UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DE BAHIA – UESB

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

***CAMPUS* DE ITAPETINGA**

SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO FARELO DE ALGAROBA EM DIETAS PELETIZADAS PARA CORDEIROS

TAIALA CRISTINA DE JESUS PEREIRA

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DE BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
***CAMPUS* DE ITAPETINGA**

TAIALA CRISTINA DE JESUS PEREIRA

SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO FARELO DE ALGAROBA EM DIETAS PELETIZADAS PARA CORDEIROS

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB / *Campus* de Itapetinga – BA, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia – Área de Concentração em Produção de Ruminantes.

Orientadora:
Profª D. Sc. Mara Lúcia Albuquerque Pereira

Co-orientadores:
Profº D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva
Profº D. Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

ITAPETINGA
BAHIA-BRASIL
2012

636.085 Pereira, Taiala Cristina de Jesus.

P496s Substituição do milho pelo farelo de algaroba em dietas peletizadas para cordeiros. / Taiala Cristina de Jesus Pereira. – Itapetinga, BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2012.

72 fl.

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - C*ampus* de Itapetinga. Sob a orientação da Prof[a]. D. Sc. Mara Lúcia Albuquerque Pereira; co-orientação do Prof. D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva e Prof. D. Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho.

1. Nutrição animal – Cordeiros – Farelo de algaroba. 2. Ovinos – Rações peletizadas – Ganho de peso. 3. Ovinos – Alimentação alternativa – Farelo de algaroba. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, C*ampus* de Itapetinga. II. Pereira, Mara Lúcia Albuquerque. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catalogação na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Nutrição animal – Cordeiros
2. Ovinos – Rações peletizadas
3. Ovinos – Alimentação alternativa
4. Farelo de algaroba – Ganho de peso – Ovinos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA - PPZ
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-*BA*

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Substituição do milho pelo farelo de algaroba em dietas peletizadas para Cordeiros".

Autor (a): Taiala Cristina de Jesus Pereira
Orientador (a): Profª. Drª. Mara Lúcia Albuquerque Pereira

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

Profª. Drª. Mara Lúcia Albuquerque Pereira – UESB
Orientadora

Profª. Drª. Soraia Vanessa Matarazzo – UESC

Prof. Dr. Heryma Giovane de Oliveira Silva – UESB

Data de realização: 02 de abril de 2012.

A Deus, por me dar forças para superar todos os obstáculos, estando sempre ao meu lado, fazendo de uma derrota uma vitória, da fraqueza uma força, com Sua ajuda, eu venci;

Aos meus amados pais, Antônio Gonçalves Pereira e Joseilda de Jesus Pereira pela minha formação, pelo amor e dedicação despendidos em todas as etapas da minha vida;

Ao meu amado irmão, Fagner Antônio de Jesus Pereira, pelos momentos inesquecíveis, pelo carinho e amor sempre dedicado a mim que, apesar de já não se encontrar mais entre nós, faz-se presença viva em minha vida e sempre foi torcida fiel a meu favor;

Ao meu amado avô, José Bomfim de Jesus (in memória), exemplo de vida do qual almejo seguir.

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar sabedoria, força, coragem e vontade para viver e vencer;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ), por me proporcionar a oportunidade de realizar mais uma etapa de crescimento profissional;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

À empresa RIOCON - Fazendas Reunidas Rio de Contas LTDA pela grande parceria para a condução dos experimentos e fabricação das rações peletizadas;

À professora Dr^{a}. Mara Lúcia Albuquerque Pereira, a quem tenho profundo respeito e admiração. Um exemplo de profissional que tive a oportunidade e grande sorte de conhecer e de ser sua orientada. Obrigada pela enorme paciência, confiança, amizade e estímulos diários;

Aos meus co-orientadores, professor Dr. Fabiano Ferreira da Silva e Dr. Gleidson Giordano Carvalho, pela ajuda sempre que necessária, apoio, amizade e atenção;

Ao Prof. Herymá Giovane de Oliveira Silva, pelo auxílio na execução das análises estatísticas, pela atenção e disposição em ajudar;

Ao amigo e professor Cesar Augusto Pereira (Tio), pela amizade, apoio, confiança e momentos de descontração;

Aos bolsistas de iniciação científicos e voluntários, que ajudaram na condução dos experimentos, Jeruzia, Andréia, Leandro, Fernando, Beatriz, Alana, Paulo, Lucas, Fabiano, Adler, Gonçalo, Pedro, Tarcísio e Carlos (Bokinha), todos vocês foram essenciais na condução dos experimentos;

Ao Laboratório de Forragicultura e Pastagem, na pessoa de José Queiroz (Zé), pela grande colaboração, pela excelente e agradável convivência;

A todos os colegas da Pós-Graduação da UESB, em especial aos amigos Jefferson, Suely, Alana, Leandro (Léo) e Danilo (Danilão). Para todos vocês que participaram desta etapa da minha vida: O mestrado não teria sido tão bom quanto foi se vocês não tivessem ao meu lado;

Às amigas de infância da amada Taperoá: Laís e Naomi, pelo amor fraternal de sempre, vocês serão sempre lembradas;

À minha Geyse, pelo amor fraternal e pelos alegres momentos de convivência;

Ao amigo Paulo Almeida, por sempre acreditar na minha capacidade, pelo apoio em todos os momentos, por sua companhia, alegria e ensinamentos. E mais ainda, pela disposição em fornecer os animais para condução dos experimentos;

À minha família (pais, irmã, tios, primos e sobrinhos), pela credibilidade, incentivo, amor sincero e pelo exemplo de vida;

Aos animais utilizados nesta pesquisa, por todo sacrifício em prol da ciência;

Enfim, meus sinceros agradecimentos àqueles que contribuíram de forma positiva, direta ou indiretamente, na realização de mais um sonho.

O meu muito obrigado!

BIOGRAFIA

Taiala Cristina de Jesus Pereira, filha de Antônio Gonçalves Pereira e de Joseilda de Jesus Pereira, nascida na cidade de Taperoá, Estado da Bahia, em 19 de dezembro de 1981.

Em 14 de fevereiro de 2005, ingressou no curso de graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Estado da Bahia, onde obteve o título de Zootecnista, colando grau em 16 de janeiro de 2010.

Em março de 2010, ingressou no Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Produção de Ruminantes, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, defendendo a dissertação em 02 de abril de 2012.

RESUMO

PEREIRA, Taiala Cristina de Jesus. **Substituição do milho pelo farelo de algaroba em dietas peletizadas para cordeiros.** Itapetinga-BA: UESB, 2012. 72p. (Dissertação– Mestrado em Zootecnia – Área de concentração em Produção de Ruminantes).*

O presente trabalho foi desenvolvido mediante a condução de dois experimentos, no qual foram geradas informações que serão apresentadas na forma de dois capítulos. Ressalta-se, inicialmente, que a coleta de urina total e *spot*, a cada 4 horas, após o fornecimento da alimentação, foram realizados apenas em um quadrado latino. **No primeiro Capítulo,** avaliou-se o consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo e a variação do peso corporal em cordeiros alimentados com farelo de algaroba (0; 30; 60 e 90%) em substituição ao milho grão moído em dietas peletizadas. Foram utilizados doze cordeiros Santa Inês x Dorper, com peso corporal médio de 25,0 ± 1,8 kg. Os animais foram distribuídos três Quadrados Latinos 4 x 4, constituídos de quatro períodos e quatro tratamentos, recebendo dietas compostas por 30 % de feno de alfafa e 70 % de concentrado. As dietas foram calculadas para atender às exigências nutricionais para ganho de peso 300 g/dia. O período experimental teve duração de 60 dias, dividido em 4 períodos de 15 dias de duração cada. A ração foi fornecida duas vezes ao dia, pela manhã, às 07h00min, e à tarde, às 15h00min. Durante cada período experimental, foram realizadas pesagens dos alimentos fornecidos e das sobras, coleta total de fezes e avaliação visual do comportamento ingestivo dos animais. No início e final de cada período experimental, os animais foram pesados para avaliar a variação de peso corporal. Os consumos de matéria seca, carboidratos totais e nutrientes digestíveis totais, não foram influenciados (P>0,05) pelos níveis de inclusão do farelo de algaroba em substituição ao milho em até 90% na dieta total. Houve redução linear (P<0,05) nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína, carboidratos totais e no teor de nutrientes digestíveis totais, com o aumento da participação do farelo de algaroba na dieta. A eficiência de alimentação (g MS e FDN/hora) não foi influenciada (P>0,05) pelos níveis de farelo de algaroba, entretanto, esse alimento provocou alterações na eficiência de ruminação (g MS e FDN/hora). O ganho de peso médio apresentou comportamento quadrático (P<0,05) em função do nível de substituição. O nível de substituição de 30 % promoveu o maior ganho médio diário. **No segundo Capítulo,** avaliou-se a excreção de ureia, o balanço de nitrogênio e a síntese de proteína microbiana na urina total, bem como as razões de derivados de purina, ureia e compostos nitrogenados com a creatinina, obtidos utilizando a coleta *spot* de urina, em intervalos de 4 horas, em cordeiros alimentados com farelo de algaroba (0; 30; 60 e 90%) em substituição ao milho em dietas peletizadas. Foram utilizados quatro cordeiros Santa Inês x Dorper, com peso corporal médio de 22,0 ± 1,3 kg. Os animais foram distribuídos em Quadrado Latino 4 x 4, constituídos de quatro períodos e quatro tratamentos, recebendo dietas peletizadas compostas por 30 % de feno de alfafa e 70 % de concentrado. O período experimental teve duração de 48 dias,

dividido em 4 períodos de 12 dias de duração cada. As excreções de ureia e nitrogênio ureico na urina (g/dia) e a concentração de nitrogênio ureico no plasma (mg/dL) não foram influenciados (P>0,05) pelos níveis de farelo de algaroba na dieta. Da mesma forma, o balanço de nitrogênio, N-digerido, e as perdas de N pela urina não diferiram em função das dietas. O volume urinário (1,33 L), excreção de derivados de purinas totais (81,84 mmol/dia) e de purinas absorvidas (97,48 mmol/dia) e a síntese de proteína microbiana (442,94 g/dia) também não foram afetados pelos (P>0,05) níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba nas dietas experimentais. A taxa de filtração glomerular (TFG) sofreu alterações (P<0,05) em função dos níveis de adição do farelo de algaroba nas dietas experimentais. A excreção de derivados de purina (mmol/dia), nitrogênio ureico (g/dia), nitrogênio total (g/dia) e as razões das concentrações derivados de purina e nitrogênio total: creatinina nas amostras pontuais de urina manteve-se constante ao longo de um período de 24 horas, entretanto, foram observadas diferenças significativas entre as dietas experimentais. A obtenção de apenas uma amostra representativa ao ciclo de 24 horas, 4h00 após a primeira alimentação matinal, é a mais indicada para as estimativas de síntese de proteína microbiana.

Palavras-chave: alimentos alternativos, coleta *spot* de urina, metabolismo de nitrogênio, *Prosopis juliflora*, rações peletizadas

---

*Orientadora: Mara Lúcia Albuquerque Pereira, *D.Sc*., UESB e Co-orientadores: Fabiano Ferreira da Silva, *D.Sc*., UESB e Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, *D.Sc.*,UFBA.

