.** Zaragosa: ACRIBIA, 1988. 178p.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. Acidosis in cattle:a review. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 275-286, 1998.

PAIXÃO, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M. F.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A.; SILVA, P.A.; PINA, D.S. Uréia em dietas para bovinos: consumo, digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, características de carcaça e produção microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 2451-2460, 2006.

PIRES, A.V.; OLIVEIRA JR, R.C.; FERNANDES, J.J.R.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A P.; ARAUJO, R.C.; GOULART, R.C.D. Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia na dieta de bovinos de corte confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 937-942, 2004.

PONNAMPALAM, E.N.; HOSKING, B.J.; EGAN, A.R. Rate of carcass components gain, carcass characteristics, and muscle longissimus tenderness in lambs fed dietary protein sources with a low quality roughage diet. **Meat Science**, Barking, v. 63, p. 143-149, 2003.

PONNAMPALAM, E.N.; EGAN, A.R.; SINCLAIR, A.J.; LEURY B.J. Feed intake, growth, plasma glucose and urea nitrogen concentration, and carcass traits of lambs fed isoenergetic amounts of canola meal, soybean meal, and fish meal with forage based diet. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 58, p. 241-252, 2005.

QUEIROZ, M.A.Á. ; SUSIN, I ; PIRES, A.V ; MENDES, C.Q ; GENTIL, R.S ; ALMEIDA, O.C ; AMARAL, R.C ; MOURÃO, G.B . Desempenho de cordeiros e estimativa da digestibilidade do amido de dietas com diferentes fontes protéicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 1193-1200, 2008.

QUEIROZ, M.A.A. **Desempenho, características da carcaça e parâmetros metabólicos de cordeiros recebendo rações ricas em amido e fontes protéicas.** 2008. 156 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

REGMI, P.R.; DIXON, W.T.; OBA, M. Effects of ammonia load on glucose metabolism by isolated ovine duodenal mucosa. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 86, p. 2321-2327, 2008.

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

RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; LEÃO, M.I.; VALADARES, R.F.D.; RENNÓ, F.P.; PAIXÃO, M.L. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 556-562, 2008.
RINDSIG, R.B. Practical dairy goat feeding. **Dairy Goat Journal** cidade, v. 55, p. 12-19, 1977.

ROCHA, M.H.M.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; FERNANDES Jr., J.S.; MENDES, C.Q. Performance of Santa Ines lambs fed diets of variable crude protein levels. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, p. 141-145, 2004.

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; ARAUJO, R.C.; PACKER, I.U.; RIBEIRO, M.F.; GERAGE, L.V. Substituição do milho por polpa cítrica em rações com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 789-794, 2008.

RODRIGUES, G.H. **Desempenho, características da carcaça, perfil de ácidos graxos e parâmetros ruminais de ovinos alimentados com rações contendo polpa cítrica desidratada e polpa cítrica úmida semi despectinada**. 2009. 76 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. A net carboydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

SALMAN, A.K.D.; MATARAZZO, S.V.; EZEQUIEL, J.M.B.; KRONKA, S.N.; SEIXAS, J.R.C.; SOARES, W.V.B.; MARTINS JR., A.P. 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**, Viçosa, v. 26, p. 179-185, 1997.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT:** guide for personal computer; version 9.1. Cary, 2003. 235 p.

SEIXAS, J.R.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; ARAÚJO, W.D.; RESENDE, F.D.; MARTINS JR., A.P.; KRONKA, S.N.; SILVA, L.D.F.; DOURADO, J.B.; SOARES, W.V.B. Desempenho de bovinos confinados alimentados com dietas à base de farelo de algodão, uréia ou amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, p. 432-438, 1999.

SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Evaluation of sampling, cookery, and shear force protocols for objective evaluation of lamb longissimus tenderness. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, p. 802-807, 2004.

SHAIN, D.H.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; HEROLD, D.W. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 242-248, 1998.

SHORTHOSE, W.R.; POWELL, V.H.; HARRIS, P.V. Influence of electrical stimulation, cooling rates and ageing on the shear force values of chilled lamb. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, p. 889-928, 1986.

SILVA, J.F.C; PEREIRA, J.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VILELA, L.M.R.; LOMBARDI, C.T. Valor nutritivo da palha de arroz suplementada com amiréia, fubá+uréia e farelo de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 1475-1481, 1994.

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

SWANSON, K.C.; CATON, J.S.; REDMER, D.A.; BURKE, V.I.; REYNOLDS, L.P. Influence of undegraded intake protein on intake, digestion, serum hormones and metabolites, and nitrogen balance in sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 35, p. 225-233, 2000.

TEDESCHI, L.O.; BAKER, M.J.; KETCHEN, D.J.; FOX, D.G. Performance of growing and finishing cattle supplemented with a slow-release urea product and urea. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 82, p. 567-573, 2002.

TEDESCHI, L.O. Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, Barking Essex, v. 89, p. 225-247, 2006.

TEDESCHI, L.O.; CANNAS, A.; FOX, D.G. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and nutrients for domesticated small ruminants: the development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.3, p.178-190, 2008.

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

TUFARELLI, V.; DARIO, M.; LAUDADIO, V. Influence of dietary nitrogen sources with different ruminal degradability on growth performance of Comisana ewe lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 81, p. 132-136, 2009.

TURINO, V.F.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; MORAIS, J.B.; OLIVEIRA, JR., R.C. Casca de soja na alimentação de cordeiros confinados: desempenho e características da carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, p. 495-503, 2007.

URANO, F.S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H.; ARAUJO, R.C.; MATTOS, W.R.S. Desempenho e características de carcaça de cordeiros confinados alimentados com grão de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 1525-1530, 2006.

VAN DER AAR, P.J.; BERGER, L.L.; FAHEY JR., G.C.; MERCHEN, N.R. Effect of alcohol treatments of soybean meal on ruminal escape of soybean meal protein. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 59, p. 483-489, 1984.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2nd ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

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

VISEK, W.J. Ammonia: It's effects on biological systems, metabolic hormones, and reproduction. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.67, p.481-498, 1984.

WALZ, L.S.; WHITE, T.W.; FERNANDEZ, J.M.; GENTRY, L.R.; BLOUIN, D.C.; FROETSCHEL, M.A.; BROWN, T.F.; LUPTON, C.J.; CHAPA, A.M. Effects of fish meal and sodium bentonite on daily gain, wool growth, carcass characteristics, and ruminal and blood characteristics of lambs fed concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 2025-2031, 1998.

WIESE, S.C.; WHITE, C.L.; MASTERS, D.G.; MILTON, J.T.B.; DAVIDSON, R.H. Growth and carcass characteristics of prime lambs fed diets containing urea, lupins or canola meal as a crude protein source. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 43, p. 1193-1197, 2003.

WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, Washington, v. 81, p. 620-632, 1998.

WILSON, G.; MARTZ, F.A.; CAMPBELL, J.R.; BECHER, B.A. Evaluation of factors responsible for reduced voluntary intake of urea diets for ruminants. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 41, p. 1431-1436, 1975.

WITTWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLES, F.H.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Ed.). **Perfil metabólico em ruminantes:** seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 9-22.

4 DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES, PARÂMETROS RUMINAIS, METABOLISMO DO NITROGÊNIO E SÍNTESE MICROBIANA EM CORDEIROS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES TEORES DE PDR E ALTA PROPORÇÃO DE CONCENTRADO

Resumo

A fonte de nitrogênio da ração pode alterar a digestibilidade dos nutrientes, a síntese de proteína microbiana e influenciar a quantidade e a qualidade da proteína metabolizável que chega ao intestino delgado. Dezesseis cordeiros da raça Santa Inês, canulados no rúmen, foram utilizados para determinação do efeito da substituição do farelo de soja pela uréia sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes, parâmetros ruminais, metabolismo do nitrogênio e estimativa da síntese microbiana. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos completos casualizados, mantidos em gaiolas para ensaio de metabolismo e alimentados com ração composta de 90% de concentrado e 10% de feno de coastcross, sendo que o farelo de soja da ração controle foi substituído pela uréia nos teores de 0,7; 1,4 e 2,1% da MS. Não houve diferença no consumo e nos coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN. Houve efeito quadrático para a concentração de acetato (27,1; 32,1; 29,0 e 23,00 mM) e para a produção total de ácidos graxos de cadeia curta (67,9; 87,9; 73,2 e 63,5 mM) com adição de uréia na ração. O pH ruminal não foi alterado, enquanto que a concentração de amônia ruminal aumentou linearmente (16,5; 18,7; 22,6 e 24,8 mg/100ml) na medida que a uréia foi adiconada na ração. O uso da uréia não alterou o metabolismo do nitrogênio, sendo observada retenção de 13,8; 10,8; 14,9 e 12,7 g de N/d. Da mesma forma, a excreção urinária de derivados de purina (8,5; 6,6; 8,7 e 8,8 mM/d), a produção de nitrogênio microbiano (6,2; 4,8; 6,3 e 6,4 g/d) e a eficiência de síntese microbiana (11,1; 8,3; 11,0 e 11,1 g/kg de matéria orgânica fermentável no rúmen) não foram alteradas com susbtituição do farelo de soja pela uréia. A uréia pode ser utilizada com fonte exclusiva de nitrogênio em rações com alta proporção de concentrado na alimentação de cordeiros confinados.

Palavras-chave: Derivados de purina; Nitrogênio não protéico; Proteína não degradável no rúmen; Uréia

NUTRIENT DIGESTIBILITY, RUMINAL PARAMETERS, NITROGEN METABOLISM AND MICROBIAL PROTEIN SYNTHESIS IN LAMBS FED HIGH GRAIN DIETS CONTAINING DIFFERENTS RUMEN DEGRADABLE PROTEIN LEVELS

Abstract

Dietary nitrogen source can modify nutrient digestibility, microbial protein synthesis and affect the quantity and quality of metabolizable protein reaching the small intestine. Sixteen ruminally cannulated Santa Ines ram lambs were used to determine the effects of replacing soybean meal by urea in high grain diets on nutrient apparent digestibility, ruminal parameters, nitrogen metabolism and efficiency of microbial protein synthesis. Lambs were assigned to a complete randomized block design, placed in metabolism crates and fed a total mixed ration composed by 90% concentrate and 10% coastcross hay (Cynodon sp) during 19 d. The first 14d were for animals adaptation to the diets and the five subsequent days were used for data and samples collections. Soybean meal in the control diet was replaced by urea at 0.7; 1.4 e 2.1% (DM basis). There was no effect on dry matter intake, apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber. Acetate concentration (27.1, 32.1, 29.0 and 23.00 mM) and total short-chain fatty acids (67.9, 87.9, 73.2 and 63.5 mM) concentration showed a quadratic response with urea addition in the diets. Ruminal pH was not influenced; while ruminal ammonia concentration increased linearly (16.5, 18.7, 22.6 and 24.8 mg/100mL) with urea inclusion in the diets. The nitrogen metabolism was not influenced with the replacement of soybean meal by urea in the diets, was observed N retention of 13.8, 10.8, 14.9 and 12.7 g N/d. There was no difference in urinary excretion of purine derivatives (8.5, 6.6, 8.7 and 8.8 mM/d), as well as the microbial nitrogen production (6.2, 4.8, 6.3 e 6.4 g/d) and efficiency of microbial protein synthesis (11.1, 8.3, 11.0 and 11.1 g/kg of rumen fermentable organic matter). Urea can be used as an exclusive N source in high grain diets fed to feedlot lambs.

Keywords: Non protein nitrogen; Purine derivatives; Rumen undegradable protein; Urea

4.1 Introdução

A proteína microbiana sintetizada no rúmen pode responder por até 70% das exigências protéicas diárias dos ruminantes (NRC, 1996) e supre de 50 a 90% dos aminoácidos que passam para o duodeno (HUBER, 1984). A principal fonte de N utilizada pelos microrganismos do rúmen na síntese da proteína microbiana é a amônia. Entretanto, limitações nos fatores de crescimento bacteriano, como peptídeos, aminoácidos e ácidos graxos de cadeia ramificada podem reduzir a digestão dos nutrientes e a produção microbiana (KROPP et al., 1977; NRC, 2001).

O pH ruminal é em grande parte dependente da composição da dieta, sendo principalmente relacionado com a degradabilidade dos carboidratos. Diversos autores constataram redução do pH ruminal com o aumento no teor de concentrado da ração (PAIXÃO et al., 2007; PINA et al., 2009). Além disso, outros autores sugeriram que a síntese microbiana pode ser restringida pela redução na degradação de proteínas devido ao baixo pH ruminal com o uso de dietas contendo alto teor de concentrado (LOERCH et al., 1983; LANA, RUSSELL e Van AMBURGH, 1998).

Segundo Kiran e Mutsvangwa (2009) os sistemas de produção intensiva de ruminantes estão sofrendo crescente pressão para limitar a excreção de N para o ambiente. De acordo com estes autores, este objetivo pode ser alcançado por meio da adoção de práticas de alimentação que otimizem a utilização do nitrogênio (N). Considerando que a falta de sincronia entre o fornecimento de energia e de nitrogênio para os microrganismos ruminais é associada com perda de N e que o animal gasta energia para excretar o excesso de compostos nitrogenados para o ambiente, determinar a eficiência com que o N oriundo da uréia será utilizado pelo animal pode auxiliar na tomada de decisão, evitando prejuízos econômicos e ambientais.

O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos do aumento do teor de PDR da ração por meio da substituição do farelo de soja pela uréia sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes, os parâmetros ruminais, o metabolismo do nitrogênio e a eficiência de síntese microbiana em cordeiros alimentados com rações contendo alta proporção de concentrado.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Animais e instalações

O experimento foi realizado nas instalações para ovinos do Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos, do Departamento de Zootecnia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, campus de Piracicaba, SP. Foram utilizados 16 ovinos inteiros da raça Santa Inês canulados no rúmen, com peso médio inicial de 43,1 kg e idade média de cinco meses. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos completos casualizados com 4 tratamentos e 4 repetições. Os borregos foram alojados individualmente em gaiolas para ensaios de metabolismo, com dimensões de 1,30 x 0,55 m, providas de cocho, bebedouro e sistema para colheita de fezes e urina separadamente. A colheita de fezes foi realizada utilizando-se sacolas de colheita total de fezes fixadas na porção posterior dos animais com o objetivo de minimizar a contaminação por pêlos e urina.