ABSTRACT

PEREIRA, Taiala Cristina de Jesus. **Substitution of corn by mesquite pod meal in pellet diets to lambs.** Itapetinga-BA: UESB, 2011. 72p. (Master of Animal Science – Production of Ruminants).*

The work present was developed by conducting two experiments, which have generated information which will be presented in two chapters. It is noteworthy, initially, that the total and spot collection of urine every 4 hours after supply of the food were carried out only in a Latin square. **In the first chapter** the work was conducted with the objective of evaluating the intake, digestibility, ingestive behavior and variation in body weight in sheep fed with mesquite pod meal (MPM) in substitution of corn in diets pellet. We used twelve lambs Santa Inês x Dorper, with average body weight of 25.0 kg. The animals were distributed in three balanced Latin squares 4x4, during a four experimental periods of 15 days each, being 10-day adaptation period and five days of data collections. Diets were formulated to meet the nutritional requirements to gain 300 g/day. The feed was provided twice daily, morning, at 07h: 00 and afternoon, at 15h: 00. During each experimental period, there were weighing food supplied and remains, the total collection of feces and assessment of ingestive behavior of animals. At the beginning and end of each experimental period, animals were weighed to assess the variation of body weight. The intake of dry matter, total carbohydrates and total digestible nutrients were not ($P> 0.05$) by influenced by levels of inclusion of mesquite pod meal in the diet. There was a linear decrease ($P<0.05$) in the coefficients digestibility of dry matter, organic matter, ether extract, neutral detergent fiber, neutral detergent fiber corrected for ash and protein, total carbohydrates and total digestible nutrients increasing levels of mesquite pod meal in the diet. Feeding efficiency (g DM and NDF/hours) were not influenced by mesquite pod meal levels of animal diets. However, this feed promoted alterations in rumination efficiency (g DM and NDF/hours). The average weight gain showed a quadratic behavior ($P<0.05$) in function of substitution level. The level of substitution of 30 % promoted the highest average daily gain. **In the second chapter** was conducted with the objective of evaluating the excretion of urea, nitrogen balance and microbial protein synthesis, by means of purine derivatives in urine using two methods and also, evaluating the reasons of purine derivatives, urea and nitrogenous compounds with creatinine, obtained using the spot urine collection, at intervals 4 hours, in lambs fed with mesquite pod meal in substitution of corn in diet pelleted. We used four lambs Santa Inês x Dorper, with average body weight of 23.0 ± 0.5 kg. The animals were distributed in one Latin Squares 4 x 4, during a four experimental periods of 12 days each, being 10 day adaptation period and two days of data collections. The excretion of urea and nitrogen urea in urine the and nitrogen urea concentration in the plasma were not affected ($P>0.05$) by use of mesquite pod meal in the diet. Similarly, nitrogen balance, N digested and losses N in urine did not differ ($P>0.05$) according to the diets. Urinary volume (1.33 L), total excretion of purine derivatives (81.84 mmol/day), absorbed purines (97.48 mmol/day) and microbial protein synthesis (442.94 g/day) also were not

affected by increasing the levels of substitution of corn by mesquite in diet. The glomerular filtration rate (GFR) was changed (P<0.05) according level of addition of mesquite meal in experimental diets. The excretion of purine derivates, urea nitrogen, total nitrogen and concentration reasons of purine derivates and total nitrogen: creatinine in urine was constant over a 24 hour period, however there were significant differences between the experimental diets. Obtaining a sample of the urine, after 4:00 a.m. the morning feeding is best for estimating microbial protein synthesis.

Key words: *spot* urine collection, protein sources, nitrogen metabolism, *Prosopis juliflora*, pelleted ration

---

*Adviser: Mara Lúcia Albuquerque Pereira, *D.Sc.*, UESB e Co-advises: Fabiano Ferreira da Silva, *D.Sc.*, UESB and Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, *D.Sc.*,UFBA.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Composição e concentração dos nutrientes das dietas experimentais..... 23

Tabela 2. Médias de quadrados mínimos para os consumos de matéria seca e nutrientes em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas..... 26

Tabela 3. Médias de quadrados mínimos para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e nutrientes em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas 29

Tabela 4. Médias de quadrados mínimos do comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas..... 32

Tabela 5. Médias dos quadrados mínimos para os consumos de MS e de FDN por refeição (kg), número de períodos, tempo gasto por período de refeição, ruminação e ócio (min), tempo de ruminação e mastigação total de MS e FDN (min/kg), em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas..... 33

Tabela 6. Médias dos quadrados mínimos da eficiência de alimentação e ruminação (g MS e FDN/hora) em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas..... 34

Tabela 7. Médias dos quadrados mínimos para variação de peso corporal de cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas..... 35

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Composição e concentração dos nutrientes das dietas experimentais..... 47

Tabela 2. Médias de quadrados mínimos para a excreção de ureia e nitrogênio ureico na urina, concentração de nitrogênio no plasma, excreção fracional e *clearance* de ureia em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas..... 51

Tabela 3. Médias dos quadrados mínimos do balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas 54

Tabela 4. Médias dos quadrados mínimos para as excreções urinárias de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina, derivados de purina totais, purinas absorvidas, percentagem de alantoína, ácido úrico e xantina e hipoxantina do total excretado, síntese de nitrogênio e de proteína microbiana e eficiência microbiana em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho

pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas..... 56

Tabela 5. Médias e equação de regressão para as excreções diárias de creatinina, concentração de creatinina e taxa de filtração glomerular em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas..... 59

Tabela 6. Efeito de probabilidades de diferenças entre as excreções urinárias, obtidas a cada 4 horas (urina *spot*) com a coleta total de urina de cordeiros, alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas..... 62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Excreção de derivados de purina na urina de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba 61
Figura 2. Razão derivados de purina: creatinina urinária de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba 61
Figura 3. Excreção de nitrogênio ureico na urina de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba..... 63
Figura 4. Gráfico de superfície de resposta para razão nitrogênio ureico: creatinina urinária de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba 64
Figura 5. Excreção de nitrogênio total na urina de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba ... 65
Figura 6. Razão nitrogênio total: creatinina urinária de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba 66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MS	Matéria seca
MO	Matéria orgânica
MM	Matéria mineral
PB	Proteína bruta
EE	Extrato etéreo
FDN	Fibra em detergente neutro
FDN_{CP}	Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína
FDA	Fibra em detergente ácido
CNF	Carboidratos não fibrosos
CNF_{cp}	Carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteína
CT	Carboidratos totais
NDT	Nutrientes digestíveis totais
PIDN	Proteína insolúvel em detergente neutro
PIDA	Proteína insolúvel em detergente ácido
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
N	Nitrogênio
NI	Nitrogênio Ingerido
DP	Derivados de purina
DP: C	Razão derivados de purina: creatinina
NT	Nitrogênio total
NT: C	Razão nitrogênio total: creatinina
NU	Nitrogênio ureico
NU: C	Razão nitrogênio ureico: creatinina
PBM	Proteína bruta microbiana
TAL	Tempo de alimentação
TRU	Tempo de ruminação
TO	Tempo de ócio
MMnd	Número de mastigações merícicas por dia
NBR	Número de bolos ruminais
TMT	Tempo de mastigação total
VPC	Variação de peso corporal

PC	Peso corporal
% PC	Porcentagem do peso corporal
g/kg ^{0,75}	Gramas por quilo de peso metabólico
FA	Farelo de algaroba

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

Substituição do milho pelo farelo de algaroba em dietas peletizadas para cordeiros: consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo e variação do peso corporal

RESUMO..... 18

ABSTRACT..... 19

1. INTRODUÇÃO..... 20

2. MATERIAL E MÉTODOS..... 22

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 26

4. CONCLUSÕES..... 37

5. REFERÊNCIAS..... 38

CAPÍTULO 2

Substituição do milho pelo farelo de algaroba em rações peletizadas com alto teor de proteína bruta para cordeiros: metabolismo e excreção urinária de compostos nitrogenados

RESUMO..... 42

ABSTRACT..... 43

1. INTRODUÇÃO..... 44

2. MATERIAL E MÉTODOS..... 46

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 51

4. CONCLUSÕES..... 68

5. REFERÊNCIAS..... 69

CAPÍTULO 1

Substituição do milho pelo farelo de algaroba em dietas peletizadas para cordeiros: consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo e variação do peso corporal

RESUMO

Objetivou-se avaliar o consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo e a variação do peso corporal em cordeiros alimentados com farelo de algaroba (0; 30; 60 e 90 %) em substituição ao milho grão moído em dietas peletizadas. Foram utilizados doze cordeiros Santa Inês x Dorper, com peso corporal médio de 25,0 ± 1,8 kg. Os animais foram distribuídos em três Quadrados Latinos 4 x 4, constituídos de quatro períodos e quatro tratamentos, recebendo dietas compostas por 30 % de feno de alfafa e 70 % de concentrado. As dietas foram calculadas para atender às exigências nutricionais para ganho de peso 300 g/dia. O período experimental teve duração de 60 dias, dividido em 4 períodos de 15 dias de duração cada. A ração foi fornecida duas vezes ao dia, pela manhã, às 07h00min, e à tarde, às 15h00min. Durante cada período experimental, foram realizadas pesagens dos alimentos fornecidos e das sobras, coleta total de fezes e avaliação visual do comportamento ingestivo dos animais. No início e final de cada período experimental, os animais foram pesados para avaliar a variação de peso corporal. Os consumos de MS, CT e NDT não foram influenciados (P>0,05) pelos níveis de inclusão do farelo de algaroba em substituição ao milho em até 90 % na dieta total. Houve redução linear (P<0,05) nos coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EE, FDN, FDNcp, CT e no teor de NDT, com o aumento da participação do farelo de algaroba na dieta. A eficiência de alimentação (g MS e FDN/hora) não foi influenciada (P>0,05) pelos níveis de farelo de algaroba, entretanto, esse alimento provocou alterações na eficiência de ruminação (g MS e FDN/hora). O ganho de peso médio apresentou comportamento quadrático (P<0,05) em função do nível de substituição. O nível de substituição de 30 % promoveu o maior ganho médio diário.

Palavras-chave: confinamento, ganho de peso, *Prosopis juliflora*, rações peletizadas, ruminação

CHAPTER 1

Substitution of corn by mesquite pod meal in pellet diets for lambs: intake, digestibility, ingestive behavior and variation in body weight

ABSTRACT

The work was conducted with the objective of evaluating the intake, digestibility, ingestive behavior and variation in body weight in sheep fed with mesquite pod meal (MPM) in substitution of corn in diets pellet. We used twelve lambs Santa Inês x Dorper, with average body weight of 25.0 kg. The animals were distributed in three balanced Latin squares 4x4, during a four experimental periods of 15 days each, being 10-day adaptation period and five days of data collections. Diets were formulated to meet the nutritional requirements to gain 300 g/day. The feed was provided twice daily, morning, at 07h: 00 and afternoon, at 15h: 00. During each experimental period, there were weighing food supplied and remains, the total collection of feces and assessment of ingestive behavior of animals. At the beginning and end of each experimental period, animals were weighed to assess the variation of body weight. The intake DM, TC and TDN were not influenced ($P>0.05$) by levels of inclusion of mesquite pod meal in the diet. There was a linear decrease ($P<0.05$) in the coefficients apparent digestibility of DM, OM, EE, NDF, TC and TDN increasing levels of mesquite pod meal in the diet. Feeding efficiency (g DM and NDF/hours) were not influenced by mesquite pod meal levels of animal diets. However, this feed promoted alterations in rumination efficiency (g DM and NDF/hours). The average weight gain showed a quadratic behavior ($P<0.05$) in function of substitution level. The level of substitution of 30 % promoted the highest average daily gain.

Key Words: confinement, pelleted ration, *Prosopis juliflora*, rumination, weight gain

1. INTRODUÇÃO

O rebanho brasileiro de ovinos é constituído de aproximadamente 16,1 milhões de cabeças. Desse efetivo, um total de 9,56 milhões de animais (56,9% do efetivo nacional) encontra-se na Região Nordeste, o que a faz a maior produtora do País (ANUALPEC, 2009). Apesar do expressivo contingente dessa espécie na região, os índices de produtividade dos animais ainda são considerados baixos.

Uma estratégia utilizada para melhoraria do desempenho dos rebanhos nordestinos de pequenos ruminantes, caracterizados por baixos índices produtivos, seria o manejo alimentar adequado, principalmente nas épocas de escassez de forragens, usando sistema intensivo de produção. As reduções qualitativas e quantitativas de forragens nas pastagens são aspectos importantes para a tomada de decisão quanto ao uso do confinamento (NUNES et al., 2007).

O confinamento é uma prática que tem despertado o interesse de produtores, por possibilitar a redução das perdas de animais jovens decorrente de deficiências nutricionais e infestações parasitárias. Além disso, essa prática proporciona retorno mais rápido do capital investido, devido ao tempo de abate desses animais, que é reduzido (LAGE et al., 2010). Embora essa prática apresente muitas vantagens, ela pode ser bastante onerosa (BARROS et al., 2004). Dessa forma, surge a necessidade de buscar alimentos alternativos disponíveis localmente a fim de diminuir custos e aumentar a rentabilidade do setor produtivo.

Nesse sentido, a algaroba que tem se mostrado um alimento alternativo de destaque, uma vez que é considerada uma importante fonte energética disponível no semiárido, pode substituir o milho por apresentar em sua composição química de 25-28 % de glicose, 11-17 % de amido, 7-11 % de proteína e 14-20 % de ácidos orgânicos e pectinas, entre outros (Silva, et al. 2001).

Estima-se para a região Nordeste uma produção média de frutos de 6 ton/ha/ano para plantios de 5 anos de idade, dependendo da zona bioclimática em que são manejados os algarobais, aos quinzes anos de idade, pode apresentar uma produção média acima de 70 kg de vagem por árvore (RIBASKI et al. 2009).

Frente à necessidade constante de melhorar o desempenho dos animais, bem como tornar a exploração cada vez mais competitiva, observa-se a necessidade de aperfeiçoar cada vez mais a manufatura das rações.

Diante do exposto, objetivou-se neste estudo avaliar o consumo, a digestibilidade, o comportamento ingestivo e a variação do peso corporal em cordeiros alimentados com

rações peletizadas em que o farelo de algaroba *(Prosopis juliflora)* substituiu o milho grão moído nas proporções de 0; 30; 60 e 90 % na base da matéria natural.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Ovinocultura do Departamento de Tecnologia Rural e Animal- DTRA, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Itapetinga-BA, localizada a 15º 09' 07" de latitude sul, 40º 15' 32" de longitude oeste, precipitação média anual de 800 mm, temperatura média anual de 27 ºC e com altitude média de 268 m. A coleta de dados no campo ocorreu entre os meses de novembro de 2009 a janeiro de 2010.

Foram utilizados doze cordeiros Santa Inês x Dorper, machos não castrados, com idade média de quatro meses e com peso corporal médio ao início do experimento de 25,0 ± 1,8 kg.

Os animais foram identificados com brincos numerados, vermifugados e confinados em gaiolas metabólicas de 1,0 x 0,80 m (0,80 m²) com piso ripado, com acesso a comedouros e bebedouros individuais, distribuídos em três Quadrados Latinos (QL), balanceados 4 x 4, com quatro tratamentos e quatro repetições. O experimento teve duração de 60 dias, sendo compostos de quatro períodos de 15 dias cada (dez de adaptação às dietas e cinco para coleta de amostras).

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas (21% PB) e de modo a permitir taxa de ganho de peso de 300 g/dia, conforme recomendação do NRC (2006). Os tratamentos testados constituíram em dietas peletizadas com níveis crescentes de substituição do milho grão moído pelo farelo de algaroba (0; 30; 60 e 90 %) na dieta total, sendo compostas de 30 % feno de alfafa e 70 % concentrado. Na Tabela 1, encontram-se as proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

As rações peletizadas foram produzidas pela empresa RIOCON® (Fazendas Reunidas Rio de Contas Ltda), situada no distrito de Catingal pertencente ao município de Manoel Vitorino – Bahia.

O farelo de algaroba (FA) foi obtido após a colheita, realizada por catação, seguido da trituração. A trituração foi feita em maquinário apropriado, tipo betoneira, e antecedeu a secagem do material. Utilizou-se secador da marca D'Andrea®, em que o material permaneceu por aproximadamente 10 horas em temperatura média de 60 ºC até a obtenção de 7 a 10 % de umidade. Após essa fase, ocorreu a moagem com moinho Koopers® para a obtenção do farelo. Posteriormente, com os demais ingredientes que

constitui cada tratamento experimental, foram acondicionados na matriz de peletização, sendo comprimidos pela ação dos rolos compressores para a formação dos *pellets*, com espessura de 3/16 mm.

Tabela 1- Composição e concentração dos nutrientes das dietas experimentais

Ingredientes (g/kg MS)	(% MN) Níveis de substituição do milho pelo FA			
	0	30	60	90
Milho grão	480,0	336,0	192,0	48,0
Farelo de algaroba	0,0	144,0	288,0	432,0
Farelo de soja	210,0	210,0	210,0	210,0
Feno de alfafa	300,0	300,0	300,0	300,0
Mistura mineral*	10,0	10,0	10,0	10,0
Total	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**
Nutrientes (g/kg MS)				
Matéria seca	891,1	896,0	893,3	898,4
Matéria orgânica	936,0	932,0	927,0	929,0
Proteína bruta[1]	214,5	241,8	228,7	218,9
PIDN	88,8	145,7	175,9	199,8
PIDA	14,4	14,6	16,3	15,4
Extrato etéreo	139,8	130,2	127,0	112,3
Carboidratos totais	583,6	559,5	571,3	598,0
Carboidratos não fibrosos	263,9	224,1	215,8	245,5
CNF_{CP}	292,6	265,6	265,2	295,8
Fibra em detergente neutro	319,7	335,4	352,4	355,6
FDN_{CP}	291,0	293,9	302,2	306,1
Fibra em detergente ácido	115,0	173,7	209,1	229,6
Lignina	28,62	42,0	48,8	50,95
Matéria mineral	57,3	66,1	70,4	70,6

[1] Valores em g/kg da proteína bruta. PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA: proteína insolúvel em detergente ácido; FDNcp: Fibra em detergente neutro isenta de cinza e proteína; CNFcp: carboidratos não fibrosos corrigidos para cinza e proteína. * Composição da mistura mineral: Zinco: 3.800,00 mg; Sódio: 47,00 g; Manganês:1.300,00 mg; Cobalto: 40, 00 mg; Ferro: 1.800,00 mg Cobre: 590,00 mg; Enxofre: 18,00 g; Selênio:15,00 mg; Iodo: 80,00 mg; Cromo: 20,00 mg; Molibdênio:300,00 mg; Cálcio: 120,00 g; Flúor (máx.): .870,00 mg; Fósforo:87,00 g

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 07h00min e 15h00min, *ad libitum*, de modo a permitir de 5 a 10 % de sobras como margem de segurança. A água sempre foi trocada pela manhã e reabastecida à tarde. Para efeito de quantificação e avaliação do consumo voluntário, foram considerados os alimentos fornecidos e sobras durante os cinco dias de coleta de cada período experimental. O consumo voluntário foi calculado pela diferença entre o oferecido e as sobras. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental, para obtenção da variação do peso corporal. A variação de peso corporal foi calculada pela diferença de peso dos animais nas datas de pesagem, dividido pelo número de dias do período.

No período de coleta, do 11° ao 15° dia de cada período experimental, amostras dos alimentos fornecidos e das sobras de cada animal foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20 °C para posteriores análises laboratoriais.

Amostras dos alimentos fornecidos e sobras de cada animal foram moídas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm), sendo os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e lignina (H_2SO_4 72% p/p) obtidos seguindo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro isenta de cinza e proteína (FDNcp) foi realizada segundo recomendações de Mertens (2002).

A concentração dos carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT\ (\%\ MS) = 100 - (\%\ PB + \%\ EE + \%\ cinza).$$

A concentração dos carboidratos não fibrosos corrigidos para cinza e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo:

$$CNFcp\ (\%\ MS) = (100 - \%\ FDNcp - \%\ PB - \%\ EE - \%\ cinza).$$

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo (Weiss et al., 1999), pela seguinte equação:

$$NDT\ (\%) = PBD + 2,25\ EED + CTD.$$

Em que: PBD = proteína bruta digestível; EED= extrato etéreo digestível e CTD= carboidratos totais digestíveis.

Para a avaliação da digestibilidade aparente, a coleta total de fezes foi efetuada do 13° ao 15° dia de cada período experimental. A coleta efetuada em cada período, por

animal, foi realizada com o auxílio de bolsas coletoras de napa adaptadas aos animais. As fezes foram pesadas pela manhã e tarde, e retirados aproximadamente 10 % do total. As amostras de fezes foram pré-secas, moídas em moinho de faca com peneira de malha de 1,0 mm, posteriormente, foram feitas amostras compostas por dia para cada animal.

No 12° dia de cada período experimental, foi feita a avaliação do comportamento ingestivo, sendo que os animais foram observados visualmente a cada 10 minutos durante um período de 24 horas, para observação do tempo despendido com alimentação, ruminação e ócio. O registro do tempo despendido em alimentação, ruminação ou ócio foi realizado por observadores treinados, em sistema de revezamento, posicionados estrategicamente de forma a não incomodar os animais. No mesmo dia, foi realizada a contagem do número de mastigações merícicas MMnb (n^o/bolo) e o tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal MMtb (seg/bolo), com a utilização de cronômetro digital. Para a obtenção das médias das mastigações e do tempo, foram feitas as observações de três bolos ruminais em três períodos diferentes do dia (10 – 12; 14 – 16 e 18 – 20 horas). Foram computados o tempo e o número de mastigações para cada bolo ruminal por animal.

A eficiência de alimentação e ruminação, expressa em g MS/hora e g FDN/hora, foi obtida pela divisão do consumo médio diário de MS e FDN pelo tempo total despendido em alimentação e/ou ruminação em 24 horas, respectivamente. Essas e outras variáveis obtidas neste experimento, como o número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total (TMT) e o número de mastigações merícicas por dia (MMnd), foram obtidas conforme metodologia descrita por Bürger et al. (2000) e Polli et al. (1996). Durante a coleta de dados, na observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

As variáveis dependentes (consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo e variação do peso corporal) foram analisadas utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (2006) e todas as médias dos tratamentos foram obtidas pelo comando LSMEANS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de MS não foi influenciado (P>0,05) pela inclusão do farelo de algaroba na dieta (Tabela 2), com médias de 1,33 kg/dia, 41,52 g/kg de peso corporal (PC) ou 98,43 g/kg de PC ^{0,75}. De acordo com Lizieire et al. (1990), o consumo de MS por ovinos, nas regiões tropicais, geralmente se situa entre 30,0 e 50,0 g/kg de PC.