4.2.2 Período experimental e tratamentos

O período experimental teve duração de dezenove dias, sendo catorze dias de adaptação dos animais às gaiolas para ensaio de metabolismo e cinco dias para a colheita dos dados e amostras. Os animais foram pesados no início e no final do período de colheita. O ensaio de digestibilidade iniciou-se logo após um período de duas semanas de adaptação dos animais às rações experimentais e às sacolas de colheita de fezes.

As rações experimentais utilizadas foram as mesmas do experimento de desempenho, em que o farelo de soja da ração controle foi substituído pela uréia nos teores de 0,7; 1,4 e 2,1% da matéria seca, constituindo os quatro tratamentos experimentais: 0, 0,7, 1,4 e 2,1; respectivamente. As rações foram formuladas para serem isonitrogenadas (16% PB), sendo compostas de 90% de concentrado e 10% de feno de “coastcross” (Tabela 4.1).

O feno, previamente picado em uma picadora para forragens, foi misturado aos ingredientes concentrados em misturador horizontal com capacidade para 500 kg. As rações foram fornecidas uma vez ao dia e as sobras de alimentos de cada baia foram

quantificadas diariamente, possibilitando o cálculo posterior do consumo e ajuste da quantidade de alimento a ser fornecida em cada dia, sendo adotado como critério sobra de 10% da oferta, garantindo o consumo *ad libitum*.

Tabela 4.1 - Proporção dos ingredientes e composição nutricional das rações

	Teor de inclusão de uréia[1]			
Item	0	0,7	1,4	2,1
Ingredientes (% MS)				
Feno de “coastcross” picado	10,00	10,00	10,00	10,00
Milho moído grosso	73,40	77,20	81,00	84,70
Farelo de soja 50%	13,40	8,90	4,40	–
Uréia	–	0,70	1,40	2,10
Mistura mineral[2]	1,50	1,50	1,50	1,50
Calcário	1,30	1,30	1,30	1,30
Cloreto de amônio	0,40	0,40	0,40	0,40
Composição nutricional				
Matéria seca, materia original	90,4	90,8	91,0	89,3
Matéria mineral, % MS	4,45	5,27	4,42	4,34
Proteína bruta, % MS	16,1	16,4	16,7	16,4
Fibra em detergente neutro, % MS	17,3	17,2	18,6	17,6
Fibra em detergente ácido, % MS	6,92	6,86	6,48	7,08
Extrato etéreo, % MS	3,38	3,56	3,68	3,74
Carboidrato não estrutural[3], % MS	60,7	62,3	63,9	65,5
Energia metabolizável[3], Mcal/kg	2,98	2,99	2,99	2,98
Energia líquida de ganho[3], Mcal/kg	1,92	1,93	1,93	1,92
Proteína degradável no rúmen[3], % PB	53,1	56,3	60,6	63,1
Proteína não degradável no rúmen[3], % PB	46,9	43,7	39,4	36,9
Proteína solúvel[3], % PB	13,1	23,1	33,1	43,1
Proteína degradável no rúmen[3], % MS	8,54	9,23	10,1	10,3
Proteína não degradável no rúmen[3], % MS	7,55	7,17	6,58	6,05

[1]Teor de inclusão de uréia na MS: 0= concentrado com 0% de uréia; 0,7= concentrado com 0,7% de uréia; 1,4= concentrado com 1,4% de uréia e 2,1= concentrado com 2,1% de uréia; [2]Composição: Ca 13,4%; P 7,5%; Mg 1,0%; S 7,0%, Cl 21,8%; Na 14,5%; Mn 1100 ppm; Fe 500 ppm; Zn 4600 ppm; Cu 300 ppm; Co 40 ppm; I 80 ppm; Se 15 ppm; [3]Estimado pelo Small Ruminant Nutrition System, Version 1.8.6 (Cannas et al., 2004).

4.2.3 Colheita de dados

Durante os cinco dias de colheita (15° ao 19° dia) os alimentos oferecidos e recusados e as fezes (colheita total) foram amostrados diariamente pela manhã e uma alíquota de 10% foi conservada à -18°C. A colheita de fezes foi realizada utilizando-se sacolas de colheita total de fezes fixadas na porção posterior dos animais. As amostras foram descongeladas, compostas por animal e secas em estufas de ventilação forçada a 55ºC por 72 horas e conservadas para posterior determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio (N) e fibra em detergente neutro (FDN).

As amostras de conteúdo ruminal foram obtidas no último dia de colheita (19° dia). Os horários de colheita tiveram como início o momento da alimentação, sendo a hora zero o momento imediatamente anterior e 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16 e 20 horas após o fornecimento do alimento. As amostras foram colhidas em quatro regiões distintas da cavidade ruminal e, em seguida foram filtradas em tecidos de algodão. Cada amostra, aproximadamente 200 mL de fluido ruminal filtrado, foi utilizada para a determinação imediata do pH, por meio de potenciômetro digital (Digimed DM20). Em seguida, uma alíquota de 25 mL do fluido, acrescentado de 1,25 mL de solução 6N de HCl, foi conservada a -18° C para posterior determinação dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e do nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$).

A urina foi colhida em recipientes plásticos contendo solução de ácido sulfúrico a 30%, a fim de manter o pH da urina abaixo de 3. A colheita total de urina foi realizada diariamente do 15° ao 19° dia, sendo que o volume total de urina foi medido e homogeneizado, em seguida foi filtrado em gaze de algodão e uma alíquota de 10% foi armazenada em frascos de plástico e mantidos a -18°C para posteriores análises laboratoriais.

4.2.4 Análises laboratoriais e cálculos

As amostras da ração fornecida, das sobras e das fezes dos animais foram pré-secadas em estufa com ventilação forçada de ar, reguladas à temperatura de 55°C, pelo período de 72 horas. (CAMPOS; NUSSIO; NUSSIO, 2004). Em seguida, todas as amostras foram moídas em moinho do tipo Wiley provido de peneira de crivos de 1mm de diâmetro. O teor de matéria seca (MS) foi determinado em estufa a 105°C durante o

período de 12 horas de exposição, e de matéria mineral (MM) em mufla à temperatura de 550°C durante 3 horas (AOAC, 1990). A matéria orgânica (MO) das amostras foi calculada pela diferença entre a MS e a MM. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados com o uso de sulfito de sódio com a adição de enzima amilase termoestável (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991), utilizando o analisador de fibra modelo ANKON Fiber Analyser (ANKON® Technology Corp.), descrito por Holden (1999). Os valores obtidos foram corrigidos para o teor de matéria seca a 105°C das amostras e cinzas, após a incineração dos saquinhos.

A determinação de nitrogênio total da ração fornecida, das sobras e das fezes foi realizada com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO® (WILES; GRAY; KISSLING, 1998), modelo FP-528 com temperatura para combustão de 835°C. O teor de proteína bruta (PB) foi obtido por meio da multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25.

As amostras de líquido ruminal foram descongeladas e centrifugadas a 12.000 g a 4°C durante 20 minutos para a determinação do N-NH_3. A alíquota sobrenadante foi utilizada para a determinação, seguindo o método colorimétrico proposto por Chaney e Marbach (1962), adaptado para a leitura em leitor de microplaca (Bio-Rad, Hercules, EUA), utilizando-se filtro para absorbância de 550 nm (CAMPOS; NUSSIO; NUSSIO, 2004). A outra alíquota sobrenadante foi utilizada para a determinação da concentração dos AGCC em cromatógrafo líquido-gasoso, segundo Palmquist e Conrad (1971). O equipamento utilizado foi um CLG (Hewlett Packard Company® 5890 serie II), equipado com braço mecânico (HP integrator 3396 serie II, Hewlett Packard Company®). As amostras foram previamente preparadas e armazenadas sob refrigeração (-20°C) em recipientes apropriados ao equipamento, contendo 800 µL do extrato, 200 µL de ácido fórmico e 100 µL de padrão interno.

Os dados de consumo de matéria seca por animal por dia foram obtidos através da diferença entre a quantidade fornecida do alimento e a recusada. Para o cálculo da digestibilidade aparente dos nutrientes foi utilizada a seguinte fórmula:

$$DAN\ (\%) = \frac{(MSC \times NMSC) - (MSF \times NMSF)}{(MSC \times NMSC)}$$

Sendo:
DAN = digestibilidade aparente dos nutrientes,
MSC = matéria seca consumida,
MSF = matéria seca fecal,
NMSC = porcentagem do nutriente na matéria seca consumida,
NMSF = porcentagem de nutriente na matéria seca fecal

As amostras de urina foram descongeladas em temperatura ambiente e analisadas na forma *in natura* em quantidade aproximada de 1,0 mL. A determinação de nitrogênio total da urina foi realizada pelo método macro Kjeldahl (CAMPOS; NUSSIO; NUSSIO, 2004).

O balanço de nitrogênio foi calculado por meio das fórmulas:
Nitrogênio absorvido (g/d) = N consumido - N fecal
Nitrogênio retido (g/d) = N absorvido - N urinário
Balanço de N (% N absorvido) = (N retido/N absorvido)*100
Balanço de N (% N ingerido) = (N retido/N ingerido)*100

As amostras de urina submetidas à análise dos derivados de purina (alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina) foram centrifugadas a 2.000 g por 20 minutos e preparadas da seguinte forma: 2,0 mL de urina foram homogeneizados com 0,25 mL de padrão interno de oxipurinol (1 mMol) e 2,75 mL de tampão A (solução de $NH_4H_2PO_4$ 0,0025 M). Dessa forma, o fator de diluição (FD) da amostra de urina correspondeu à proporção 2,5. Depois de misturadas essas três frações, utilizando-se um filtro do tipo Millex® 13 mm e 0,45µm acoplado em seringa de 5 mL, foi transferido 1,5 mL dessa fração em frascos de 2 mL devidamente lacrados para leitura em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) com detector de arranjo de diodos (Hewlett Packard® 1100 serie II) conforme descrito por Czauderna e Kowalczyk (2000).

O cromatógrafo líquido de alta eficiência foi composto por duas colunas analíticas C_{18} (4,6 x 10 mm, diâmetro de partículas internas 5 µm) devidamente condicionadas com fluxo de 1 mL de tampão A por minuto, durante duas horas antes de iniciar a análise propriamente dita. O volume de amostra injetado foi de 20µL e as

condições de trabalho para o detector de arranjo de diodo foi estabelecido na região de obtenção de espectro de 205 a 290 nm, sendo a área de colheita das áreas dos picos em 225 nm. O cálculo das concentrações dos metabólitos de derivados de purina (MDP) foi determinado pela seguinte equação:

MDP = ((COA) x AS x FD x VF)/FC x AOA

Sendo:

MDP= concentração do metabólito derivado de purina em µM/L;

COA= concentração do oxipurinol na amostra

AS= área do pico do derivado de purina na amostra

AOP= área do pico do oxipurinol na amostra

FD= fator de diluição durante o preparo da amostra;

VF = volume final de urina coletado

FC= fator de correção. O qual foi calculado da seguinte forma:

FC= ((APDP) x (COP)/(CDP) x (APOP)), em que:

APDP= área do pico do padrão do derivado de purina

COP= Concentração do padrão de oxipurinol:

Oxipurinol = 500 µm

CDP= Concentração do padrão de metabólito de derivado de purina:

Alantoina = 1500 µm

Ácido úrico = 500 µm

Hipoxantina e xantina 500 µm

APOP= área do pico do padrão de oxipurinol

4.2.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo os blocos determinados de acordo com a idade e o peso dos animais no início do experimento. Os dados foram analisados pelo procedimento MIXED do programa estatístico SAS (2003) de acordo com o modelo: $Y_{ij} = \mu + b_i + T_j + e_{ij}$, em que μ = média, b_i = efeito do bloco (i = 1 a 4), T_j = efeito do tratamento (j = 1 a 4) e e_{ij} = resíduo. As médias de cada tratamento foram obtidas pelo comando LSMEANS. Diferenças significativas foram consideradas a 5%

(P<0,05). Para as variáveis que obtiveram respostas significativas utilizou-se o teste para polinômios ortogonais linear e quadrático.

A análise dos dados de pH, AGCC e do $N\text{-}NH_3$ foi feita por parcela subdividida no tempo (hora das medidas) pelo procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (2003) de acordo com o seguinte modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + b_i + T_j + H_k + TH_{jk} + e_{ijk}$, em que μ = média, b_i = efeito do bloco (i = 1 a 4), T_j = efeito do tratamento (j = 1 a 4), H_k = efeito do horário de colheita, TH_{jk} = efeito da interação entre o tratamento e o horário de colheita, e_{ij} = resíduo. As médias de cada tratamento foram obtidas pelo comando LSMEANS. Foi utilizada a matriz AR1 para estimar as covariâncias de acordo com o Critério de Akaike Corrigido. Diferenças significativas foram consideradas a 5% (P<0,05). Para as variáveis que obtiveram respostas significativas utilizou-se o teste para polinômios ortogonais linear e quadrático.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Consumo e digestibilidade aparente no trato digestivo total

A substituição do farelo de soja pela uréia não alterou a ingestão e a digestibilidade da MS, MO, PB e da FDN (Tabela 4.2). A ausência de efeito da inclusão da uréia sobre o consumo destes nutrientes observada neste experimento está de acordo com trabalhos encontrados na literatura. Salman et al. (1997) e Ezequiel et al. (2000) não observaram diferença no consumo de MS e de MO de borregos alimentados com rações em que a uréia substituiu o farelo de soja ou o farelo de algodão como fonte nitrogenada, respectivamente. Da mesma forma, Rihani, Garrett e Zinn (1993) e Haddad, Mahmoud e Talfaha (2005) trabalharam com ovinos recebendo rações com alta proporção de concentrado e teores de uréia variando de 0,9% a 2,5% na MS e não verificaram variação na ingestão de MS, MO e de FDN. Resultados similares foram obtidos por Kozloski, Ribeiro e Rocha (2000) ao avaliarem utilização de teores crescentes de uréia (0; 0,7; 1,5 e 2,2% da MS) em substituição ao farelo de soja na alimentação de bovinos em crescimento.