Tabela 2- Médias de quadrados mínimos para os consumos de matéria seca e nutrientes em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas

Item	Nível de substituição (% MN)					Efeito		
	0	30	60	90	EPM	L	Q	C
Consumo (kg/dia)								
MS	1,30	1,34	1,36	1,33	0,05	0, 380	0, 506	0, 306
MO	1,21	1,25	1,26	1,23	0,05	0, 482	0, 016[1]	0, 407
PB	0, 277	0, 326	0, 305	0, 290	0,01	0, 014	0, 002[2]	0, 056
EE	0, 178	0, 173	0, 170	0, 146	0,006	0, 025[3]	0, 536	0, 309
FDN_{cp}	0, 375	0, 380	0, 409	0, 418	0,02	0, 020	0, 842	0, 198
CNF_{cp}	0, 380	0, 368	0, 372	0, 377	0,02	0, 628	0, 524	0, 689
CT	0, 726	0, 723	0, 753	0, 768	0,03	0, 523	0, 943	0, 530
MM	0, 083	0, 091	0, 099	0, 094	0,004	0, 116	0, 007[4]	0, 002
NDT	1,11	1,07	1,14	0,93	0,07	0, 469	0, 724	0, 768
Consumo (g/kg PC)								
MS	40,23	41,55	42,19	42,11	4,69	0, 188	0, 406	0, 221
MO	37,70	38,72	39,03	39,12	4,38	0, 292	0, 488	0, 350
PB	8,56	10,14	9,44	9,22	1,12	0, 001	0, 0001[5]	0, 018
EE	5,57	5,40	5,30	4,70	0,64	0, 012[6]	0, 396	0, 155
FDN_{cp}	11,66	11,80	12,72	13,39	1,55	0, 074	0, 835	0, 111
CNF_{cp}	11,82	11,40	11,41	11,77	1,22	0, 473	0, 393	0, 416
MM	2,53	2,83	3,10	2,99	0,32	0, 0004	0, 038	0, 0002
NDT	32,68	31,72	33,24	27,26	3,40	0, 407	0, 736	0, 844
Consumo ($g/kg^{0,75}$)								
MS	95,34	98,77	100,32	99,30	8,57	0, 214	0, 396	0, 219
MO	89,33	92,04	92,95	92,27	8,01	0, 312	0, 467	0, 334
PB	20,30	24,09	22,45	21,72	2,09	0, 0001[7]	0, 002	0, 018
EE	13,19	12,81	12,52	10,99	1,19	0, 015[8]	0, 459	0, 199

FDN_{cp}	27,26	28,06	30,21	31,51	2,99	0, 088[9]	0, 798	0, 117
CNF_{cp}	27,99	27,08	27,20	27,88	2,23	0, 536	0, 447	0, 509
MM	6,03	6,72	7,37	7,05	0,58	0, 0007	0, 045	0, 0003
NDT	78,59	76,37	80,32	65,39	6,47	0, 446	0, 757	0, 809

Equação de regressão

[1]$\hat{Y}$= (1,16 ± 0, 03) * + (0, 0046 ± 0, 002) X*** - (0, 00005 ± 0, 00002) X^2 ***
[2]$\hat{Y}$= (0, 259 ± 0, 007) * + (0, 003 ± 0, 0004) X * - (0, 00003 ± 0, 0000004) X^2 *
[3]$\hat{Y}$= (0, 178 ± 0, 005) * - (0, 0003 ± 0, 00009) X ***
[4]$\hat{Y}$= (0, 075 ± 0, 003) * + (0, 0008 ± 0, 0016) X* - (0, 0000007 ± 0, 0000002) X^2 ***
[5]$\hat{Y}$= (8,49 ± 0,54) * + (0,06 ± 0,03) X **** - (0, 0006 ± 0, 00031) X^2 ****
[6]$\hat{Y}$= (5,73 ± 0,20) * - (0, 0002 ± 0, 00004) X^2*
[7]$\hat{Y}$= (19,64 ± 0,71) * + (0, 038 ± 0, 013) X ***
[8]$\hat{Y}$= (13,97 ± 0,43) * - (0, 0406 ± 0, 008) X*
[9]$\hat{Y}$= (28,22 ± 1,09) * + (0,12 ± 0,05) X ****

*Significativo (P<0, 0001); ** (P<0, 001); *** (P<0,01); **** (P<0,05)

Os resultados obtidos nesse estudo estão de acordo com Oliveira (2009) que não observou diferença no consumo de MS, quando avaliou a substituição do milho pelo farelo de algaroba em níveis de 0,0; 33,3; 66,7 e 100% em dietas de cabras no terço inicial de lactação. Já Silva et al. (2008) avaliando o efeito dos níveis de farelo de algaroba (0; 15,0; 30,0; 45,0 %) em substituição a silagem de capim-elefante em ovinos, observaram efeito linear positivo (P<0,01) para ingestão de MS. Diante dos resultados obtidos no presente estudo e os observados na literatura, citados anteriormente, reforça a ideia de que o farelo de algaroba tem aceitação semelhante à do milho pelos animais.

A ingestão de MS em função do peso metabólico (98,43 g/kg $PC^{0,75}$) foi superior ao observados por Furusho-Garcia et al. (2004), de 76,2 g/kg ^{0,75}, para cordeiros Santa Inês alimentados com dieta composta de 80% de concentrado e 20% de feno de Coastcross, e próximos aos verificados por Véras et al. (2005), de 97 g/kg ^{0,75}. A variação para o consumo em função do peso metabólico entre os trabalhos da literatura é possivelmente devido à idade, peso dos animais e a qualidade das dietas nas diferentes condições experimentais.

O controle da ingestão de MS é determinado principalmente pelo enchimento físico do rúmen no caso de dietas com alto teor de forragem ou por mecanismos quimiostáticos em dietas com alta densidade energética (WALDO, 1986). Nesta pesquisa, como as dietas continham alto teor de alimentos concentrados (Tabela 1) associado ao reduzido tamanho de partícula proveniente do feno de alfafa para compor os *pellets* da ração, o controle da ingestão, provavelmente, foi determinado

primeiramente por mecanismos quimiostáticos, visto que alimentos concentrados e/ou volumosos finamente triturados promovem elevação da taxa de passagem, o que reduz o tempo de permanência da digesta no rúmen.

Para o consumo de MO, houve diferenças significativas entre os tratamentos, expresso em quilograma por dia (kg/dia). Com base na regressão quadrática, estimou-se que o consumo máximo de MO aconteceria quando o nível de FA fosse de 46%. O consumo de matéria mineral (MM), expresso em kg/dia, seguiu comportamento similar com os resultados obtidos para a MO. Dessa forma, foram constatadas diferenças entre as dietas experimentais.

Embora não fosse esperado, visto que as dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, os consumos de PB, nas várias formas de expressão, foram significativos (P<0,05) pelos níveis de inclusão do FA em substituição ao milho grão moído na dieta, possivelmente em virtude da variação dos teores médios de PB dos alimentos utilizados, que variaram de forma quadrática (P<0,05) entre tratamentos, apresentando médias 214,5 (± 7,5); 241,8 (± 6,5); 228,7 (± 3,9) e 218,9 (± 7,6) g/kg em função dos níveis de substituição pelo farelo de algaroba (Tabela 1). O consumo médio de PB foi superior ao recomendado pelo NRC (1985), de 167 e 191 g PB/dia, respectivamente, para ovinos de 20 e 30 kg de massa corporal. O consumo máximo de PB estimado (334 g/dia) ocorreu quando o nível de substituição do milho grão moído pelo FA é de 50 % na composição final da dieta.

Cordeiros recebendo dietas com maiores níveis de FA apresentaram menor consumo de EE (Tabela 2), comportamento que pode ser explicado pela concentração deste nutriente na dieta, que decresceu com a inclusão do FA, o qual apresenta menor concentração de EE em sua composição, quando comparado ao milho. Este fato também foi evidenciado por Oliveira (2009), ao avaliar o consumo de EE em cabras alimentadas com níveis de substituição (0,0; 33,3; 66,7 e 100 % da matéria natural) do milho pelo farelo de algaroba.

Para os consumos de FDNcp, expressos em kg/dia (Tabela 2), foram observados efeitos significativos pelos níveis de adição do FA, apresentando um comportamento linear positivo. O milho e a algaroba, alimentos aqui avaliados, têm uma composição distinta, com relação à FDN, apresentando valores de 13,98 e 28,79 %, respectivamente (VALADARES FILHO et al., 2006). Dessa forma, os resultados obtidos para essa variável já eram esperados, uma vez que essa diferença foi mantida na dieta. Logo, à

medida que se elevam os níveis do FA nas dietas, o consumo deste nutriente segue o mesmo comportamento.

Igualmente ao consumo de MS, os consumos de CT e NDT (kg/dia) não apresentaram diferença, quando se substituiu o grão de milho moído pelo FA nos diferentes níveis. A semelhança no consumo de NDT é explicada pelo fato não ter verificado variação no consumo de MS.

Os coeficientes de digestibilidade totais da MS, MO, EE, FDN, FDNcp, CT e o teor de NDT apresentaram um comportamento linear negativo, enquanto os de PB e CNFcp comportamento quadrático (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias de quadrados mínimos para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e nutrientes em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas

	Nível de substituição (% MN)					Efeito		
Item	0	30	60	90	EPM	L	Q	C
MS	76,96	75,52	71,56	70,49	1,43	0, 004[1]	0, 396	0, 042
MO	75,69	75,11	69,34	68,94	1,67	0, 014[2]	0, 778	0, 078
PB	75,79	78,46	76,46	79,24	1,86	0,239	0, 022[3]	0, 764
EE	76,49	74,84	70,99	67,80	1,73	0, 002[4]	0, 368	0, 085
FDN	65,18	61,09	51,51	50,19	3,97	0, 003[5]	0, 322	0, 094
FDNcp	66,59	62, 60	57,76	52,83	2,44	0, 001[6]	0, 184	0, 011
CNFcp	95,95	94,89	92,89	94,77	1,17	0,447	0, 035[7]	0, 127
CT	74,50	71,62	65,68	64,16	1,65	0, 0001[8]	0, 124	0, 003
NDT	83,82	80,96	75,36	72,87	1,82	0, 0002[9]	0, 163	0, 004

Equação de regressão

[1] $\hat{Y}$= (79,29 ± 0,71) *- (0,11 ± 0,13) X *
[2] $\hat{Y}$= (76,99 ± 0,84) * - (0,09 ± 0,01) X *
[3] $\hat{Y}$= (79,39 ± 0,35) *+ (0,04 ± 0,02) X *** - (0, 0007 ± 0, 0002) X^2 **
[4] $\hat{Y}$= (78,94 ± 0,71) *- (0,11 ± 0,13) X *
[5] $\hat{Y}$= (66,62 ± 1,77) * - (0,17 ± 0,03) X *
[6] $\hat{Y}$= (68,08 ± 0,43) * - (0,02 ± 0, 008) X *
[7] $\hat{Y}$= (98,39 ± 0,35) * - (0,18 ± 0,02) X * + (0, 002 ± 0, 0002) X^2*
[8] $\hat{Y}$= (77,37 ± 0,59) * - (0,18 ± 0,01) X *
[9] $\hat{Y}$= (86,64 ± 0,77) *- (0,18 ± 0,01) X *

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

Apesar de não ter verificado diferença significativa entre as dietas para o consumo de MS (Tabela 2), foram observadas alterações no coeficiente de

digestibilidade desse componente, que diminuíram linearmente (P<0,05) com o aumento dos níveis de substituição do milho pelo FA. A digestibilidade do alimento está relacionada à relação substrato/enzima e ao tempo de exposição desse substrato aos microrganismos do rúmen (PANCOTI et al., 2007). Dietas com alto teor de alimentos concentrados levam à secreção de menor volume de saliva (ação tamponante que neutraliza o pH ruminal). Isso deve-se à redução das atividades envolvidas no processo de ruminação em consequência da menor efetividade física da fibra (*pellets* da ração), assim evidenciou-se que este fato pode ter sido preponderante em diminuir a digestibilidade da MS, pelo aumento da taxa de passagem.