Tabela 4.2 - Peso corporal (PC), peso metabólico ($PC^{0,75}$), consumo e digestibilidade aparente no trato digestivo total (DATT) da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro de ovinos alimentados com teores crescentes de uréia

Item	Teor de inclusão de uréia[1]				EPM[2]	*P*[3]	
	0	0,7	1,4	2,1		L	Q
Peso corporal, kg	43,23	42,00	42,31	44,73	1,48	0,75	0,59
$PC^{0,75}$, kg	16,82	16,49	16,57	17,27	0,43	0,74	0,56
Matéria seca							
Consumo, kg/d	1,08	0,97	1,05	0,93	0,07	0,63	0,98
DATT, %	84,4	87,5	87,6	89,2	1,50	0,29	0,80
Matéria orgânica							
Consumo, kg/d	1,03	0,97	1,01	0,91	0,07	0,64	0,91
DATT, %	85,8	88,7	88,9	89,8	1,40	0,35	0,73
Proteína							
Consumo, kg/d	0,18	0,15	0,19	0,17	0,01	0,98	0,88
DATT, %	80,9	84,8	86,7	89,0	4,44	0,12	0,82
Fibra em detergente neutro							
Consumo, kg/d	0,18	0,17	0,22	0,15	0,02	0,78	0,39
DATT, %	47,6	63,4	67,3	63,3	5,13	0,22	0,32

[1]Teor de inclusão de uréia na MS: 0= concentrado com 0% de uréia; 0,7= concentrado com 0,7% de uréia; 1,4= concentrado com 1,4% de uréia e 2,1= concentrado com 2,1% de uréia; [2]Erro-padrão da média; [3]Valor de *P* para o teste de polinômio ortogonal, resposta linear (L) ou quadrática (Q).

Segundo Haddad, Mahmoud e Talfaha (2005) o efeito da concentração de PNDR sobre a ingestão de nutrientes depende da relação volumoso:concentrado da dieta. Assim como observado no presente estudo, na maioria dos casos não é verificado efeito do teor de PNDR sobre a ingestão de MS de cordeiros alimentados com rações contendo alta proporção de concentrado (BEAUCHEMIN et al., 1995; FERRELL et al., 2001). Adicionalmente, Atkinson, Toone e Ludden (2007) e Tufarelli, Dario e Laudadio (2009) avaliaram cordeiros alimentados com rações contendo fontes de N com diferentes degradabilidades ruminais (alta, média ou baixa concentração de PNDR) e verificaram que o consumo de MS, MO e de FDN foram semelhantes entre as fontes nitrogenadas. O mesmo foi observado por Kozloski et al. (2009) ao avaliarem fontes de PDR (caseinato de cálcio ou uréia) na alimentação de cordeiros e por Prado et al. (2004) e Zeoula et al. (2006) ao avaliaram diferentes fontes de PDR na alimentação de ovinos.

Devido a ausência de efeito do teor de uréia sobre o consumo de MS, aliada ao fato de que os teores de proteína bruta (PB) das rações são semelhantes (Tabela 4.1), o consumo deste nutriente também não foi influenciado pelo teor de uréia da ração. Da mesma forma, outros autores não observaram diferença no consumo de PB quando ovinos (PRADO et al., 2004; ZEOULA et al., 2006) ou bovinos (CALDAS NETO et al., 2008) foram alimentados com rações contendo teores crescentes de PDR. Adicionalmente, Chizzotti et al. (2008) avaliaram teores crescentes de uréia (0; 0,65; 1,30 e 1,95 % da MS) na alimentação de bovinos confinados e atribuíram a semelhança na ingestão de nutrientes à constante relação CNF:PDR das rações. Este fato pode ter ocorrido no presente estudo, uma vez que não foi verificada diferença na ingestão dos nutrientes e a relação CNF:PDR apresentou variação pequena entre as rações (Tabela 4.1).

Os diferentes teores de uréia não influenciaram a digestibilidade da MS, MO, FDN e da PB, o que pode ser atribuído ao fato de que o CMS e de nutrientes não foi alterado pela inclusão de uréia na ração. Os resultados obtidos para a digestibilidade aparente dos nutrientes estão de acordo com trabalhos encontrados na literatura, os quais demonstram que a inclusão de fontes nitrogenadas de alta degradabilidade ruminal não altera a digestibilidade dos nutrientes em ovinos. Prado et al. (2004) e Zeoula et al. (2006) avaliaram o efeito dos teores de PDR em rações para ovinos e não encontraram efeito sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e FDN. Da mesma forma, Caldas Neto et al. (2008) não observaram efeito da concentração de PDR sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO e FDN em bovinos.

No presente estudo a digestibilidade da proteína bruta não foi influenciada pela substituição do farelo de soja pela uréia. Da mesma forma, Salman et al. (1997), Ezequiel et al. (2000) e Ferrell et al. (2001) relataram que a digestibilidade da proteína não diferiu quando farelo de soja ou uréia foram utilizados como fonte de nitrogênio para ovinos. A ausência de efeito de fontes nitrogenadas na digestibilidade da PB no trato digestivo total também foi observada por Zinn e Shen (1998), Knaus et al. (2001) e Oliveira Jr. et al. (2006) ao compararem os efeitos da utilização da uréia ou do farelo de soja na alimentação de novilhos. Por outro lado, Chizzotti et al. (2008) verificaram aumento linear da digestibilidade aparente da PB com inclusão de uréia na ração e

afirmaram que o desbalanço entre a disponibilidade de energia e de N melhora a digestibilidade aparente da PB devido à absorção ruminal do excesso de N. Entretanto, no presente estudo não foi verificada diferença na digestibilidade da PB, o que sugere que embora as rações tenham apresentado diferentes quantidades de NNP não houve limitação de energia em relação a rápida liberação de amônia no rúmen.

Suplementos nitrogenados podem afetar a digestibilidade e o consumo de MS da dieta, principalmente quando ocorre deficiência ruminal de amônia, aminoácidos ou peptídeos (NRC, 2001). Neste ensaio era esperado que a maior quantidade de compostos nitrogenados de alta degradabilidade ruminal fornecida com a adição de teores crescentes de uréia na ração contribuísse para aumentar a digestibilidade dos nutrientes. Entretanto, a ausência de efeito sobre a digestibilidade dos nutrientes demonstra que todas as rações foram capazes de manter a fermentação e atender as exigências dos microrganimos ruminais, independente da fonte de nitrogênio utilizada. Adiconalmente, assim como observado no presente estudo, diversos autores avaliaram o efeito da substituição total da proteína do farelo de soja pela uréia na alimentação de bovinos confinados e não detectaram diferença na ingestão e na digestibilidade da MS, MO, FDN e PB (RENNÓ et al., 2005; PAIXÃO et al., 2007; PEREIRA et al., 2008).

4.3.2 Parâmetros ruminais

Dentre os parâmetros ruminais avaliados, houve efeito quadrático para a produção molar de acetato, o que refletiu diretamente na produção total de AGCC; sendo os maiores valores observados para as rações contendo os teores intermediários (0,7% ou 1,4%) de inclusão da uréia (Tabela 4.3). Os valores de produção de AGCC totais observados neste estudo estão próximos aos encontrados por Rihani et al. (1993), os quais verificaram valores médios de 62,8 e 65,3 mmol/L para cordeiros recebendo alto ou baixo teor de uréia na ração, respectivamente.

Assim como observado no presente estudo, Oliveira Jr. et al. (2004) e Gabarra et al. (2007) não encontraram diferença na concentração molar de propionato, butirato e relação acetato/propionato quando substituíram o farelo de soja pela uréia na alimentação de bovinos, e concluíram com base na concentração molar dos AGCC totais, que não houve limitação de nitrogênio ruminal. A disponibilidade de nitrogênio no

rúmen é fundamental para que não ocorra limitação na degradação ruminal de carboidratos. De acordo com Nocek e Tamminga (1991) para rações contendo teores semelhantes de carboidratos espera-se alterações na concentração molar e proporção de AGCC somente se houver deficiência ruminal de nitrogênio. No presente estudo, o aumento linear da concentração de amônia ruminal na medida em que a uréia foi adicionada às rações (Tabela 4.3) demonstra que não houve limitação de compostos nitrogenados para os microrganismos ruminais, o que foi confirmado com a semelhança na produção de N microbiano (Tabela 4.5).

Tabela 4.3 - Ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$) e pH ruminal em ovinos alimentados com teores crescentes de uréia

Item	Teor de inclusão de uréia[1]				EPM[2]	*P*[3]			
	0	0,7	1,4	2,1		L	Q	H[4]	T*H[5]
AGCC, mM									
Total	67,9	87,9	73,2	63,5	2,00	0,41	0,05	< 0,01	0,91
Acetato	27,1	32,1	29,0	23,0	0,63	0,13	0,02	0,12	0,35
Propionato	34,6	43,2	34,5	34,4	1,45	0,74	0,48	< 0,01	0,84
A:P[6]	0,94	0,99	1,02	0,84	0,04	0,80	0,63	< 0,01	0,32
Butirato	5,2	11,0	7,3	4,7	0,47	0,60	0,07	< 0,01	0,99
Valérico	1,0	2,1	2,6	1,5	0,23	0,47	0,10	0,57	0,67
pH	5,9	6,4	5,7	6,0	0,04	0,72	0,55	0,04	0,04
$N\text{-}NH_3$ (mg/100ml)	16,5	18,7	22,6	24,8	1,07	< 0,01	0,99	< 0,01	< 0,01

[1]Teor de inclusão de uréia na MS: 0= concentrado com 0% de uréia; 0,7= concentrado com 0,7% de uréia; 1,4= concentrado com 1,4% de uréia e 2,1= concentrado com 2,1% de uréia; [2]Erro-padrão da média; [3]Valor de *P* para o teste de polinômio ortogonal, resposta linear (L) ou quadrática (Q); [4]H: efeito de horas; [5]T*H: efeito da interação entre tratamentos e horas; [6]A:P relação entre a concentração molar de acetato e a concentração molar de propionato.

A adição de uréia em substituição ao farelo de soja não alterou o pH ruminal, o qual apresentou valor médio de 6,0. Vários estudos não constataram efeito do uso de fontes nitrogenadas sobre o pH ruminal, tanto em ovinos quanto em bovinos. Sinclair et al. (1993) encontraram valores similares de pH no líquido ruminal de ovinos alimentados com rações sincronizadas ou não-sincronizadas em energia e proteína. Da mesma forma, ao avaliarem os efeitos de teores crescentes de uréia (0; 0,8; 1,5 e 2,5% na MS)

Kropp et al. (1977) obtiveram pH médio de 6,1 e Chizzotti et al. (2008) ao alimentarem novilhos com 0; 0,65; 1,30 ou 1,95% de uréia na MS verificaram pH médio de 6,03. Ambos relataram que o pH ruminal não diferiu com a adição de uréia em substituição ao farelo de soja. Adicionalmente, Fregadolli et al. (2001) e Caldas Neto et al. (2008) não verificaram diferença para o pH do líquido ruminal em função dos teores de PDR ou da da fonte de proteína de alta ou baixa degradabilidade ruminal na alimentação de bovinos, respectivamente.

O pH ruminal é em grande parte dependente da composição da dieta, sendo principalmente relacionado com a degradabilidade dos carboidratos. Diversos autores constataram redução do pH ruminal com o aumento no teor de concentrado da ração (PAIXÃO et al., 2007; PINA et al., 2009). Neste ensaio, era esperado que ocorresse redução do pH ruminal, uma vez que foi utilizado elevado teor de concentrado, sendo a fonte de energia de rápida degradação. Entretanto, a ausência de diferença do pH ruminal entre as diferentes rações pode estar relacionada à ação tamponante da uréia, a qual propiciou menor oscilação nos valores de pH. Segundo Huber (1984) além do fornecimento de amônia para o crescimento microbiano, um dos benefícios da utilização da uréia seria o fato de a mesma manter o pH em uma faixa mais adequada para a digestão da fibra.

Na Figura 4.1 estão apresentados os valores de pH, o qual foi influenciado pelos tempos de colheita após a alimentação. Observa-se que o pH ruminal não reduziu bruscamente logo após a alimentação para as rações contendo uréia. Este fato pode ser atribuído ao efeito tamponante da uréia, que não permitiu o rápido abaixamento do pH até duas horas após o fornecimento das rações.

De acordo com Owens e Goetsch (1986) os valores de pH normalmente variam entre 5,5 e 6,5 para rações contendo alta proporção de concentrado. Os mesmos autores citam que o tempo após a alimentação quando o pH é mais baixo geralmente ocorre entre 1 a 4 horas, refletindo o balanço entre as taxas de produção de ácidos, de produção de tamponantes da saliva e de presença ou liberação de tamponantes do alimento. No presente estudo, embora o pH tenha variado dentro da faixa próxima à citada por Owens e Goetsch (1986), os valores mais baixos de pH ocorreram entre 8 e 12 horas após o fornecimento da alimentação.

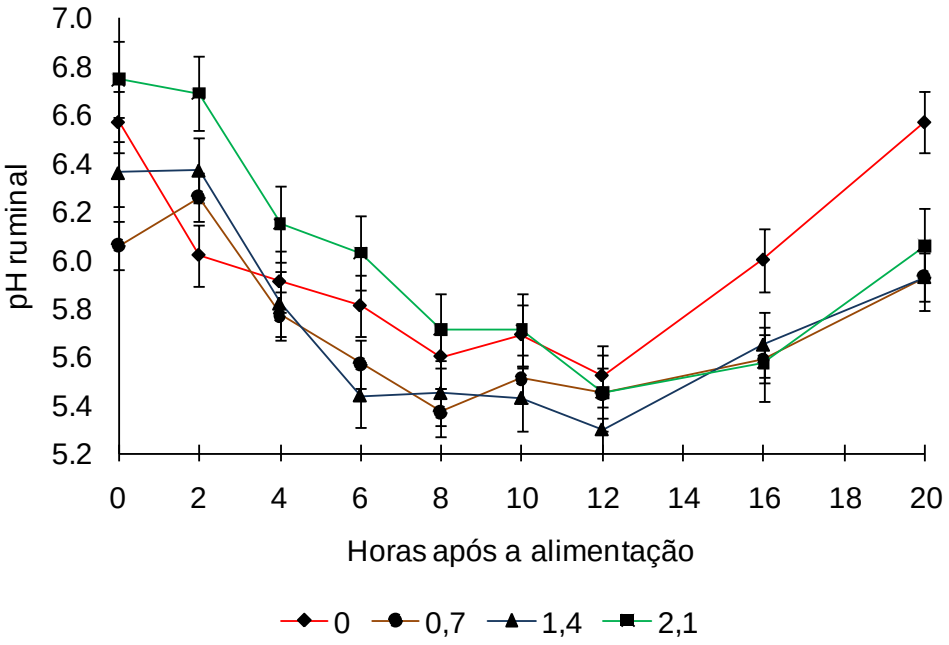

Figura 4.1 - Variação do pH no fluido ruminal de cordeiros alimentados com teores crescentes de uréia

Foi verificado aumento linear da concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal em função do aumento do NNP com a substituição do farelo de soja pela uréia (Tabela 4.3). As concentrações de N-NH_3 no líquido ruminal variaram de 16,5 a 24,8mg/100mL e se encontram dentro da amplitude de 16 a 36,3 mg/100 mL obtida por Zeoula et al. (1999) ao avaliarem fontes de N com alta ou baixa degradabilidade rumimal na alimentação de ovinos. Embora a concentração de amônia necessária para otimizar a digestão ruminal não esteja bem definida para vários tipos de dietas, os valores observados neste estudo se encontram próximos da faixa de 19 a 23 mg de N-NH_3/100 mL apontada por Mehrez, Ørskov e McDonald (1977) como necessária para garantir a máxima atividade fermentativa ruminal.

A taxa de produção de N-NH_3 no rúmen reflete a solubilidade e a fermentabilidade da dieta, bem como a produção endógena de compostos nitrogenados (HUNTINGTON e ARCHIBEQUE, 1999). Essas observações estão de acordo com os resultados obtidos por Zeoula et al. (1999) e Kozloski et al. (2009) que compararam fontes de N com diferentes taxas de degradabilidade ruminal, e assim como verificado

no presente estudo, relataram que o aumento no teor de PDR resultou em maior produção de nitrogênio na forma de amônia em cordeiros.

A concentração ruminal de N-NH_3 foi influenciada pelo tempo após a alimentação (Figura 4.2). Observa-se que embora as rações contendo uréia apresentaram maiores concentrações de N-NH_3 ruminal, o pico ocorreu duas horas após o fornecimento das rações, independente da fonte de N utilizada. Este fato está de acordo com diversos autores, os quais constataram que para rações contendo uréia o pico de concentração de amônia é observado cerca de 1 a 2 horas após o fornecimento da ração (PAIXÃO et al., 2007; CHIZZOTTI et al., 2008; KOZLOSKI et al., 2009). Além disso, pode-se verificar que para a ração contendo apenas o farelo de soja a concentração de N-NH_3 ruminal foi mais constante ao longo do período avaliado, o que é reflexo da degradação ruminal característica desta fonte nitrogenada.

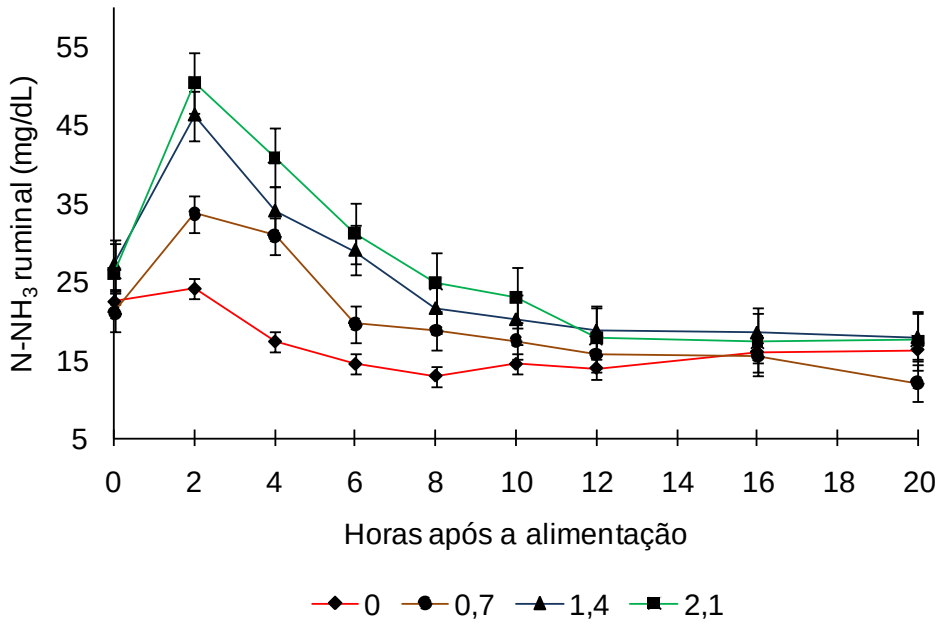

Figura 4.2 - Variação da concentração do N-NH_3 no fluido ruminal de cordeiros alimentados com teores crescentes de uréia

De acordo com Russel, O'connor e Fox (1992) quanto maior a degradabilidade da proteína da dieta, maior será a produção de amônia ruminal e, não havendo sincronia entre a disponibilidade de N e energia, maiores serão as perdas de N sob a forma de uréia. No presente estudo, a substituição do farelo de soja pela uréia resultou em maior produção de amônia ruminal por se tratar de fonte de composto nitrogenado

com elevada taxa de degradação ruminal e pelo fato de a hidrólise da uréia ser mais rápida que a capacidade de assimilação de amônia pelos microrganismos ruminais. Entretanto, pode-se inferir que houve sincronia entre a liberação de nitrogênio e energia no rúmen, uma vez que não foi verificado efeito sobre a ingestão diária e a digestibilidade dos nutrientes (Tabela 4.2), bem como sobre o balanço e a síntese de compostos nitrogenados (Tabela 4.4).

4.3.3 Metabolismo do nitrogênio

O balanço de nitrogênio não foi alterado com a substituição do farelo de soja pela uréia na alimentação dos cordeiros (Tabela 4.4). Os resultados obtidos são condizentes com a literatura envolvendo o estudo de fontes nitrogenadas ou variação dos teores de PDR na alimentação de ruminantes. Matras, Bartley e Preston (1991) e Zeoula et al. (1999) também não observaram diferença no balanço de nitrogênio ao alimentarem ovinos com fontes de nitrogênio com diferentes taxas de degradação ruminal. Da mesma forma, Ezequiel et al. (2000) avaliaram o balanço de nitrogênio em ovinos recebendo fonte de proteína verdadeira (farelo de algodão) ou uréia e não observaram efeito das fontes nitrogenadas sobre os resultados do aproveitamento do nitrogênio das rações. Assim como observado neste estudo, estes autores concluíram que considerando o metabolismo de compostos nitrogenados,.a introdução de fontes nitrogenadas alternativas, como a uréia, na alimentação de ovinos em crescimento mostrou-se satisfatória.

No presente trabalho não houve variação na excreção de N na urina ou nas fezes, sendo que a excreção urinária de nitrogênio foi superior à excreção fecal. Este fato também foi constatado por outros autores. Zeoula et al. (2006) obtiveram valores semelhantes aos observados no presente estudo e verificaram que a excreção do N via urinária foi de 35,7% do N ingerido, sendo superior à excreção nas fezes. Da mesma forma, maior excreção de N urinário em relação ao N fecal foi verificada por Prado et al. (2004) ao utilizarem diferentes teores de PDR nas rações e fonte de amido de alta degradabilidade ruminal para ovinos. Este fato indica que houve redução no aproveitamento do N retido, o que pode ser reflexo do elevado teor de PB e da elevada produção de amônia ruminal, a qual é absorvida pela parede ruminal e excretada na

forma de uréia pela urina. Adicionalmente, assim como verificado no presente estudo, Knaus et al. (2001) e Oliveira Jr. et al. (2004) não observaram diferença na excreção urinária e fecal de nitrogênio ao compararem o uso do farelo de soja ou da uréia em rações para novilhos alimentados com ração contendo alta proporção de concentrado.

Tabela 4.4 - Balanço de nitrogênio (N) em ovinos alimentados com teores crescentes de uréia

Item	Teor de inclusão de uréia[1]				EPM[2]	*P*[3]	
	0	0,7	1,4	2,1		L	Q
N ingerido, g/d	29,5	24,6	30,3	27,3	1,88	0,95	0,81
N fecal, g/d	4,6	4,0	4,2	3,3	0,73	0,25	0,72
N urinário, g/d	11,1	10,6	11,2	11,2	0,99	0,52	0,80
N absorvido, g/d	24,9	21,5	26,1	23,9	1,37	0,67	0,98
N retido							
g/d	13,8	10,8	14,9	12,7	1,28	0,96	0,89
% do N ingerido	48,7	41,7	59,8	48,1	4,57	0,86	0,82
% do N absorvido	55,4	46,1	58,2	53,9	4,37	0,99	0,68

[1]Teor de inclusão de uréia na MS: 0= concentrado com 0% de uréia; 0,7= concentrado com 0,7% de uréia; 1,4= concentrado com 1,4% de uréia e 2,1= concentrado com 2,1% de uréia; [2]Erro-padrão da média; [3]Valor de *P* para o teste de polinômio ortogonal, resposta linear (L) ou quadrática (Q).

Segundo Van Soest (1994) aumentos na ingestão de N estão associados à maior produção de uréia no fígado e à maior excreção de uréia via urina para manutenção da concentração de uréia plasmática. Desta forma, o fato de não ter ocorrido diferença na ingestão diária de N pode ter contribuído para manter a mesma excreção urinária de N entre as rações avaliadas neste estudo.

Zeoula et al. (2006) estudaram o balanço de N de rações contendo diferentes teores de PDR e milho moído como fonte de amido para ovinos e observaram que a ingestão de N não foi influenciada pelos teores de PDR. De acordo com os autores, embora os teores de PDR nas rações experimentais tenham diferido, o fato de conterem a mesma concentração de proteína bruta pode explicar esses resultados. No presente estudo foi observado o mesmo, uma vez que houve aumento na concentração de PDR das rações com a inclusão de uréia e estas se mantiveram com valores

semelhantes de proteína bruta, não sendo observada variação na ingestão de matéria seca e no metabolismo do nitrogênio.

A ausência do efeito da adição de uréia sobre a retenção do N indica que não houve maior eficiência de utilização da PDR no rúmen. Kozloski et al. (2009) também não verificaram diferença na excreção urinária e na retenção diária de N em ovinos alimentados com rações contendo uréia ou caseinato de cálcio como fontes de PDR. O mesmo foi verificado por Vasconcelos et al. (2009) ao avaliarem teores de uréia variando de 0% a 1,62% da MS em dietas contendo alta proporção de concentrado na alimentação de bovinos confinados. Adicionalmente, Knaus et al. (2001) observaram que a suplementação com fontes de N ricas em PNDR não aumentou a digestibilidade, o balanço e a eficiência de utilização do N, quando compararam rações contendo farelo de soja ou uréia na alimentação de novilhos em crescimento.

Os resultados obtidos no presente experimento indicam que formas nitrogenadas provenientes do farelo de soja ou da uréia foram bem utilizadas pelos ovinos em crescimento. O fato da retenção de nitrogênio não ter sido influenciada pelo aumento do teor de PDR nas rações pode estar relacionado ao aumento de amido nas dietas, o que manteve a sincronia entre a digestão das fontes de nitrogênio com a fonte de energia. Kraft et al. (2009) observaram redução de 42% da perda de N urinário quando forneceram rações contendo baixo teor de N e aumento de 24% na perda de N na urina quando utilizaram rações contendo baixo teor de energia em relação ao recomendado para ovinos em crescimento.

4.3.4 Excreção urinária de derivados de purina e síntese microbiana

Não houve diferença na excreção urinária de derivados de purina, bem como na produção e eficiência de síntese de nitrogênio microbiano com a adição de uréia na ração (Tabela 4.5). A excreção total de derivados de purina observada apresentou valor médio de 8,1 mM/dia e não diferiu com o aumento do teor de uréia nas rações. Resultados superiores aos obtidos neste estudo foram encontrados por Webster et al. (2003), os quais encontraram valores variando de 11,6 e 15,0 mM/dia para ovinos recebendo rações contendo fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal. Embora a excreção de creatinina e dos derivados de purina total tenham sido

inferiores ao observado por Webster et al. (2003), a relação DP:creatinina encontram-se dentro dos resultados observados por estes autores, cujos valores encontrados variaram de 1,2 a 2,0 mM/dia.

Assim como observado para a excreção total de derivados de purina, a síntese de nitrogênio microbiano observada neste experimento foi inferior ao encontrado por outros autores (WEBSTER et al., 2003; SANTOSO, MWENYA e TAKAHASHI, 2006; QUEIROZ, 2008). Entretanto, a síntese de N microbiano (4,8 a 6,4 g/d) foi superior aos valores de 4,8 e 5,3 g/d observados por Kozloski et al. (2009) ao alimentarem cordeiros com diferentes fontes de PDR e se encontra dentro da variação de 3,8 a 7,3 g/d observada por Askar et al. (2008) em cordeiros alimentados com rações contendo alto teor de concentrado.

Tabela 4.5 - Excreção urinária de derivados de purina (DP), produção e eficiência de síntese de nitrogênio microbiano em ovinos alimentados com diferentes teores de uréia

Item	Teor de inclusão de uréia[1]				EPM[2]	*P*[3]	
	0	0,7	1,4	2,1		L	Q
Excreção de DP, (mM/dia)							
Alantoína	7,3	5,5	7,5	7,3	0,50	0,70	0,48
Ácido Úrico	0,17	0,19	0,16	0,23	0,02	0,32	0,52
Hipoxantina + xantina	0,97	0,85	1,00	1,30	0,11	0,30	0,40
Exc. de creatinina, (mM/dia)	6,23	4,92	6,52	5,24	0,65	0,83	0,99
Total de DP excretados, (mM/dia)	8,47	6,58	8,70	8,80	0,61	0,59	0,45
DP:creatinina	1,41	1,61	1,38	1,97	0,15	0,31	0,55
DP absorvidos, (mM/dia)	7,44	6,00	7,63	7,75	0,47	0,57	0,45
Nitrogênio microbiano, (g/dia)	6,16	4,78	6,32	6,40	0,44	0,59	0,45
Eficiência de síntese de NM, (g/kg DAMOFR[2])	11,0	8,28	11,0	11,1	0,82	0,70	0,41

[1]Teor de inclusão de uréia na MS: 0= concentrado com 0% de uréia; 0,7= concentrado com 0,7% de uréia; 1,4= concentrado com 1,4% de uréia e 2,1= concentrado com 2,1% de uréia; [2]Erro-padrão da média; [3]Valor de *P* para o teste de polinômio ortogonal, resposta linear (L) ou quadrática (Q); [4]DAMOFR = digestibilidade aparente da matéria orgânica fermentável no rúmen = 0,65* ingestão de matéria orgânica digestível (kg) (ARC, 1984).