De forma semelhante, Rodrigues et al. (2008) avaliaram a substituição de milho por polpa cítrica em ovinos e com uma relação volumoso: concentrado de 10: 90 também constataram efeito da inclusão de polpa cítrica sobre essa variável, tendo obtido valores muito próximo ao do presente estudo.

Os valores obtidos para o coeficiente de digestibilidade da MO reduziram linearmente com a inclusão do FA nas dietas experimentais. Isso se deve, provavelmente, às diferenças nas porcentagens de FDA das rações experimentais (Tabela 1), pois esse componente está diretamente relacionado com a digestibilidade do material.

A diminuição linear (P<0,05) da digestibilidade de EE foi acompanhada pela queda linear (P<0,05) do consumo de EE. A menor digestibilidade observada para a dieta contendo 90 % de FA pode ser justificada pela redução da proporção do EE na matéria seca (Tabela 1), que proporcionou menor consumo (Tabela 2) e consequentemente, coeficiente de digestibilidade inferior (Tabela 3).

As digestibilidades da FDN e CT também apresentaram um comportamento linear negativo à medida que aumentaram os níveis de FA na dieta. Figueiredo et al. (2007) relataram que o FA apresenta maior participação de frações fibrosas no conteúdo de carboidratos e isso tende a reduzir a digestibilidade em relação ao milho. Neste estudo, pode-se observar que os resultados de digestibilidade das dietas, contendo FA em substituição ao milho, são condizentes com as afirmações desses autores. No entanto, o coeficiente de digestibilidade da FDN apresentou valores semelhantes aos reportados por Rodrigues et al. (2008), que variaram entre 48 a 61% em dietas para ovinos confinados recebendo elevada proporção de concentrado (90 %).

Os teores de NDT das dietas experimentais decresceram (P<0,05) linearmente com a substituição do milho grão moído pelo FA. Esse fato pode ser explicado pela

redução significativa das digestibilidades da matéria seca e demais nutrientes, que foram menores para os tratamentos com maiores percentuais de farelo de algaroba (Tabela 3). Henrique et al. (2003), que determinaram a digestibilidade e o balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado (80%) e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada, observaram efeito linear positivo para os teores de NDT. Esses autores atribuíram esse aumento ao melhor padrão de fermentação ruminal, devido à presença da pectina na polpa cítrica, que determina um ambiente mais propício, principalmente para a população celulolítica, e maiores relações acetato/propionato. No entanto, nesta pesquisa os resultados obtidos para teores de NDT, contendo níveis crescentes de FA, não condizem com as afirmações desses autores, apesar da algaroba possuir consideráveis valores deste carboidrato.

Segundo a equação ajustada, as digestibilidades máximas de PB e CNFcp foram estimadas com 28,6 e 45,0 % de substituição pelo FA nas dietas experimentais. No entanto, vale ressaltar que os valores encontrados para digestibilidade dos CNFcp são considerados alto, mas fato este desejável, visto que esta fração é facilmente degradada no ambiente ruminal.

As médias referentes ao comportamento ingestivo, bem como as equações de regressão encontram-se na Tabela 4. Não foi observado efeito significativo para os tempos gastos com alimentação (TAL) em função dos níveis de FA nas dietas experimentais, apresentando valor médio de 134,8 minutos/dia (Tabela 4). Rações peletizadas, devido à sua granulometria, são de mais fácies apreensão por parte do animal, necessitando, portanto, de um menor tempo para serem consumidas, assim, a característica das rações podem ter contribuído para a não diferenciação no tempo gasto para ingestão.

O tempo de ruminação (TRU) aumentou linearmente com os níveis de adição do farelo de algaroba, devido aos maiores teores de FDN proporcionados pela elevada participação deste ingrediente na ração. Alterações nos tempos despendidos nas atividades de alimentação e ruminação têm sido frequentemente observadas em trabalhos nos quais as dietas experimentais apresentaram variações nos teores de fibra (BEAUCHEMIN, 1991; CARVALHO et al., 2006). Já para o tempo despendido em ócio (TO), observou-se efeito linear negativo, de acordo com os níveis de substituição pelo FA nas dietas experimentais. Certamente, isso foi observado porque os tempos de ruminação apresentaram respostas inversas.

Tabela 4 – Médias de quadrados mínimos do comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas

	Nível de substituição (% MN)					Efeito		
Item	0	30	60	90	EPM	L	Q	C
TAL (min)	169,2	170,8	165,0	159,2	18,72	0, 661	0, 936	0, 842
TRU (min)	116,6	139,2	181,6	195,2	14,86	0, 036[1]	0, 470	0, 042
TO (min)	1156,0	1130,0	1095,0	1086,6	18,86	0, 043[2]	0, 579	0, 043
TMT (h/dia)	4,76	5,16	5,76	5,72	0,28	0, 099	0, 485	0, 085
NBR (n°/dia)	157,98	197,82	226,06	261,76	27,78	0, 023[3]	0, 279	0, 069
NMM (n°/dia)	9337,7	1175,4	14518,7	14666,7	1607,8	0, 048[4]	0, 393	0, 073

Equação de regressão

[1] $\hat{Y}= (93,7 \pm 7,7)^* + (1,24 \pm 0,14)\ X^*$
[2] $\hat{Y}= (1140,7 \pm 8,9)^* - (0,75 \pm 0,16)\ X\ ^{***}$
[3] $\hat{Y}= (123,4 \pm 7,97)^* + (0,42 \pm 0,14)\ X\ ^{**}$
[4] $\hat{Y}= (6644,3 \pm 499,3)^* + (89,02 \pm 8,89)\ X\ ^*$

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

Entretanto, é importante salientar, que neste estudo, os valores encontrados para os tempos gastos em alimentação e ruminação foram reduzidos, e para ócio (min) foram elevados, provavelmente em razão da utilização da ração na forma peletizada (tamanho de fibra efetiva) e do elevado teor de concentrado na dieta. Como já revisado, alimentos concentrados ou volumosos finamente triturados promovem elevação da taxa de passagem, o que reduz o tempo de permanência da digesta no rúmen. Além disso, o aumento da densidade energética das rações faz com que os animais alcancem rapidamente seus requerimentos, permanecendo assim maior tempo em ócio. Isso se deve ao fato de a baixa concentração de fibra efetiva dietética não ter estimulado a ruminação (VAN SOEST, 1987). Pode-se inferir, por conseguinte, que, com a diminuição da ruminação, a salivação deverá ser reduzida, o que implicaria na não manutenção das condições ruminais e, principalmente, na redução das bactérias fibrolíticas, o que provocaria mudanças significativas no processo digestório, como a produção acentuada de ácido lático e acidose subclínica, entre outros distúrbios metabólicos.

O tempo de mastigação total (TMT) (Tabela 4) em hora/dia não foi influenciado pelos níveis de FA nas dietas, provavelmente, devido à característica das dietas por apresentar reduzido tamanho de partícula e alta taxa de passagem. Todavia, o número de

bolos ruminados (NBR) apresentou comportamento linear positivo em função dos níveis de FA. O NBR é dependente do tempo de ruminação e do tempo gasto para ruminar cada bolo, e o fato de ter ocorrido variação nesses tempos explica a diferença do NBR entre os tratamentos. Da mesma forma, o número de mastigações merícicas (NMM) por dia apresentou comportamento linear crescente à medida que aumentou os níveis de adição do FA, o que pode estar relacionado ao aumento do número de bolos ruminados por dia.

Os períodos de refeição e ruminação (nº/dia) não diferiram pela inclusão de FA na dieta e seus valores médios foram de 9,72 e 6,33 respectivamente (Tabela 5). Alves et al. (2010) avaliaram a inclusão de ureia (0,0; 0,5; 1,0 e 1,5% da matéria seca) em dietas contendo farelo de algaroba para ovinos e também não verificaram diferença nos períodos das atividades de alimentação, ruminação e ócio. Nesta pesquisa, o tempo despendido por período (min) também não foi significativo e refletiu a semelhança no número de período de cada atividade (n°/dia) entre os níveis de FA testado (Tabela 5).

Tabela 5 – Médias dos quadrados mínimos para os consumos de MS e de FDN por refeição (kg), número de períodos, tempo gasto por período de refeição, ruminação e ócio (min), tempo de ruminação e mastigação total de MS e FDN (min/kg), em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas

Item	Nível de substituição FA (% MN)				EPM	Efeito		
	0	30	60	90		L	Q	C
Número de períodos								
Refeição	10,25	9,92	11,08	10,66	2,38	0,733	0,761	0,450
Ruminação	7,33	6,66	8,83	8,82	1,53	0,670	0,691	0,374
Ócio	15,42	14,75	16,92	16,25	3,17	0,681	0,687	0,367
Tempo gasto por período								
Refeição (min)	17,53	18,63	15,92	13,83	1,42	0, 386	0, 579	0, 415
Ruminação (min)	16,54	25,9	21,34	25,48	1,74	0, 262	0, 065	0, 336
Ócio (min)	96,44	89,1	83,14	81,94	11,65	0, 251	0, 555	0, 286
Consumo de MS e FDN/refeição								
MS/refeição (kg)	0, 167	0, 158	0, 167	0, 150	0,04	0, 643	0, 705	1, 000
FDN/refeição (kg)	0, 047	0, 054	0, 056	0, 052	0,05	0, 226	0, 321	0, 188
Tempo gasto com os consumos de MS e FDN								
MS (min/kg)	124,7	131,3	124,1	107,2	14,06	0, 797	0, 715	0, 975
FDN (min/kg)	420,7	392,2	350,8	312,0	41,21	0, 125	0, 599	0, 202

Não houve diferença entre tratamentos no tempo gasto pelos animais para o consumo de MS e FDN (Tabela 5), observando médias de 98,62 e 293,08 min/kg, respectivamente. Esse tempo pode ser influenciado pela composição da dieta, principalmente pela relação volumoso: concentrado que, quando maior for à proporção de concentrado nas dietas pode haver redução nesse tempo de consumo. Alves et al. (2010) forneceram dietas para ovinos em confinamento numa relação volumoso: concentrado 40: 60, e relataram maiores tempos (218,6 e 506,8 min/kg) de consumo para MS e FDN.

Os valores médios para as eficiências de alimentação (g MS/hora e g FDN/hora), expostos na Tabela 6, também não diferiram. Isso ocorreu em resposta às semelhanças nos consumos de matéria seca observados para essas dietas (Tabela 2).