A eficiência de síntese microbiana não foi alterada pela adição de uréia na ração, assim como observado por Kozloski, Ribeiro e Rocha (2000) e por Kozloski et al. (2009) ao avaliaram rações contendo teores crescente de uréia para bovinos ou diferentes fontes de PDR para ovinos, respectivamente. Adicionalmente, assim como observado no presente estudo, outros autores avaliaram a produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purinas na urina de bovinos recebendo teores de uréia na ração variando de 0% a 1,95% da MS e observaram que a excreção total de derivados de purina, assim como a produção de compostos nitrogenados microbianos e a eficiência de síntese microbiana, não foram influenciados pela inclusão de uréia na alimentação dos animais (MAGALHÃES et al., 2006; RENNÓ et al., 2008; CHIZZOTTI et al., 2008).

Trabalhos têm sugerido que a substituição total de proteína verdadeira por nitrogênio não protéico pode resultar em redução na digestão e na produção microbiana, devido às limitações impostas ao crescimento microbiano, ocasionado por falta de peptídeos, aminoácidos e ácidos graxos voláteis de cadeira ramificada (TEDESCHI, FOX e RUSSELL, 2000). Esta afirmação não foi constatada no presente estudo, uma vez que não houve diferença na digestibilidade dos nutrientes; bem como, na síntese microbiana. Considerando a afirmação de Ferrell et al. (2001) de que o farelo de soja é capaz de fornecer AA e peptídeos e aumentar a fermentação ruminal, e que o crescimento de bactérias amilolíticas no rúmen é positivamente influenciado pelo fornecimento de AA e peptídeos (RUSSELL, O'CONNOR e FOX, 1992) pode-se concluir que no presente estudo houve quantidades adequadas de N ruminal para produção de massa microbiana, não havendo limitação para o crescimento microbiano ruminal, independente da fonte de N utilizada ou da concentração de proteína degradável no rúmen.

4.4 Conclusões

O aumento da PDR da ração com a substituição da proteína do farelo de soja pelo equivalente protéico da uréia não alterou o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, o metabolismo de nitrogênio e a eficiência de síntese microbiana. Desta forma, a uréia pode ser utilizada com fonte exclusiva de N na alimentação de cordeiros confinados recebendo rações contendo alto teor de concentrado.

Referências

ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. Report of the Protein Group of the Agricultural Research Council Working Party on the Nutrient Requirements of Ruminants. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock** (Suppl. 1). Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 528p.

ATKINSON, R.L.; TOONE, C.D.; LUDDEN, P.A. Effects of supplemental ruminally degradable protein versus increasing amounts of supplemental ruminally undegradable protein on site and extent of digestion and ruminal characteristics in lambs fed low-quality forage. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 85, p. 3322-3330, 2007.

ASKAR, A.R.; GUADAA, J.A.; GONZÁLEZ, J.M.; VEGA, A.; FONDEVILA, M. Rumen digestion and microbial protein synthesis by growing lambs fed high-concentrate diets: Effects of cereal processing and animal age. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 142, p. 292-305, 2008.

BEAUCHEMIN, K.A.; MCCLELLAND, L.A.; JONES, S.D.M.; KOZUB, G.C. Effects of crude protein content, protein degradability and energy concentration of the diet on growth and carcass characteristics of market lambs fed high concentrate diets. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 75, p. 387-395, 1995.

CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; BRANCO, A.F.; KAZAMA, R.; GERON, L.J.V.; MAEDA, E.M.; FERELI, F. Proteína degradável no rúmen na dieta de bovinos: digestibilidades total e parcial dos nutrientes e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 1094-1102, 2008.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, Danvers, v. 8, p. 130-162, 1962.

CHIZZOTTI, F.H.M.; PEREIRA, O.G.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L.; LEÃO, M.I.; PEREIRA, D.H. Effects of dietary nonprotein nitrogen on performance, digestibility, ruminal characteristics, and microbial efficiency in crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.86, p. 1173-1181, 2008.

CZAUDERNA, M.; KIWALCZYK, J. Quantification of alltoin, uric acid, xanthine and hipoxanthine in ovine by high-performance liquid chromatography and photodiode array dedection. **Journal of Chromatography B:** Biomedical Science and Applications, Amsterdam, v. 744, p. 129-138, 2000.

EZEQUIEL, J.M.B.; SAMPAIO, A.A.M.; SEIXAS, J.R.C.; OLIVEIRA, M.M. Balanço de nitrogênio e digestão total da proteína e da energia de rações contendo farelo de algodão, levedura de cana-de-açúcar ou uréia, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 2332-2337, 2000.

FERRELL, C.L.; FREETLY, H.C.; GOETSCH, A.L.; KREIKEMEIER, K.K. The effect of dietary nitrogen and protein on feed intake, nutrient digestibility, and nitrogen flux across the portal-drained viscera and liver of sheep consuming high-concentrate diets ad libitum. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 79, p. 1322-1328, 2001.

FREGADOLLI, F. L.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; BRANCO, A.F.; CALDAS NETO, S.F.; KASSIES, M.P.; DALPONTE, A.O. Efeito das fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidades ruminais. 1. Digestibilidades parcial e total. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 858-869, 2001.

GABARRA, P.R.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M.; PIRES, A.V.; IMAIZUMI, H. Fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidades ruminais para novilhos de corte. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 29, p. 195-202, 2007.

HADDAD, S.G.; MAHMOUD, K.Z.; TALFAHA, H.A. Effect of varying levels of dietary undegradable protein on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs fed on high wheat straw diets. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 58, p. 231-236, 2005.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, p. 1791-1794, 1999.

HUBER, J.T. Substituição da proteína dietética pelo nitrogênio não protéico. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS - URÉIA PARA RUMINANTES, 2., 1984. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 331-363,

KIRAN, D.; MUTSVANGWA, T. Nitrogen utilization in growing lambs fed oscillating dietary protein concentrations. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 152, p. 33-41, 2009.

KNAUS, W.F.; BEERMANN, D.H.; GUIROY, P.J.; BOEHM, M.L.; FOX, D.G. Optimization of rate and efficiency of dietary nitrogen utilization through the use of animal by-products and (or) urea and their effects on nutrient digestion in Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 79, p. 753-760, 2001.

KNAUS, W.F.; BEERMANN, D.H.; GUIROY, P.J.; BOEHM, M.L.; FOX, D.G. Optimization of rate and efficiency of dietary nitrogen utilization through the use of animal by-products and (or) urea and their effects on nutrient digestion in Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Albany,v. 79, p. 3753-3760, 2001.

KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO, H.M.N.; ROCHA, J.B.T. Effect of the substituition of urea for soybean meal on digestion in steers. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 80, p. 713-719, 2000.

KOZLOSKI, G.V., CADORIN JR., R.L.; HARTER, C.J.; OLIVEIRA, L.; ALVES, T.P. Effect of suplemental nitrogen source and feeding frequency on nutrient supply to lambs fed a kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) hay-based diet. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 81, p. 112-118, 2009.

KRAFT, G.; GRUFFAT, D.; DARDEVET, D.; REMOND, D.; ORTIGUES-MARTY, I.; SAVARY-AUZELOUX, 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.

KROPP, J.R.; JOHNSON, R.R.; MALES, J.R.; OWENS, F.N. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: isonitrogenous substitution of urea for soybean meal. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 46, p. 837-843, 1977.

LANA, R.P.; RUSSELL, J.B.; Van AMBURGH, M.E. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 2190-2196, 1998.

LOERCH, S.C.; BERGER, L.L.; GIANOLA, D.; FAHEY, JR., G.C. Effects of dietary protein source and energy level on in situ nitrogen disappearance of various protein sources. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 56, p. 206-216, 1983.

MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D. Performance, digestibility and carcass characteristics of feedlot dairy steers fed diets with different urea levels. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, p. 860-867, 2006.

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.

MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, Cambridge v. 38, p. 437-443, 1977.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th revised ed. Washignton: National Academy Press, 1996. 241p.

_____. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7th revised ed. Washignton; National Academy Press, 2001.408p.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk and composition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3598-3629, 1991.

OLIVEIRA JR., R.C.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J.J.R.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; ARAUJO, 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**, Viçosa, v. 33, p. 738-748, 2004.

OLIVEIRA JR., R.C.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J.J.R.; SANTOS, F.A.P.; SUSIN, I.; ARAUJO, R.C. Efeitos de fontes nitrogenadas, em dietas com alto teor de concentrado para bovinos de corte, sobre o consumo de matéria seca, digestibilidade e degradabilidade dos nutrientes. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, p. 207-216, 2006.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A. L. Digesta passage and microbial protein synthesis. In: MILLIGAN, L.P.; GROVUM, W.L.; DOBSON, A. **Control of digestion and metabolism in ruminants**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1986. p. 196-223.

PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 54, p. 1025-1033, 1971.

PAIXÃO, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; CECON, P.R.; MARCONDES, M.I.; SILVA, P.A.; PINA, D.S.; SOUZA, M.G. Variação diária na excreção de indicadores interno (FDAi) e externo (Cr_2O_3), digestibilidade e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas contendo uréia ou farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 739-747, 2007.

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

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O.; BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D. Influence of different levels of concentrate and ruminally undegraded protein on digestive variables in beef heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 87, p. 1058-1067, 2009.

PRADO, O.P.P.; ZEOULA, M.L.; CALDAS NETO, S.F.; GERON, L.J.V.; FERELI, F.; MAEDA, E.; OLIVEIRA, F.C.L.; KAZAMA, R. 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 Science**, Maringá, v. 26, p. 521-527, 2004.

QUEIROZ, M.A.A. **Desempenho, características da carcaça e parâmetros metabólicos de cordeiros recebendo rações ricas em amido e fontes protéicas.** 2008. 156 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

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

RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; LEÃO, M.I.; VALADARES, R.F.D.; RENNÓ, F.P.; PAIXÃO, M.L. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 556-562, 2008.

RIHANI, N.; GARRETT, W.N.; ZINN, R.A. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of high-fiber diets by sheep. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 71, p. 1657-1665, 1993.

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G. A net carboydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

SALMAN, A.K.D.; MATARAZZO, S.V.; EZEQUIEL, J.M.B.; KRONKA, S.N.; SEIXAS, J.R.C.; SOARES, W.V.B.; MARTINS JR., A.P. 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**, Viçosa, v. 26, p. 179-185, 1997.

SANTOSO, B.; MWENYA, B.; SAR, C.; TAKAHASHI, J. Ruminal fermentation and nitrogen metabolism in sheep fed a silage-based diet supplemented with Yucca schidigera or Y. schidigera and nisin. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 129, p. 187-195, 2006

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT:** guide for personal computer; version 9.1. Cary, 2003. 235 p.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. Accounting for the effects of a ruminal nitrogen deficiency within the structure of the Cornell net carbohydrate and protein SYSTEM. **Journal of Animal Science**, Albany, v.78, p.1648-1658, 2000.

TUFARELLI, V.; DARIO, M.; LAUDADIO, V. Influence of dietary nitrogen sources with different ruminal degradability on growth performance of Comisana ewe lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 81, p. 132-136, 2009.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of ruminant.** 2nd .ed. London: Comstock Publishing Associates,1994. 476 p.

VASCONCENLOS, J.T.; COLE, N.A.; McBRIDE, K.W.; GUEYE, A.; GALYEAN, M.L.; RICHARDSON, C.R.; GREENE, L.W. Effects of dietary crude protein and supplemental urea levels on nitrogen and phosphorus utilization by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 87, p. 1174-1183, 2009.

WEBSTER, A.J.F.; KAYA, S.; DJOUVINOV, D.S.; KITCHERSIDE, M.A.; GLEN, E.F. Purine excretion and estimated microbial protein yield in sheep fed diets differing in protein degradability. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 105, p. 123-134, 2003.

WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, Washington, v. 81, p. 620-632, 1998.

ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; CECATO, U.; BRANCO, A.F.; DAMASCENO, J.C.; WATANABE, M.M.; FRIDRICH, D.; BILIERO, C.L. Valor nutritivo de rações compostas de fontes de amido e de nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, p. 1159-1167, 1999.

ZEOULA, L.M.; FERELI, F.; PRADO, I.N.; GERON, L.J.V.; CALDAS NETOS, S.F.; PRADO, O.P.P.; MAEDA, E.M. 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**, Viçosa, v. 35, p. 2179-2186, 2006.

ZINN, R.A.; SHEN, Y. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p.1280-1289, 1998.

ZINN, R.A.; BARRAJAS, R.; MONTANO, M.; WARE, R.A. Influence of dietary urea level on digestive function and growth performance of cattle fed steam-flaked barley-based finishing diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 2383-2389, 2003.

5 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE OVELHAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES DE PROTEÍNA DEGRADÁVEL NO RÚMEN

Resumo

A utilização eficiente do nitrogênio da ração é de extrema importância na produção animal devido as impactos econômicos e ambientais. Quarenta e oito ovelhas multíparas da raça Santa Inês (58,1 ± 5,0 kg e 14,5 ± 2 dias em lactação) foram distribuídas em delineamento experimental de blocos completos casualizados, definidos de acordo com o peso corporal, data do parto, sexo e peso das crias. As ovelhas, juntamente com suas respectivas crias, foram alojadas em baias individuais para determinar os efeitos do uso de rações contendo fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal sobre o consumo, a produção e a composição do leite; bem como a variação no peso e no escore da condição corporal. As ovelhas foram alimentadas com rações contendo 30% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* e 70% de concentrado, formuladas para serem isonitrogenadas e conterem diferentes teores de proteína degradável no rúmen (PDR). O farelo de soja, a protenose mais uréia, o refinazil mais uréia ou a uréia foram utilizadas como fontes nitrogenadas, resultando em rações contendo 9,9; 10,4; 12,0 ou 13,4% de PDR na MS, respectivamente. As ovelhas foram ordenhadas semanalmente, da segunda até a oitava semana de lactação. A produção diária de leite foi estimada pelo cálculo do total produzido durante o intervalo de 3h. O consumo de matéria seca (2,19, 1,82, 1,67 e 1,73 kg/d) foi maior e a produção de leite (1,19; 1,10; 1,05 e 1,06 kg/d) e de leite corrigido para gordura (1,36; 1,29; 1,18 e 1,22 kg/d) tendeu ser maior ($P<0,10$) para a ração contendo o farelo de soja. Entretanto, o teor de gordura do leite (7,8, 8,6, 8,2 e 8,0%) foi menor para a ração contendo o farelo de soja. A produção diária de proteína (55,7; 50,2; 47,1 e 46,7 g) foi maior e o teor de uréia no leite foi menor (16,4; 17,2; 18,0; 18,1%) para as rações contendo o farelo de soja ou a protenose mais uréia como fontes de nitrogênio. Por ouro lado, as ovelhas alimentadas com as rações contendo o refinazil mais uréia ou a uréia, como como fonte de nitrogênio, apresentaram maior perda de peso e variação no escore da condição corporal. A menor eficiência de utilização do nitrogênio foi associada com a alta taxa de degradação da proteína no rúmen, uma vez que as rações contendo 12,0 ou 13,4% de PDR e 4,1 ou 2,9% do PNDR resultaram na redução da produção de proteína do leite, maior concentração de uréia no leite, perda de peso e de condição corporal. Além disso, o aumento da PDR da ração com a substituição total da proteína verdadeira pela uréia compromete o consumo de matéria seca e a produção de ovelhas em lactação.

Palavras-chave: Fontes nitrogenadas; Nitrogênio uréico no leite; Sub-produto do milho

MILK YIELD AND COMPOSITION OF EWES FED DIETS CONTAINING DIFFERENT RUMEN DEGRADABLE PROTEIN SOURCES

Abstract

Efficient dietary nitrogen utilization is very important due to economic and environmental impacts. Forty-eight Santa Ines lactating ewes (58.1 ± 5.0 kg of initial BW and 14.5 ± 2 days in milk) were penned individually and assigned to a complete randomized block design with 12 blocks and 4 treatments to determine the effects of diets containing nitrogen sources with different ruminal degradability on dry matter intake, milk yield and milk composition, and body weight and body condition score. Ewes were fed a 70:30 (concentrate: roughage ratio) total mixed ration, formulated to provide similar concentrations of CP and different ruminal degradable protein (RDP) levels. Soybean meal, corn gluten meal plus urea, corn gluten feed plus urea or urea were used as nitrogen source, resulting in diets with 9.9, 10.4, 12.0 and 13.4 % of RDP, respectively. Ewes were milked weekly (from the 2nd to the 8th week after parturition). Dry matter intake (2.19, 1.82, 1.67 and 1.73 kg/d) was higher and milk production (1.19, 1.10, 1.05 and 1.06 kg/d) and fat-corrected milk (1.36, 1.29, 1.18 and 1.2 kg/d) tended to be higher ($P<0.10$) for soybean meal diet. However, milk fat content (7.8, 8.6, 8.2 and 8.0 %) was lower for SBM diet. Daily milk protein production (55.7, 50.2, 47.1 and 46.7 g) was higher and milk urea nitrogen content (16.4, 17.2, 18.0, and 18.1%) was lower for diets containing soybean meal or corn gluten meal plus urea as nitrogen source. On the other hand, ewes fed diets with corn gluten feed plus urea or urea showed higher weight loss and body condition score range. The lower nitrogen efficiency use was associated with high protein ruminal degradation rate, since the diets containing 12.0 or 13.4% RDP resulted in reduced milk protein production, higher milk urea concentration and loss of weight and body condition. Furthermore, a higher RDP with the total replacement of the true protein by urea affected dry matter intake and milk production of lactating ewes.

Keywords: Corn by-product; Milk urea nitrogen; Nitrogen sources

5.1 Introdução

A fonte de nitrogênio ou de energia utilizada na alimentação de animais em lactação influencia na utilização do nitrogênio (N) e da energia no rúmen e; altera o fluxo de nutrientes para o intestino delgado (SAHOO e WALLI, 2008). De acordo com Tufarelli et al. (2009) a máxima utilização da proteína bruta da ração requer a seleção de fontes de nitrogênio que forneçam quantidade de PDR para atender, mais não exceder a exigência de N dos microrganismos ruminais.

Considerando que a proteina é o ingrediente que apresenta o maior custo em rações de animais em lactação, aumentar a eficiência de utilização do N pode reduzir o custo total da produção de leite (DUNLAP et al., 2000). Adicionalmente, Reynal e Broderick (2005) afirmaram que conhecer o teor de PDR necessário para melhorar o uso do nitrogênio pelos microrganismos ruminais permite aumentar a eficiência alimentar e as perdas de N para o ambiente.

Segundo Schingoethe (1996) a PDR é necessária para o crescimento microbiano, a qual contém melhor perfil de AA do que a maioria das fontes de PNDR. Entretanto, o NRC (2007) sugere que o aumento da PNDR resulta em redução na exigência de proteína bruta, indicando maior eficiência de utilização do N com aumento da concentração de PNDR da ração.

O NRC (2007) apresenta apenas recomendação para o teor de PDR da ração para ovinos. Segundo Mikolayunas-Sandrock et al. (2009) o adequado balanceamento de dietas em PDR e PNDR pode alterar a utilização do N e aumentar a produção de leite de ovelhas. De acordo com estes autores, existem poucos estudos sobre os efeitos da PDR e PNDR da ração sobre a produção e composição do leite de ovelhas em lactação. Desta forma, avaliar o uso de fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal e determinar os teores de PDR e de PNDR que maximizam a eficiência de utilização do N pode contribuir para melhorar a produção de ovelhas em lactação e reduzir as perdas de compostos nitrogenados para o ambiente.

O presente estudo foi realizado com o objetivo de determinar a produção e composição do leite; bem como, a variação no peso e no escore de condição corporal de ovelhas em lactação alimentadas com rações contendo fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradação ruminal.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Animais, instalações e período experimental

O experimento foi conduzido no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, campus de Piracicaba, SP.

Quarenta e oito ovelhas multíparas da raça Santa Inês com peso corporal médio de 58 ± 5 kg e 14,5 ± 2 dias em lactação foram avaliadas da segunda até a oitava semana de lactação, época do desmame das crias. Cada ovelha, juntamente com sua cria, foi individualmente alojada em baia coberta, medindo 1,3m x 3,5m, provida de piso de concreto, cocho para ração total, saleiro e bebedouro. Todas as ovelhas foram pesadas e everminadas no dia do parto com 1 mL de moxidectina 1% (Fort Dodge Saúde Animal).

Em cada baia foi colocado um alimentador privativo metálico medindo 1,0 m x 0,80 m, o qual permitia que as crias tivessem acesso ao concentrado inicial. Com o intuito de evitar que as crias tivessem acesso ao alimento das ovelhas, as mesmas foram mantidas em sistema de coleira, de modo que tinham acesso ao concentrado inicial, água, sal mineral e ao espaço livre da baia até 15 cm de distância do cocho da mãe.

5.2.2 Rações experimentais e análises bromatológicas

As rações experimentais foram formuladas pelo Small Ruminant Nutrition System - versão 1.8.6 (CANNAS et al., 2004), para serem isonitrogenadas (16% PB) e isoenergéticas, apresentando diferentes concentrações de proteína degradável no rúmen. As rações foram compostas de 70% de concentrado e 30% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* como única fonte de volumoso, sendo o farelo de soja, refinazil mais uréia, protenose mais uréia ou uréia utilizados como principal fonte nitrogenada (Tabela 5.1). Os ingredientes concentrados das rações foram misturados em um equipamento com capacidade para 500 kg. A cada oferta o bagaço de cana-de-açúcar *in natura* foi misturado ao concentrado em equipamento do tipo betoneira com capacidade de 400 L, possibilitando maior homogeneidade da ração total.

Tabela 5.1 - Proporção dos ingredientes e composição nutricional das rações

Item	Fonte nitrogenada			
	Farelo de soja	Protenose + Uréia	Refinazil + Uréia	Uréia
Ingredientes (% MS)				
Bagaço de cana-de-açúcar	30,0	30,0	30,0	30,0
Milho moído fino	36,9	44,0	27,6	50,1
Casca de soja	10,8	14,0	8,40	4,6
Farelo de soja	19,9	–	–	–
Protenose	–	7,70	–	–
Refinazil	–	–	30,1	–
Uréia	–	1,30	1,30	2,90
Mistura mineral[1]	1,20	1,20	1,40	1,40
Calcário	1,20	1,20	1,20	1,00
Composição nutricional				
Matéria seca, matéria original	83,6	82,9	83,4	83,2
Matéria mineral, % MS	3,84	3,17	4,42	2,86
Proteína bruta, % MS	16,3	16,2	16,1	16,3
Fibra em detergente neutro, % MS	39,8	42,1	44,1	42,5
Carboidrato não estrutural[2], % MS	37,8	38,8	33,5	40,9
Energia metabolizável[2], Mcal/kg	2,45	2,49	2,39	2,44
Energia líquida de lactação[2], Mcal/kg	1,58	1,60	1,54	1,57
Proteína degradável no rúmen[2], % PB	60,6	64,7	74,5	82,0
Proteína não degradável no rúmen[2], % PB	39,4	35,3	25,5	18,0
Proteína solúvel[2], %PB	17,9	31,4	51,2	59,7
Proteína degradável no rúmen[2], %MS	9,88	10,4	12,0	13,4
Proteína não degradável no rúmen[2], %MS	6,42	5,72	4,10	2,93

[1]Composição: Ca 22%; P 5,5%; Mg 3,5%; S 2,2%, Cl 10,5%; Na 7,0%; Mn 1500mg/kg; Fe 500mg/kg; Zn 1550mg/kg; Cu 440mg/kg; Co 50mg/kg; I 40mg/kg; Se 20mg/kg; [2]Estimado pelo Small Ruminant Nutrition System, Version 1.8.6 (Cannas et al., 2004).

Amostras da ração total fornecida foram colhidas semanalmente e armazenadas à -18 ^{o}C. As amostras foram descongeladas, compostas e pré-secadas em estufa com ventilação forçada de ar, reguladas à temperatura de 55°C, pelo período de 72 horas (CAMPOS; NUSSIO; NUSSIO, 2004). Em seguida, todas as amostras foram moídas em

moinho do tipo Wiley provido de peneira de crivos de 1 mm de diâmetro. O teor de matéria seca (MS) foi determinado em estufa a 105°C durante o período de 12 horas de exposição, e de cinzas em mufla à temperatura de 550°C durante 3 horas (AOAC, 1990). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado com o uso de sulfito de sódio com a adição de enzima amilase termoestável (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991), utilizando o analisador de fibra modelo Ankon Fiber Analyser (Ankon® Technology Corp.), descrito por Holden (1999). Os valores obtidos foram corrigidos para o teor de matéria seca a 105°C das amostras e cinzas, após a incineração dos saquinhos. A determinação de nitrogênio total foi realizada com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO® (WILES; GRAY; KISSLING, 1998), modelo FP-528 com temperatura para combustão de 835°C. O teor de proteína bruta (PB) foi obtido por meio da multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25.

5.2.3 Colheita de dados e cálculos

Uma vez por semana, as ovelhas foram separadas de suas crias e ordenhadas mecanicamente (Alfa Laval, modelo GL300) após a aplicação intravenosa de dez unidades internacionais de ocitocina sintética injetável. O leite obtido nesta ordenha foi descartado. Decorridas três horas da primeira ordenha, as ovelhas receberam nova aplicação de ocitocina e, em seguida, ordenhas pela segunda vez. O total de leite produzido por ovelha, nesse intervalo, foi pesado e registrado (SUSIN; LOERCH e McCLURE, 1995). Uma amostra de leite de cada animal (cerca de 15 mL) foi colhida semanalmente e conservada em bronopol Broad Spectrum Microtabs® II (D&F Control Systems®, Inc., Califórnia – EUA) para posterior quantificação de proteína, gordura, lactose, sólidos totais e uréia no Laboratório de Análise de Leite da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da ESALQ – USP. As concentrações de gordura, proteína, lactose e sólidos totais foram determinadas por absorção infravermelha, utilizando-se o equipamento Bentley 2000®.

A produção de leite corrigida para gordura (LCG 6,5%) foi calculada de acordo com a equação: LCG (6,5%) = produção de leite (kg) x (0,37 + 0,097 x % de gordura no leite), proposta por Pulina e Nudda (2004).

As rações foram fornecidas uma vez ao dia e as sobras de cada baia foram quantificadas semanalmente, sendo pesadas e reofertadas aos animais possibilitando o cálculo posterior do consumo e ajuste da quantidade de alimento a ser fornecida em cada dia, sendo adotado como critério sobra de aproximadamente 10% da oferta, garantindo o consumo *ad libitum*.

Todas as ovelhas foram pesadas, por três dias consecutivos e sem jejum alimentar, no início (segunda semana pós-parto) e no fim (oitava semana pós-parto) do período experimental para posterior avaliação da variação do peso corporal (PC).

O escore da condição corporal (ECC) foi determinado no início e no final do período experimental, de forma visual por dois avaliadores independentes e previamente treinados. Foi utilizada a escala proposta por Russel, Doney e Gunn (1969) com variação de 0 (animal muito magro) a 5 (animal muito gordo).

5.2.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro tratamentos e doze repetições, sendo os blocos determinados de acordo com a data do parto e sexo das crias.

Os dados de consumo de matéria seca (kg PC/dia e kg PC ^{0,75}/dia), PC inicial, PC final e variação do PC ao longo do experimento foram analisados pelo procedimento MIXED do programa estatístico SAS (2003) de acordo com o modelo:
$Y_{ij} = \mu + b_i + T_j + e_{ij}$, em que μ = média, b_i = efeito do bloco (i = 1 a 12), T_j = efeito do tratamento (j = 1 a 4) e e_{ij} = resíduo.

A análise dos dados de consumo de matéria seca, produção de leite, composição do leite e leite corrigido para gordura foi feita por parcela subdividida no tempo (semana das medidas) pelo procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (2003) de acordo com o seguinte modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + b_i + T_j + S_k + TS_{jk} + e_{ijk}$, em que μ = média, b_i = efeito do bloco (i = 1 a 12), T_j = efeito do tratamento (j = 1 a 4), S_k = efeito da semana de colheita, TS_{jk} = efeito da interação entre o tratamento e a semana de colheita, e_{ij} = resíduo. As médias de cada tratamento foram obtidas pelo comando LSMEANS. De acordo com o Critério de Akaike Corrigido (AICC) foi utilizada a matriz AR1 para estimar as covariâncias.

As médias de cada tratamento foram obtidas pelo comando LSMEANS, para as variáveis que obtiveram respostas significativas foi aplicado o teste Tukey (P<0,05). Diferenças significativas foram consideradas a 5% (P<0,05) e tendências até 10% (P<0,10).