Tabela 6- Médias dos quadrados mínimos da eficiência de alimentação e ruminação (g MS e FDN/hora) em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas

Item	Nível de substituição FA (% MN)					Efeito		
	0	30	60	90	EPM	L	Q	C
Eficiência de Alimentação								
g MS/hora	578,9	562,8	633,1	712,3	267,3	0, 541	0, 888	0, 636
g FDN/hora	172,7	184,8	217,4	240,5	89,03	0, 161	0, 736	0, 217
Eficiência de Ruminação								
g MS/hora	1031,8	767,4	683,6	547,7	318,0	0, 032[1]	0, 193	0, 089
g FDN/hora	308,0	257,8	239,6	188,1	100,9	0, 045[2]	0, 447	0, 302

Equação de regressão

[1]$\hat{Y}$= (888,79 ± 54,13) * - (12,13 ± 0,96) X*

[2]$\hat{Y}$= (290,7 ± 16,96) * - (1,9 ± 0,3) X*

*Significativo (P <0, 0001)

As eficiências de ruminação (g MS/hora e g FDN/hora) foram influenciadas de forma negativa pela inclusão do FA na dieta. Segundo Van Soest (1994), o teor de fibra e a forma física da dieta são os principais fatores que afetam o tempo de ruminação. Como as dietas apresentaram elevações nos teores da FDN, a eficiência de ruminação foi afetada, pois, segundo Dado & Allen (1995), o número de períodos de ruminação aumenta de acordo com o teor de fibra da dieta, o que reflete a necessidade de processamento da digesta ruminal para elevar a eficiência digestiva, fato não observado

neste trabalho, provavelmente devido à baixa efetividade física da fibra com reduzido tamanho de partícula.

As médias referentes à variação de peso corporal, bem como as equações de regressão encontram-se na Tabela 7. O ganho de peso médio diário apresentou comportamento quadrático e o ganho de peso foi maior nos animais do tratamento com 30% de substituição, o que comprovou efeito positivo da inclusão do farelo de algaroba na dieta. O nível de substituição de 47,5 % foi o ponto de máximo ganho de peso estimado dos cordeiros. A média de ganho por período de 15 dias foi de 4,47 kg/animal.

Tabelas 7- Médias dos quadrados mínimos para variação de peso corporal de cordeiros alimentados nos níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas

Item	Nível de substituição FA (% MN)				EPM	Efeito		
	0	30	60	90		L	Q	C
g/dia	297,0	330,0	273,0	292,0	1,07	0, 976	0, 048[1]	0, 604
kg/ período	4,45	4,95	4,09	4,38	0,07	0, 492	0, 214	0, 901

Equação de regressão

[1] $\hat{Y}$= (275,0 ± 20,0) * + (1,9 ± 0, 9) *X - (0, 02 ± 0, 01) X^2*

* Significativo (P<0, 0001)

Dois aspectos são fundamentais para explicar este resultado: um está relacionado à ingestão de MO e o outro à característica das dietas. Apesar de a ingestão de MS, avaliada nas várias formas de expressão não terem sido influenciadas pelos níveis de FA na dieta, houve aumento na ingestão de MO até o nível de 60 % de substituição e, em seguida, um declínio na ingestão no nível de 90 %, o que representa um comportamento quadrático. Os níveis de substituição do milho grão moído pelo FA caracterizam-se por aumento gradativo no teor de FDN das dietas. Quando isso ocorre, espera-se que a ingestão de MS apresente comportamento quadrático (ALLEN, 2000) e que as diferenças em ingestão ocasionem 60 a 90 % das variações no desempenho de animal (MERTENS, 1994). Outro aspecto importante no desempenho de animais é o possível efeito associativo do maior consumo de PB, quando o nível de substituição do milho pelo FA é de 30 % na composição final da dieta.

O ganho de peso médio diário foi superior ao encontrado por Rodrigues et al. (2008), que substituíram o milho pela polpa cítrica peletizada em dietas para ovinos confinados e também verificaram resposta quadrática no ganho médio diário. No

tratamento em que houve a substituição de 33 % do milho por polpa cítrica, os ovinos apresentaram ganho de peso satisfatório (267g /dia).

4. CONCLUSÕES

A adição do farelo de algaroba, substituindo o milho grão moído, em dietas peletizadas com alto teor de concentrado, não altera os consumos de matéria seca e nutrientes digestíveis totais, e reduz o tempo e eficiência de ruminação, devido à baixa efetividade física da fibra.

Recomenda-se a substituição entre 40 a 50% de milho pelo farelo de algaroba em rações peletizadas por proporcionar máximos consumos de matéria orgânica e proteína bruta e maior ganho de peso diário de cordeiros.

5. REFERÊNCIAS

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.

ALVES, E. M. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com farelo da vagem de algaroba associado a níveis de uréia. **Acta Scientiarum,** v. 32, n. 4, p. 439-445, 2010.

ALVES, E. M. **Farelo da vagem de algaroba associado a níveis de ureia na alimentação de ovinos.** 2009, 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. AGRA FNP, n.1, v.14, p.368, 2009.

BARROS, N. N.; VASCONCELOS, V. R.; LOBO, R. N. B. Características de crescimento de cordeiros F1 para abate no semiárido do Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.809-814, 2004.

BEAUCHEMIN, K.A. Effects of dietary neutral fiber concentration and alfafa hay quality on chewing, rumen function, and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.9, p.3140-3151, 1991.

BRAGA, A. P. Composição química e digestibilidade da vagem de algarobeira*(Prosopis juliflora,(SW) DC)* submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Rev. Caatinga**, v.22, n.1, p 257-263, 2009.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.562-568, 2006.

DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitation, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.118-133, 1995.

FIGUEIREDO, M. P.; CRUZ P. G.; COSTA, S. S. et al. Fracionamento dos carboidratos e componentes nitrogenados do farelo e diferentes partes integrantes da vagem de algaroba (*Prosopis juliflora (*Swartz*) D. C).* **Revista Brasileira Saúde Produção Animal,** v.8, n.1, p. 24-31, 2007.

FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S. et al. Desempenho de cordeiros santa inês puros e cruzas santa Inês com texel, ile de france e bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1591-1603, 2004.

HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; LEME, P. R. et al. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.32, n.6, p. 2007–2015, 2003.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento**. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.9, p.1012-1020, set. 2010.

LIZIEIRE, R.S.; SILVA, J.F C.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, O.F. Níveis crescentes de proteína degradada no rúmen de cabras. I. Efeitos sobre consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.552-561, 1990.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728, 2004.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society Agronomy, 1994. p.450-493.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of sheep**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 99p.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington: National Academy Press, 2006, 362p.

NUNES, H.; ZANINE, A.M.; MACHADO, T.M.M.; CARVALHO, F.C. Alimentos alternativos na dieta de ovinos. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.15, p.141-151, 2007.

OLIVEIRA, C. A. S. **Farelo da vagem de algaroba em dietas de cabras em lactação.** 2009, 48p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

PANCOTI, C.G.; CAMPOS, M.M.; BORGES, A.L.C.C. et al. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, e consumo de matéria seca digestível de dietas de cana-de-açúcar sem ou com adição de óxido de cálcio com diferentes níveis de inclusão de uréia em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).

PEREIRA, T.C.J.; PEREIRA, M.L.A.; ALMEIDA, P.J et al. Feno de alfafa associado ao farelo da vagem de algaroba em substituição ao milho em dietas peletizadas sobre o potencial hidrogeniônico ruminal de ovinos Dorper. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2010, Salvador. **Anais**... Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010. (CD-ROM).

POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B. et al. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia, v.25, n.5, p.987-993, 1996.

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

RIBASKI, J.; DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA,V.R. et al. Algaroba *(Prosopis juliflora)*: Árvore de Uso Múltiplo para a Região Semiárida Brasileira. Colombo, PR, 2009. (COMUNICADO TÉCNICO, 240).

RODRIGUES, G. H.; SUSIN, I; PIRES, A.V. et al. C. Polpa cítrica em rações para cordeiros em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1869-1875, 2008.

RODRIGUES, G. H; SUSIN, I; PIRES, A.V. et al. Substituição do milho por polpa cítrica em rações com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados. **Ciência Rural,** v.38, n.3, n.3, p.789-794, mai-jun, 2008.

SANTOS, A. B. **Farelo da vagem de algaroba associado a fontes protéicas em dietas de cabras lactantes.** 2010, 91p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System. **User's guide**. Cary: SAS Institute, 2006.

SILVA, T.V.B.S; PEREIRA, M.L.A.; ALMEIDA, P.J et al. Consumo e Variação do Peso Corporal de Ovinos alimentados com Farelo de Vagem de Algaroba. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais**... Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA. S. A.; SOUZA, A. G.; CONCEIÇÃO, M. M. *et al*. Estudo termogravimétrico e calorimétrico da algaroba.***Química Nova.*** V.24, n.4, p.460-464, 2001.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

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

VAN SOEST, P.J. Interactions of feeding behavior and forage composition. In: **International Conference on Goats**, 4, 1987, Brasília. Proceedings... Brasília, p.971-87, 1987.

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

VAN SOEST, P. **Nutritional ecology of the ruminants.** Corvallis: OB Books Inc., 1982. 374p.

VÉRAS, R.M.L.; FERREIRA, M.A.; ARAÚJO, C.V. et al. Substituição do milho por farelo de palma forrageira em dietas de ovinos em crescimento. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.249-256, 2005.

WALDO, D.R. Symposium: Forage utilization by the lactating cow. Effect of forage quality on intake and forage concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.2, p.617-631, 1986.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. Proceedings… Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

CAPÍTULO 2

Substituição do milho pelo farelo de algaroba em rações peletizadas com alto teor de proteína bruta para cordeiros: metabolismo e excreção urinária de compostos nitrogenados

RESUMO

Objetivou-se avaliar a excreção de ureia, o balanço de nitrogênio e a síntese de proteína microbiana, por meio dos derivados de purina na urina, utilizando duas metodologias, bem como avaliar as razões de derivados de purina, ureia e compostos nitrogenados com a creatinina, obtidos utilizando a coleta de urina *spot*, em intervalos de 4 horas, em cordeiros alimentados com farelo de algaroba (0; 30; 60 e 90 %) em substituição ao milho em dietas peletizadas. Foram utilizados quatro cordeiros Santa Inês x Dorper, com peso corporal médio de 22,0 ± 1,3 kg. Os animais foram distribuídos em Quadrado Latino 4 x 4, constituídos de quatro períodos e quatro tratamentos, recebendo dietas peletizadas compostas por 30 % de feno de alfafa e 70 % de concentrado. O período experimental teve duração de 48 dias, dividido em 4 períodos de 12 dias de duração de cada. As excreções de ureia e nitrogênio ureico na urina (g/dia) e a concentração de nitrogênio ureico no plasma (mg/dL) não foram influenciados (P>0,05) pelos níveis de farelo de algaroba na dieta. Da mesma forma, o balanço de nitrogênio, N-digerido, e as perdas de N pela urina não diferiram em função das dietas. O volume urinário (1,33 L), excreção de derivados de purinas totais (81,84 mmol/dia) e de purinas absorvidas (97,48 mmol/dia), e a síntese de proteína microbiana (442,94 g/dia) também não foram afetados (P>0,05) pelos níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba nas dietas experimentais. A taxa de filtração glomerular (TFG) sofreu alterações (P<0,05) em função dos níveis de adição do farelo de algaroba nas dietas experimentais. A excreção de derivados de purina, nitrogênio ureico, nitrogênio total e as razões das concentrações derivados de purina e nitrogênio total: creatinina nas amostragens pontuais de urina manteve-se constante ao longo de 24 horas, entretanto, foram observadas diferenças significativas entre as dietas experimentais. A obtenção de apenas uma amostra representativa ao ciclo de 24 horas, 4h00 após a primeira alimentação matinal, é a mais indicada para as estimativas de síntese de proteína microbiana.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, creatinina, derivados de purina, síntese de proteína microbiana