5.3 Resultados e Discussão

5.3.1 Consumo de matéria seca e produção de leite

Houve diferença para o consumo de matéria seca (CMS) entre as fontes nitrogenadas e os teores de PDR utilizados (Tabela 5.2). A ingestão média observada foi 1,84 kg MS/dia e 3,4% do peso corporal, e se encontra próximo ao recomendado pelo NRC (2007) para ovelhas em lactação com peso médio de 60 kg e produção de leite variando de 0,71 a 1,32 kg/d. Adicionalmente, Rodrigues (2009) obteve valores CMS de 2,0 kg/d e 3,3% do peso corporal em ovelhas da raça Santa Inês alimentadas com rações contendo 20% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*.

A redução do CMS quando o farelo de soja foi substituído pela protenose, refinazil ou uréia está de acordo com dados apresentados por Ipharraguerre e Clark (2005). De acordo com estes autores, a substituição do farelo de soja por subprodutos da indústria do milho, como a protenose e o refinazil, ou a combinação de fontes de PNDR com a uréia frequentemente reduz o CMS de vacas em lactação. Adicionalmente, Reynal et al. (2007) observaram que a substituição do farelo de soja pela protenose reduziu o CMS de vacas em lactação. Entretanto, assim como observado no presente estudo, estes autores observaram que a ingestão de MS não foi alterada quando compararam a uréia (2,3% na MS) com a protenose.

O resultado observado para o CMS no presente estudo refletiu na produção de leite, uma vez que houve tendência (P>0,10) de maior produção de leite e de leite corrigido para gordura (LCG) para as ovelhas que receberam a ração contendo o farelo de soja (Tabela 5.2). Esses resultados são coerentes com Tufarelli, Dario e Laudadio (2009) que relataram maior produção de leite e de LCG para ovelhas recebendo rações contendos fontes de N de baixa degradabilidade ruminal. Da mesma forma, outros autores relataram tendência de redução da produção de leite de cabras (MACEDO et

al., 2003) ou ovelhas (LANDAU et al., 2005) recebendo protenose em substituição ao farelo de soja. O mesmo foi verificado por Milis et al. (2005) ao substituir o farelo de soja pela protenose ou refinazil na alimentação e ovelhas em lactação.

Tabela 5.2 - Consumo de matéria seca, produção de leite e eficiência alimentar de ovelhas alimentadas com rações contendo fontes de N com diferentes taxas de degradação ruminal

	Fonte nitrogenada					*P*[3]		
Item[1]	Farelo de soja	Protenose + Uréia	Refinazil + Uréia	Uréia	EPM[2]	Trat	Sem	Trat x Sem
Consumo de MS								
kg/dia	2,19[a]	1,78[b]	1,67[b]	1,73[b]	0,04	< 0,01	< 0,01	0,58
%PC	3,86[a]	3,23[b]	3,07[b]	3,26[b]	0,07	< 0,01	< 0,01	0,46
g/kg $PC^{0,75}$	105,6[a]	88,0[b]	83,9[b]	80,3[b]	1,90	< 0,01	< 0,01	0,47
LCG/CMS	0,64[a]	0,82[b]	0,89[b]	0,72[b]	0,04	< 0,05	< 0,02	0,90
Produção de leite								
kg/dia	1,19	1,10	1,05	1,06	0,06	0,08	< 0,01	0,94
LCG, kg/d	1,36	1,29	1,18	1,22	0,08	0,09	< 0,01	0,67

[1]MS = material seca, PC = peso corporal, LCG = leite corrigido pra 6,5% de gordura (Pulina e Nuda, 2004), CMS = consumo de matéria seca; LCG/CMS = eficiência alimentar; [2]Erro-padrão da média; [3]Valor de *P* para Tratamento (Trat), Semana (Sem) e interação Tratamento x Semana (Trat x Sem); Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam efeito entre tratamentos pelo Tukey Test (P<0,05).

Com relação ao uso da uréia, embora os resultados sejam controversos, Ipharraguerre e Clark (2005) sumarizaram dados da literatura e verificaram que a adição de uréia à fontes de proteína verdadeira reduziu a produção de leite. Adicionalmente, diversos autores relataram redução no CMS e na produção de leite e de LCG quando subsituíram o farelo de soja pela uréia na alimentação de vacas em lactação (OLIVEIRA et al., 2001; BRITO e BRODERICK, 2007; BRODERICK e REYNAL, 2009).

Os animais que receberam a ração contendo o menor teor de PDR (9,88% da MS), tendo o farelo de soja como fonte nitrogenada, apresentaram maior CMS em relação às demais rações experimentais. Entretanto, não foi observada alteração na ingestão diária de MS quando comparada as rações contendo protenose + uréia, refinazil + uréia ou uréia e teores de PDR de 10,4; 12,0 ou 13,4% da MS,

respecticamente. Da mesma forma, Mikolayunas-Sandrock et al. (2009) não verificaram diferença no CMS de ovelhas alimentados com rações contendo fontes de N com diferentes taxas de degradação ruminal e teores de PDR de 12 ou 14% da MS.

Segundo Moharrery (2004) o aumento da concentração de PDR da ração é a principal causa da redução da produção de leite. Assim como observado no presente estudo, Flis e Wattiaux (2005) também concluíram que o CMS e a produção de leite aumentaram com a redução da PDR e aumento da PNDR na ração, e sugeriram que o excesso de PDR pode ser prejudicial para a produção de leite.

Wright et al. (2005) indicaram que o aumento da PNDR com o uso do farelo de canola influenciou positivamente a produção de leite. O mesmo comportamento foi observado neste ensaio com o uso do farelo de soja, o que leva a inferir que a utilização do N desta fonte foi mais eficiente em relação as demais fontes utilizadas. Desta forma, a redução da produção de leite observada quando a PDR da proteína verdadeira foi substituída pelo NNP provavelmente ocorreu porque o fornecimento de amônia não foi suficiente para atender as exigências dos microrganismos ruminais por AA e peptídeos e pela qualidade da PNDR da fonte de proteína verdadeira. Considerando os resultados obtidos no presente estudo, pode ser hipotetizado que o CMS e a produção de leite pode ser maximizada com as rações contendo teores menores que 10,4% de PDR e maiores que 5,7% de PNDR, tendo o farelo de soja como fonte nitrogenada.

Liamadis, Al-Zir e Milis (1997) relataram que a protenose e o refinazil podem substituir totalmente o farelo de soja e o farelo de trigo em rações para cordeiros em crescimento. No entanto, Liamadis et al. (2001) verificaram que esta substituição foi prejudicial à produção de leite de ovelhas, provavelmente devido ao teor inadequado de lisina destes ingredientes. Segundo Brito e Broderik (2007) se a lisina é o primeiro AA limitante para a produção de leite, então qualquer diminuição na sua disponibilidade pode prejudicar a produção de leite. Este fato pode explicar a maior produção de leite observado para as ovelhas que receberam a ração contendo o farelo de soja neste ensaio, uma vez que certamente o consumo de lisina foi maior, devido ao maior consumo de MS e à maior concentração deste AA presente neste ingrediente quando comparado à protenose e ao refinazil. Este fato está de acordo com a afirmação de

Santos et al. (1998) de que dentre as fontes suplementares ricas em PNDR, o farelo de soja apresenta mais chance de elevar a produção de leite em virtude do seu perfil de AA. Adicionalmente, Reynal et al. (2007) verificaram que a substituição do farelo de soja pela protenose reduziu o fluxo de arginina, isoleucina e lisina para o intestino e para a produção de leite.

5.3.2 Composição do leite

Houve diferença nos parâmetros de composição do leite entre as rações experimentais (Tabela 5.3). Os teores médios de gordura, proteína, lactose e sólidos totais foram de 8,0; 4,7; 4,6 e 18,5%; respectivamente. Estes valores estão de acordo com o relatado na literatura para ovelhas da raça Santa Inês (SUSIN et al., 2005; ARAUJO et al., 2008; RODRIGUES, 2009).

O teor de gordura no leite foi maior para as rações contendo as fontes alternativas de N, sendo observados valores médios de 7,8% e 8,3% para as rações contendo o farelo de soja ou as demais fontes de N, respectivamente. Ipharraguerre e Clark (2005), em artigo de revisão, observaram redução de 3,2% no teor de gordura do leite de vacas alimentadas com fontes de PNDR + uréia em substituição ao farelo de soja. Assim como verificado neste estudo, esta resposta está relacionada aos efeitos negativos da suplementação com estas fontes de N sobre a produção do leite. Resultados semelhantes foram relatados por Mishra e Rai (1996). Estes autores observaram redução no teor de gordura no leite com o aumento do teor de PNDR da ração de 25 para 45% sem observar alteração no teor de proteína. Outros autores também observaram aumento no teor de gordura do leite de ovelhas alimentadas com rações contendo a protenose ou refinazil (MILIS et al., 2005) ou protenose (TUFARELLI, DARIO e LAUDADIO, 2009) em substituição ao farelo de soja. Adicionalmente, Overton et al. (1998) relataram que a utilização de refinazil aumentou a gordura, mas não alterou o teor de proteína do leite de vacas em lactação.

Tabela 5.3 - Composição do leite de ovelhas alimentadas com rações contendo fontes de N com diferentes taxas de degradação ruminal

Item	Fonte nitrogenada				EPM[1]	*P*[2]		
	Farelo de soja	Protenose + Uréia	Refinazil + Uréia	Uréia		Trat	Sem	Trat x Sem
Composição, %								
Gordura	7,81[a]	8,56[b]	8,22[b]	8,05[b]	0,10	< 0,05	< 0,01	0,29
Proteína	4,71	4,73	4,63	4,59	0,08	0,13	< 0,01	0,87
Lactose	4,73[a]	4,55[b]	4,47[b]	4,54[b]	1,90	< 0,01	< 0,01	0,55
Sólidos totais	18,4[a,b]	19,0[a]	18,4[a,b]	18,3[b]	0,09	< 0,02	< 0,01	0,39
Uréia, mg/dL	16,4[a]	17,2[a]	18,0[b]	18,1[b]	0,23	< 0,03	< 0,01	0,27
Componentes, g/d								
Gordura	96,0	89,0	82,2	83,9	2,45	0,11	< 0,01	0,49
Proteína	55,7[a]	50,3[a]	47,1[b]	46,8[b]	1,12	< 0,05	< 0,01	0,81
Lactose	57,3	51,4	48,9	48,7	1,61	0,08	< 0,01	0,95
Sólidos totais	212	202	193	189	5,41	0,08	< 0,01	0,81

[1]Erro-padrão da média; [2]valor de *P* para Tratamento (Trat), Semana (Sem) e interação Tratamento x Semana (Trat x Sem); Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam efeito entre tratamentos pelo Tukey Test (P<0,05).

Considerando que o consumo de FDN foi maior para a ração contendo o farelo de soja, a alteração na produção de gordura observada no presente ensaio pode ter ocorrido devido à maior efetividade da FDN da protenose e do refinazil (ARMENTANO e PEREIRA, 1997). Além disso, o aumento do teor de PDR nas rações pode ter levado ao aumento da fermentação ruminal e da digestibilidade da fração fibrosa, resultando em maior produção dos ácidos precursores de gordura (acetato e butirato). O aumento da digestibilidade da FDN foi observado em rações contendo a protenose ou refinazil (MILIS e LIAMADIS, 2008) ou elevados teores de uréia (OLIVEIRA et al., 2001).

O aumento observado para o teor de gordura no leite com o aumento da PDR da ração influenciou a eficiência alimentar (LCG/CMS), a qual foi menor para a ração contendo o farelo de soja (Tabela 5.2). O mesmo resultado foi observado por Imaizumi et al. (2006), os quais afirmaram que o aumento da PDR na ração favoreceu o desempenho dos animais, uma vez que melhorou a eficiência alimentar.

Embora não tenha havido diferença no teor de proteína do leite (P=0,13), a produção diária de proteína foi maior para as rações contendo o farelo de soja ou a protenose mais uréia. De forma semelhante, Charbonneau et al. (2007) relataram que o aumento da PDR resultou em redução da produção de proteína do leite. Adicionalmente, Ipharraguerre e Clark (2005) relataram redução na proteína do leite quando o farelo de soja foi substituído por fontes de PNDR + uréia. Este fato provavelmente está relacionado à baixa qualidade da proteína metabolizável fornecida pelas rações contendo maiores teores de PDR ou maior concentração de NNP.

Assim como observado neste estudo Brito, Broderick e Reynal (2007) e Broderick e Reynal (2009) observaram que a utilização de uréia em substuição ao farelo de soja reduziu a produção de proteína do leite. Adicionalmente, Broderick e Reynal (2009) relataram que o aumento da PDR com a adição de uréia resultou em redução do fluxo de N microbiano e eficiência de síntese microbiana. Os resultados obtidos nos levam a concordar com a conclusão destes autores de que a substituição da PDR do farelo de soja pela uréia reduz a produção de leite e de proteína do leite, devido à redução na produção de proteína microbiana e que a PDR oriunda de fontes de NNP não é tão efetiva quanto a de fontes de proteína verdadeira. Além disso, assim como constatado por Brito, Broderick e Reynal (2007), estes resultados mostram claramente que a suplementação com proteína verdadeira é necessário para obtenção de quantidade suficiente de proteína microbiana e PNDR para atender a exigência de proteína metabolizável de animais em lactação.

Kohn, Dinnen e Russek-Cohen (2005) afirmaram que em ovinos, assim como observado em bovinos, existe uma forte relação entre a concentração de uréia no leite (NUL) e de N urinário, sugerindo que o NUL também pode ser utilizado em ovinos para inferir sobre a quantidade de N que é excretado. O teor de uréia no leite observado neste trabalho se encontra dentro dos valores de 14 e 22 mg/dL recomendados por Cannas (2002) para ovelhas em lactação; e próximo ao teor de 17,4 mg/dL encontrado por Cannas et al. (1998) para ovelhas em lactação recebendo rações com teor de proteína semelhante ao utilizado neste estudo. Entretanto, a concentração de NUL foi menor para as rações contendo as fontes de N com menor degradabilidade ruminal, sendo observados valores médios de 16,8 mg/dL para as rações contedo o farelo de

soja ou protenose + uréia e 18,0 mg/dL para as rações contendo refinazil + uréia ou uréia (Tabela 5.3).