CHAPTER 2

Substitution of corn by mesquite pod meal in pellet diets for lambs: nitrogen compounds metabolism

ABSTRACT

The work was conducted with the objective of evaluating the excretion of urea, nitrogen balance and microbial protein synthesis, by means of purine derivatives in urine using two methods and also, evaluating the reasons of purine derivatives, urea and nitrogenous compounds with creatinine, obtained using the spot urine collection, at intervals 4 hours, in lambs fed with mesquite pod meal in substitution of corn in diet pelleted. We used four lambs Santa Inês x Dorper, with average body weight of 23.0 ± 0.5 kg. The animals were distributed in one Latin Squares 4 x 4, during a four experimental periods of 12 days each, being 10 day adaptation period and two days of data collections. The excretion of urea and nitrogen urea in urine the and nitrogen urea concentration in the plasma were not affected (P>0.05) by use of mesquite pod meal in the diet. Similarly, nitrogen balance, N digested and losses N in urine did not differ (P>0.05) according to the diets. Urinary volume (1.33 L), total excretion of purine derivatives (81.84 mmol/day), absorbed purines (97.48 mmol/day) and microbial protein synthesis (442.94 g/day) also were not affected by increasing the levels of substitution of corn by mesquite in diet. The glomerular filtration rate (GFR) was changed (P<0.05) according level of addition of mesquite meal in experimental diets. The excretion of purine derivates, urea nitrogen, total nitrogen and concentration reasons of purine derivates and total nitrogen: creatinine in urine was constant over a 24 hour period, however there were significant differences between the experimental diets. Obtaining a sample of the urine, after 4:00 a.m. the morning feeding is best for estimating microbial protein synthesis.

Key Words: nitrogen balance, creatinine, purine derivatives, microbial protein synthesis

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o conforto animal tem recebido destaque na comunidade mundial, impulsionando mudanças nos experimentos envolvendo animais, resultando em crescente procura por métodos de coletas não invasivas. Assim, tem aumentado o interesse pela substituição de métodos traumáticos que requerem a utilização de animais cirurgicamente adaptados, por procedimentos alternativos práticos como os que envolvem coletas de amostras de sangue e/ou de urina.

A avaliação do balanço de nitrogênio no animal e da concentração de ureia no soro e na urina permite a obtenção de informações a respeito da nutrição proteica dos ruminantes, o que pode ser importante para evitar prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais, decorrentes do fornecimento de quantidades excessivas de proteína ou da inadequada sincronia energia-proteína no rúmen (PESSOA et al., 2009).

O uso de derivados de purinas (DP) para estimar a síntese de proteína microbiana tem sido uma alternativa às técnicas invasivas. O método de excreção de DP assume que o fluxo duodenal de ácidos nucleicos é, predominantemente, de origem microbiana e, após a digestão intestinal e absorção, as bases purinas são metabolizadas e os seus derivados são proporcionalmente recuperados na urina, principalmente na forma de alantoína, mas também como hipoxantina, xantina e ácido úrico (PEREZ et al., 1996).

No entanto, o método apresenta ainda o inconveniente da necessidade de coleta total de urina, visto que o tempo de coleta para reduzir os erros, em virtude da variação na produção de urina, deve ser de no mínimo cinco dias de coleta (CHEN & GOMES, 1992). Dados da literatura mostram variações de 24 horas até nove dias, portanto, além de trabalhoso, bastante desconfortável para o animal e pode interferir em outras variáveis.

Na tentativa de simplificar a obtenção de dados experimentais e eliminar o desconforto causado por gaiolas de metabolismo e catéteres utilizados na coleta total, amostragens de uma única coleta de urina *(spot)* são realizadas e a creatinina na urina tem sido utilizada como indicador para estimar o volume urinário.

A creatina é uma substância sintetizada nos músculos e seu metabólito (creatinina) pode ser excretado pela urina, em função relativamente constante ao peso corporal (VALADARES et al., 1997). Sendo assim, uma vez determinada a excreção diária de creatinina em relação ao peso do animal e, considerando esta concentração

constante ao longo do dia, é possível estimar o volume urinário excretado a partir da concentração de creatinina em apenas uma amostra de urina coletada de um animal de peso conhecido. Entretanto, existem dúvidas sobre possíveis variações na excreção de derivados de purina em função do tempo, o que inviabilizaria a obtenção de amostra *spot* a qualquer hora do dia (SANTOS, 2011).

Estudos avaliando a sensibilidade da coleta *spot* de urina em pequenos ruminantes são escassos e os poucos trabalhos que se encontram na literatura têm demonstrado baixa acurácia da coleta de urina por amostragem. Pereira et al. (2008), em pesquisa com cabras lactantes, compararam as metodologias de coleta (total e *spot*) e concluíram que a coleta *spot* de urina apresenta pouca representatividade ao ciclo de 24 horas, sendo necessários mais estudos para sua validação.

Nesse contexto, e por serem escassos estudos envolvendo cordeiros, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da substituição do milho pelo farelo de algaroba sobre a excreção de ureia, o balanço de nitrogênio e a estimativa da síntese de proteína microbiana, por meio dos derivados de purinas na urina, utilizando duas metodologias, bem como avaliar as razões de derivados de purinas, ureia e compostos nitrogenados com a creatinina, obtidos utilizando a coleta *spot* de urina em intervalos de 4 horas, no ciclo de 24 horas, em cordeiros alimentados com dietas peletizadas.

2. MATERIAL E METÓDOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensaios Nutricionais de Ovinos e Caprinos da Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos da UESB - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Itapetinga-BA, localizada a 15º 09' 07" de latitude sul, 40º 15' 32" de longitude oeste, precipitação média anual de 800 mm, temperatura média anual de 27ºC e com altitude média de 268 m. A coleta de dados no campo ocorreu entre os meses de janeiro a fevereiro de 2010.

Foram utilizados quatro cordeiros Santa Inês x Dorper, machos não castrados, com idade média de quatro meses e com peso corporal médio ao início do experimento de 22,0 ± 1,3 kg. Os animais foram identificados com brincos numerados, vermifugados e confinados em gaiolas metabólicas de 1,0 x 0,80 m (0,80 m²) com piso ripado, com acesso a comedouros e bebedouros individuais, distribuídos em quadrado latino (QL) balanceados 4 x 4, com quatro tratamentos e quatro repetições. O experimento teve duração de 48 dias, sendo compostos de quatro períodos de 12 dias cada (dez de adaptação às dietas e dois para coleta de amostras).

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas (21% PB) e de modo a permitir taxa de ganho de peso de 300 g/dia, conforme recomendação do NRC (2006). Os tratamentos testados constituíram em dietas peletizadas com níveis de substituição do milho grão moído pelo farelo de algaroba (0; 30; 60 e 90 %) na dieta total, sendo compostas de 30 % de feno de alfafa e 70 % de concentrado. Na tabela 1, encontram-se as proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

As rações peletizadas foram produzidas pela empresa RIOCON® (Fazendas Reunidas Rio de Contas Ltda), situada no distrito de Catingal, pertencente ao município de Manoel Vitorino – Bahia.

O farelo de algaroba (FA) foi obtido após a colheita, realizada por catação, seguido da trituração. A trituração foi feita em maquinário apropriado, tipo betoneira e antecedeu a secagem do material. Utilizou-se secador da marca D'Andrea®, em que o material permaneceu por aproximadamente 10 horas em temperatura média de 60ºC até a obtenção de 7 a 10% de umidade. Após essa fase, ocorreu a moagem com moinho Koopers® para a obtenção do farelo. Posteriormente, com os demais ingredientes que constitui cada tratamento experimental, foram acondicionados na matriz de peletização, sendo comprimidos pela ação dos rolos compressores para a formação dos *pellets*, com espessura de 3/16 mm.

Tabela 1 – Composição e concentração dos nutrientes das dietas experimentais

Ingredientes (g/kg MS)	% Níveis de substituição do milho pelo FA			
	0	30	60	90
Milho grão	480,0	336,0	192,0	48,0
Farelo de algaroba	0,0	144,0	288,0	432,0
Farelo de soja	210,0	210,0	210,0	210,0
Feno de alfafa	300,0	300,0	300,0	300,0
Mistura mineral*	10,0	10,0	10,0	10,0
Total	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**
Nutrientes (g/kg MS)				
Matéria seca	894,3	884,3	890,8	888,4
Matéria orgânica	921,1	918,6	923,1	922,0
Proteína bruta[1]	215,5	205,0	224,8	236,0
PIDN	85,6	105,7	79,2	83,0
PIDA	15,6	18,2	19,3	19,1
Extrato etéreo	88,4	84,7	80,7	71,8
Carboidratos totais	584,5	620,8	617,3	613,0
Carboidratos não fibrosos	314,2	304,8	272,3	266,0
CNF_{CP}	338,8	315,4	317,5	311,2
Fibra em detergente neutro	288,8	316,0	345,0	351,5
FDN_{CP}	253,3	280,4	312,5	314,4
Fibra em detergente ácido	199,0	233,4	262,6	264,0
Lignina	67,6	81,1	84,3	80,2
Matéria mineral	78,8	81,35	76,8	78,0

[1/] Valores em g/kg da proteína bruta. PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA: proteína insolúvel em detergente ácido; FDNcp: Fibra em detergente neutro isenta de cinza e proteína; CNFcp: carboidratos não fibrosos corrigidos para cinza e proteína.* Composição da mistura mineral: Zinco: 3.800,00 mg; Sódio: 47,00 g; Manganês:1.300,00 mg; Cobalto: 40, 00 mg; Ferro: 1.800,00 mg Cobre: 590,00 mg; Enxofre: 18,00 g; Selênio:15,00 mg; Iodo: 80,00 mg; Cromo: 20,00 mg; Molibdênio:300,00 mg; Cálcio: 120,00 g; Flúor (máx.): .870,00 mg; Fósforo:87,00 g.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 07h00min e 15h00min, *ad libitum*, de modo a permitir de 5 a 10 % de sobras como margem de segurança. Para efeito de avaliação do consumo de nitrogênio, foram considerados os alimentos fornecidos e sobras durante os dois dias de coleta de cada período experimental. O consumo de nitrogênio foi calculado pela diferença entre o oferecido e as sobras. Para

avaliação do consumo de água, o volume oferecido foi mensurado e, após 24 horas, a sobra de água foi medida, na qual, através de subtração da água oferecida, chegou-se ao valor consumido. Esses procedimentos foram feitos durante os cinco últimos dias de cada período experimental. No período de coleta, do 11º ao 12º dia do experimento, amostras dos alimentos fornecidos e das sobras de cada animal foram coletadas, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20º C para posteriores análises laboratoriais. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental, para estimar os compostos nitrogenados em percentagem do peso corporal.