A concentração de uréia no leite é uma medida que permite monitorar a eficiência de utilização do N por animais em lactação (Moharrery, 2004). Neste estudo o aumento da PDR com a utilização do refinazil + uréia ou uréia alterou negativamente a eficiência de utilização do N quando comparado às rações contendo menores teores de PDR. Estes dados estão de acordo com Broderick e Reynal (2009) que verificaram aumento na concentração de NUL na medida que PDR da ração foi elevada com o fornecimento de uréia. Adicionalmente, Mikolayunas-Sandrock et al. (2009) comparam rações contendo 12 ou 14% de PDR na alimentação de ovelhas e observaram que apesar da ração contendo 12% de PDR ter resultado em maior produção de proteína no leite, os dados de concentração de uréia no leite sugeriram que ambos os tratamentos apresentaram excesso de proteína.

Considerando a afirmação de Cannas (2002) de que o teor de uréia no leite pode aumentar quando há excesso de PDR ou de PNDR na ração, pode-se inferir que no presente estudo a menor eficiência de utilização do N está associada ao excesso de PDR com o fornecimento de rações contendo 12,0 ou 13,4% de PDR. Adicionalmente, outros autores demonstraram que fornecer rações com maior concentração de PNDR foi consistentemente associada com redução na excreção de N em vacas (REYNAL e BRODEREICK, 2005; BRITO e BRODERICK, 2007) ou cabras em lactação (SAHOO e WALLI, 2008).

Brito e Broderick (2007) verificaram redução na excreção urinária de N de vacas em lactação recebendo rações que apresentaram redução na produção de gordura no leite e concluíram que não é possível minimizar a excreção de N sem comprometer a produção deste componente do leite. O mesmo resultado foi observado neste estudo, uma vez que houve redução do teor de uréia e de gordura no leite das ovelhas alimentadas com o farelo de soja.

A lactose determina osmoticamente o volume do leite produzido e, dentre os componentes do leite, é o que menos varia em função de mudanças na alimentação. Entretanto, houve redução do teor de lactose do leite quando o farelo de soja foi substituído pela protenose, refinazil e/ou uréia (Tabela 5.3). Este fato pode estar

associado à maior produção de glicose nos animais que receberam as rações contendo os maiores teores de PDR em relação à ração contendo o farelo de soja. Milis et al. (2005) observaram aumento da concentração plasmática de glicose em ovelhas alimetandas com rações ricas em PDR. Segundo estes autores, a maior concentração de PDR levou à maior gliconeogênese. Adicionalmente, Landau, Vecht e Perovolotsky (1993) observaram aumento no teor de glicose e de lactose no leite de cabras alimentadas com rações contendo alta proporção de concentrado, a qual resultou em maior consumo de PDR e de matéria orgânica fermentescível no rúmen.

5.3.3 Peso e escore da condição corporal

O peso e o escore da condição corporal (ECC) das ovelhas foi modificado com as fontes de N e as concentrações de PDR da ração (Tabela 5.4). Os valores médios no início do experimento foram de 57,9 kg e 3,06 para o peso e ECC; respectivamente. Estes valores se encontram próximos aos valores encontrados na literatura para ovelhas da raça Santa Inês (ARAUJO et al., 2009; RODRIGUES, 2009) e refletem a adequada nutrição das ovelhas durante a gestação até duas semanas pós-parto, momento do início do experimento. Valor de ECC próximo de 3,0 é recomendado para ovelhas no momento do parto, sendo indicativo de um bom status nutricional dos animais durante a gestação (Benson, 2002).

Houve redução no peso corporal das ovelhas durante o período experimental para todas as rações experimentais. Entretanto, a perda de peso foi menor para as ovelhas alimentadas com a ração contendo o farelo de soja. Este fato está diretamente relacionado à resposta no CMS, uma vez que houve redução do consumo para as rações contendo as fontes alternativas de N em relação ao farelo de soja. Esta variação no peso e na condição corporal ocorreu devido à mobilização de reservas corporais para garantir a produção de leite, a qual apresentou menor variação (10%) em relação à ingestão de MS (21%), ao se comparar a ração contendo o farelo de soja com as demais rações utilizadas neste estudo. Este resultado está de acordo com Milis et al. (2005) que verificaram maior perda de peso em ovelhas alimentadas com rações contendo alto teor de PDR em relação aos animais que reberam baixo teor de PDR.

Embora não tenha havido diferença no ECC das ovelhas no final do período experimental, foi observado que as ovelhas que receberam a ração contendo teores mais elevados de PDR, tendo o refinazil + uréia ou a uréia como fonte de N, apresentaram maior variação da condição corporal, o que reflete a variação mais acentuado no peso corporal destes animais devido ao menor CMS.

Tabela 5.4 - Peso corporal e escore da condição corporal de ovelhas alimentadas com rações contendo fontes de N com diferentes taxas de degradação ruminal

	Fonte nitrogenada					
Item[1]	Farelo de soja	Protenose + Uréia	Refinazil + Uréia	Uréia	EPM[2]	*P*[3]
Peso corporal, kg						
Inicial	58,6	57,5	58,1	57,3	0,92	0,26
Final	55,4[a]	51,7[b]	49,8[b]	50,6[b]	0,95	< 0,01
Variação	- 3,3[a]	- 5,8[b]	- 8,3[b]	- 6,7[b]	0,51	< 0,01
ECC (1-5)						
Inicial	3,04	3,01	3,13	3,08	0,09	0,22
Final	2,92	2,85	2,74	2,71	0,16	0,11
Variação	- 0,12[a]	- 0,16[a]	- 0,40[b]	- 0,38[b]	0,08	< 0,05

[1]ECC = escore da condição corporal (escala de 1 a 5); [2]Erro-padrão da média; [3]Valor de *P*; Média seguidas de letras distintas na mesma linha indicam efeito entre tratamentos pelo Tukey Test (P<0,05).

5.4 Conclusões

A menor eficiência de utilização do N está associada à elevada taxa de degradação ruminal da proteína, uma vez que o fornecimento de rações contendo 12,0 ou 13,4% de PDR e 4,1 ou 2,9% de PNDR resultou em redução da produção de proteína no leite, aumento da concentração de uréia no leite e maior perda de peso e de condição corporal dos animais.

O aumento da PDR da ração com a substituição total da proteína verdadeira pela uréia compromete o consumo de matéria seca e a produção de ovelhas em lactação.

Referências

ARAUJO, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H.; PACKER, I.U.; EASTRIDGE, M.L. Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross (*Cynodon* species) hay. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 86, p. 3511-3521, 2008.

ARAUJO, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H.; URANO, F.S.; RIBEIRO, M.F.; OLIVEIRA, C.A.; VIAU, P.; DAY, M.L. Postpartum ovarian activity of Santa Inês lactating ewes fed diets containing soybean hulls as a replacement for coastcross (*Cynodon* sp.) hay. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 81, p. 126-131, 2009.

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.80, p.1416-1425, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15th ed. Washington, D.C.: 1990. 1298p.

BENSON, M.E. Nutrition chapter. In: American Sheep Industry Association (Ed.). **Sheep production handbook**. 7th ed. ADS/Nightwing Publishing, Fort Collins, CO, 2002. p. 701-748.

BRITO, A.F.; BRODERICK, G.A. Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 90, p. 1816-1827, 2007.

BRITO, A.F.; BRODERICK, G.A.; REYNAL, S.M. Effects of different protein supplements on omasal nutrient flow and microbial protein synthesis in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 90, p. 1828-1841, 2007.

BRODERICK, G.A.; REYNAL, S.M. Effect of source of rumen-degraded protein on production and ruminal metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 92, p. 2822-2834, 2009.

CANNAS, A., MANCUSO, A.P.R.; VODRET, B.; NUDDA, A. Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 81, p. 499-508, 1998.

CANNAS, A. Feeding of lactating ewes. In: PULINA,G. (Ed.). **Dairy sheep feeding and nutrition**. Bologna: Avenue Media, 2002. p. 123-166.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; VAN SOEST, P.J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, p. 149-169, 2004.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CHARBONNEAU, E.; CHOUINARD, P.Y.; ALLARD, G.; LAPIERRE, H.; PELLERIN, D. Milk from forage as affected by rumen degradable protein and corn grinding when feeding corn- and alfalfa silage-based diets. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 90, p. 823-832, 2007.

DUNLAP, T.F.; KOHN, R.A.; DOUGLASS, L.W.; ERDMAN, R.A. Diets deficient in rumen undegraded protein did not depress milk production. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 83, p. 1806-1812, 2000.

FLIS, S.A.; WATTIAUX., M.A. Effects of Parity and Supply of Rumen-Degraded and Undegraded Protein on Production and Nitrogen Balance in Holsteins **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 88, p. 2096-2106, 2005.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, p. 1791-1794, 1999.

IMAIZUMI, H.; SANTOS, F.A.P.; PIRES, A.V., JUCHEM, S.O. Fontes protéicas e de amido com diferentes degradabilidades ruminais para alimentar vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 1413-1420, 2006.

IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Impacts of the source and amount of crude protein on the intestinal supply of nitrogen fractions and performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 88:(E. Suppl.):E22-E37, 2005.

KOHN, R.A., DINNEEN, M.M.; RUSSEK-COHEN, E. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs and rats. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 83, p. 879-889, 2005.

LANDAU, S., KABABYA, D., SILANIKOVEC, N., NITSAN, R., LIFSHITZ, L., BARAM, H., BRUCKENTAL, I., MABJEESH, S.J. The ratio between dietary rumen degradable organic matter and crude protein may affect milk yield and composition in dairy sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 58, p. 115-122, 2005.

LANDAU, S.; VECHT, J.; PEREVOLOTSKY, A. Effects of two levels of concentrate supplementation on milk production of dairy goats browsing Mediterranean scrubland. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 11, p. 227-237, 1993.

LIAMADIS, D.; AL-ZIR, H.; MILIS, C. Use of corn gluten meal and corn gluten feed-with or without additional lysine-in initial rations of early-weaned lambs. In: ANNUAL MEETING OF EAAP, 48., **Proceedings…** Vienna, Austria, 1997. 295p.

LIAMADIS, D., MILIS, C., GIOUSELJIANNIS, A., CHRISTODOULOU,V. The effect of maize gluten meal and gluten feed—with or without additional lysine-on milk yield and composition of ewe's in early lactation. In: ANNUAL MEETING OF EAAP, 52., 2001. Bucarest. **Proceedings…** Budapest, Hungary, 2001. 272p.

MACEDO, L.G.P.; DAMASCENO, J.C.; MARTINS, E.N.; MACEDO, V.P.; SANTOS, G.T.; FALCÃO, J.S.; CALDAS NETO, S. Substituição do farelo de soja pela farinha de glúten de milho na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, p. 992-1001, 2003.

MIKOLAYUNAS-SANDROCK, C.; ARMENTANO, L.E.; THOMAS, D.L.; BERGER, Y.M. Effect of protein degradability on milk production of dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 92, p. 4507-4513, 2009.

MILIS, C.; LIAMADIS, D.; ROUBIESC, N.; CHRISTODOULOUD, V.; GIOUSELJIANNIS, A. Comparison of corn gluten products and a soybean-bran mixture as sources of protein for lactating Chios ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 58, p. 237-244, 2005.

MILIS, C.; LIAMADIS, D. Nutrient digestibility and energy value of sheep rations differing in protein level, main protein source and non-forage fibre source. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Oxford, v. 92, p. 44-52, 2008.

MISHRA, S.; RAI, S.N. Effects of different RDP and UDP ratios on voluntary intake, milk production and feed conversion efficiency in lactating goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 20, p. 31-38, 1996.

MOHARRERY, A. Investigation of different levels of RDP in the rations of lactating cows and their effects on MUN, BUN and urinary N excretion. **Italian Journal of Animal Science**, Reggio Emilia, v. 3, p. 157-165, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academic Press, 2007. 292p.

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

PULINA, G.; NUDDA, A. Milk production. In: Pulina, G. (Ed.). **Dairy sheep nutrition**. Wallingford: CAB International, 2004. p. 1-12.

REYNAL, S.M.; BRODERICK, G.A.Effect of dietary level of rumen-degraded protein on production and nitrogen metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 88, p. 4045-4064, 2005.

REYNAL, S.M.; IPHARRAGUERRE, I.R.; LIÑEIRO, M.; BRITO, A.F.; BRODERICK, G.A.; CLARK, J.H. Omasal flow of soluble proteins, peptides, and free amino acids in dairy cows fed diets supplemented with proteins of varying ruminal degradabilities. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 90, p. 1887-1903, 2007.

RODRIGUES, G.H. **Desempenho, características da carcaça, perfil de ácidos graxos e parâmetros ruminais de ovinos alimentados com rações contendo polpa cítrica desidratada e polpa cítrica úmida semi despectinada**. 2009. 76 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RUSSEL, A.J.F., DONEY, J.M., GUNN, R.G. Subjective assessment of body fat in live sheep. **Journal of Agriculture Science**, cidade, v. 72, p. 451-454, 1969.

SAHOO, B.; WALLI, T.K. Effect of feeding undegradable protein with energy on nutrient utilization, milk yield and milk composition of crossbred goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 75, p. 36-42, 2008.

SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B.; HUBER, J.T. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: A12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 81, p. 3182-3213, 1998.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT:** guide for personal computer; versão 9.1. Cary, 2003.

SCHINGOETHE, D. J. Dietary influence on protein level in milk and milk yield in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 60, p. 181-190, 1996.

SUSIN, I.:LOERCH, S.C.: McCLURE, K.E. Effects of feeding a high-grain diet at a restricted intake on lactating performance and rebreeding of ewes. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 3199-3205, 1995.

SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; PACKER, I.U.; ARAUJO, R.C. Milk yield and milk composition of Santa Ines ewes. **Journal of Animal Science**, Albany, 83 (Suppl. 1 - Abstr.), 2005.

TUFARELLI, V.; DARIO, M.; LAUDADIO, V. Milk yield and composition of lactating Comisana ewes fed total mixed rations containing nitrogen sources with different ruminal degradability. **Livestock Science**, Amsterdan, v. 122, p. 349-353, 2009.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

WRIGHT, C.F.; Von KEYSERLINGK, M.A.G.; SWIFT, M.L.; FISHER, L.J.; SHELFORD, J.A.; DINN, N.E. Heat- and lignosulfonate-treated canola meal as a source of ruminal undegradable protein for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 88, p. 238-243, 2005.