Amostras dos alimentos fornecidos e sobras de cada animal foram moídas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm), sendo os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), celulose, hemicelulose e lignina (H_2SO_4 72% p/p), obtidos seguindo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro isenta de cinza e proteína (FDNcp) foi realizada segundo recomendações de Mertens (2002).

A concentração dos carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT\ (\%\ MS) = 100 - (\%\ PB + \%\ EE + \%\ cinza).$$

A concentração dos carboidratos não fibrosos corrigidos para cinza e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo:

$$CNFcp\ (\%\ MS) = (100 - \%\ FDNcp - \%\ PB - \%\ EE - \%\ cinza).$$

A coleta de fezes foi feita por duas amostragens dos animais, durante dois dias (07h00min e 15h00min) entre o 11° e 12° dia de cada período experimental. A coleta efetuada em cada período, por animal, foi realizada com o auxílio de bolsas coletoras de napa adaptadas aos animais. As fezes foram pesadas pela manhã e tarde, e retirados aproximadamente 10 % do total. As amostras de fezes foram pré-secas, moídas em moinho de faca com peneira de malha de 1,0 mm, posteriormente, foram feitas amostras compostas por dia para cada animal.

A coleta de sangue na veia jugular foi realizada, no 11° dia, quatro horas após o fornecimento da alimentação da manhã, utilizando-se tubos (*VacutainerTM*) de 5 mL com EDTA. Em seguida, as amostras de sangue foram transferidas para o laboratório, centrifugadas a 3.500 rpm por 10 minutos, e o plasma, acondicionado em tubos

Ependorf, foi mantido congelado (-20 °C) até a realização das análises de ureia e creatinina.

No 12º dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de urina de quatro em quatro horas, após o fornecimento do alimento, ao longo de um período de 24 horas. Neste caso, a amostragem foi feita da urina excretada espontaneamente que estivesse presente no recipiente de coleta (sem ácido) em cada intervalo de aproximadamente quatro horas, sendo o restante sempre reservado para obtenção do volume total de urina, que foi realizado no mesmo dia. Ao final do período de 24 horas, o volume coletado das amostragens também foi considerado para obtenção do volume total de urina.

Alíquotas de 10 mL das amostras, obtidas com as coletas por amostragem, foram diluídas em 40 mL de H_2SO_4 a 0, 018 M. Para coleta de urina total, em cada recipiente foram adicionados 100 mL de H_2SO_4 a 20% e, ao final de cada coleta, foi pesada, homogeneizada e filtrada em gaze, retirando uma alíquota de 10% do volume diário em cada período. Estas amostras foram elaboradas com pH abaixo de três para evitar a destruição bacteriana dos metabólitos presentes na urina e, logo após, foram armazenadas a -20 ºC, as quais foram destinadas à quantificação das concentrações urinárias de ureia, nitrogênio total, creatinina, alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina.

A excreção diária de creatinina (mg/kg de PC) foi obtida como: CCT (mg/L) x VU (L) / PC (kg);

Em que: CCT = concentração de creatinina (mg/L) na amostra de urina (coleta total); VU = volume urinário médio obtido no período de 24 horas; PC = peso corporal do animal (kg).

As concentrações de ácido úrico na urina, creatinina e ureia na urina e plasma foram determinadas utilizando-se *kits* comerciais (Bioclin®). A conversão dos valores de ureia em nitrogênio ureico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667. Os teores urinários de alantoína, xantina e hipoxantina foram determinados por intermédio de métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen & Gomes (1992), sendo o teor de nitrogênio total obtido pelo método de Kjeldhal (SILVA & QUEIROZ, 2002).

Nas amostras de urina, obtidas a cada 4 horas, foram calculadas as razões das concentrações de derivados de purina, nitrogênio ureico e compostos nitrogenados totais com a de creatinina (DP: C, NU: C, NT: C).

O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado com: N-retido = N ingerido (g) – N nas fezes (g) – N na urina total (g).

A excreção de derivados de purinas totais (PT) foi obtida pela soma das quantidades de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina excretadas na urina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de derivados de purinas totais (Y, mmol/dia), por meio das equações propostas por Chen & Gomes (1992), para ovinos:

$$Y = 0,84X + (0,150\ PV^{0,75}\ e^{-0,25X})$$

Em que: Y é a excreção de derivados de purinas (mmol/dia); e X corresponde às purinas microbianas absorvidas (mmol/dia).

O fluxo intestinal de N microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (X, mmol/dia), segundo a equação descrita por Chen & Gomes (1992):

$$NM = \frac{X\ (mmol/d) \times 70}{0,83 \times 0,116 \times 1000} = 0,727X$$

Assumindo-se a digestibilidade de 0,83 para as purinas microbianas, a relação 0,116 de N purina: N total e o conteúdo de N das purinas de 70 mg N/mmol.

A eficiência de síntese de proteína microbiana foi obtida por meio da divisão da síntese de proteína microbiana (g/dia) com o consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia).

As concentrações de creatinina, obtida por meio da coleta total de urina, foram submetidas à análise de variância que incluiu o efeito dos animais, dos períodos e das dietas. As concentrações de creatinina e as excreções de derivados de purinas, nitrogênio total e as razões das concentrações de derivados de purina, nitrogênio ureico e nitrogênio total com a creatinina, obtida ao longo do dia, foram submetidas à análise de regressão em relação ao tempo de coleta para cada tratamento.

A comparação entre as excreções urinárias dos derivados de purinas, nitrogênio total e nitrogênio ureico e as razões de suas concentrações e de creatinina das amostras *spot* de urina com a coleta de urina de 24 horas, foi realizada por contraste. Todas as análises foram feitas utilizando-se o programa estatístico Mixed Procedure (PROC MIXED) do pacote estatístico SAS (2006).

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se ausência de efeito dos níveis de farelo de algaroba nas dietas (P>0,05) para a excreção de ureia e nitrogênio ureico na urina, concentração de nitrogênio ureico no plasma e excreção fracional de ureia (Tabela 2). Acredita-se que a semelhança da fonte proteica e teor energético das dietas (isoenergética), podem ter contribuído para a ausência desses efeitos neste estudo.

Tabela 2- Médias de quadrados mínimos para a excreção de ureia e nitrogênio ureico na urina, concentração de nitrogênio no plasma, excreção fracional e *clearance* de ureia em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas

Item	Nível de substituição (% MN)				EPM	Efeito		
	0	30	60	90		L	Q	C
	Ureia na urina							
g/dia	19,42	15,16	17,08	18,06	3,06	0, 866	0, 374	0, 583
mg/kg PC	718,37	548,07	642,97	657,68	98,2	0, 846	0, 365	0, 447
mmol/kgPC^{0,75}	11,85	9,04	10,61	10,85	1,62	0, 846	0, 365	0, 447
	Nitrogênio ureico na urina							
g/dia	9,06	7,07	7,97	8,43	1,43	0, 868	0, 374	0, 583
mg/kg PC	355,26	255,79	300,08	306,94	45,8	0, 846	0, 365	0, 447
mmol/kgPC^{0,75}	5,53	4,22	4,95	5,06	0,76	0, 846	0, 365	0, 446
	Nitrogênio ureico no plasma							
mg/dL	20,59	20,81	20,83	21,09	1,40	0, 766	0, 986	0, 927
	Excreção fracional de ureia							
%	26,28	24,01	23,07	26,62	5,59	0, 997	0, 563	0, 887
	Clearance de ureia							
mL/min/kg PC	0,51	0,40	0,46	0,46	0,09	0, 829	0, 477	0, 532

Com relação aos níveis de nitrogênio ureico sérico, os teores encontrados em ovinos tendem a ser sempre mais altos que dos bovinos. Nos bovinos, estes teores variam de 8,4 a 27,2 mg/dL (BUTLER et. al., 1996). As concentrações de nitrogênio ureico no plasma não foram afetadas (P>0,05) pelos níveis crescentes de FA, apresentando média de 20,60 mg/dL. De forma geral, os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com os relatados por Oliveira (2009) que, avaliando a substituição do milho pelo farelo de algaroba nos níveis de 0,0; 33,3; 66,7 e 100 %, em dietas de cabras no terço inicial de

lactação, não observou efeitos sobre a concentração de nitrogênio ureico no plasma com média 13,48 mg/dL. Da mesma forma, Santos (2011), não verificou efeito na concentração de nitrogênio ureico no plasma, quando associaram o farelo de algaroba com fontes proteicas da dieta e encontraram média 12,55 mg/dL. Vale ressaltar que, neste estudo, as dietas foram formuladas com teor médio de 21,0 % de PB, superior aos experimentos citados acima (9,4 % e 10,3 % da matéria seca, respectivamente), possivelmente, este fato explica numericamente a maior concentração de nitrogênio ureico no plasma observado nesta pesquisa.

A concentração plasmática de nitrogênio ureico em ruminantes está diretamente relacionada com os teores dietéticos de proteína bruta (BRODERICK & CLAYTON, 1997; JONKER et al., 1998; NOUSIAINEN et al., 2004) e tem sido usada para obtenção de informações sobre o perfil nutricional proteico dos animais. Nesse sentido, a concentração sérica de ureia está relacionada à utilização da proteína bruta da dieta e maiores concentrações podem caracterizar ineficiência na utilização da proteína e maiores perdas de energia. As concentrações plasmáticas de nitrogênio ureico, apresentados na Tabela 2, demonstram que o teor proteico usado nas rações foi suficiente para atender a demanda de nitrogênio dos animais, sem perdas excessivas na urina.

Neste estudo, a excreção diária de ureia na urina refletiu a concentração de nitrogênio ureico no plasma, confirmando as afirmações de Harmeyer & Martens (1980); Magalhães et al. (2005); Pereira et al. (2009) e Pessoa et al. (2009) de que a quantidade de ureia excretada na urina é influenciada principalmente pela sua concentração no plasma, demonstrando, assim, que os animais alimentados com dieta à base de farelo de algaroba não apresentaram alteração nas excreções de ureia na urina.

As excreções fracionais de ureia foram estatisticamente semelhantes ($P>0,05$) entre as dietas experimentais com média de 24,99 % (Tabela 2). Isso indica que a porcentagem de reabsorção de ureia (75,01 %) foi constante, sendo possível pressupor que as dietas experimentais não variaram quanto ao fornecimento de proteína digestível aos animais. Esses resultados são consistentes com Valadares et al. (1997), os quais relataram que a excreção fracional de ureia varia com a ingestão de PB.

Estudos recentes avaliando a excreção fracional de ureia em cordeiros são escassos, sendo assim, Tebot et al. (2002) avaliaram diferentes níveis de proteína bruta para ovinos e observaram uma redução de 57 % no conteúdo de proteína da dieta foi capaz de reduzir a excreção de ureia na urina em 84 %, o que permitiu produção similar

de nitrogênio microbiano entre tratamentos. Os autores afirmaram ainda que essa grande recuperação de ureia foi possível através de reduções no fluxo plasmático renal e na taxa de filtração glomerular, bem como aumento na reabsorção de ureia nos túbulos renais. De forma semelhante, Marini et al. (2004), trabalhando com níveis de nitrogênio na dieta de cordeiros, observaram constante depuração de creatinina na urina entre as diferentes dietas, porém, a depuração urinária de nitrogênio ureico aumentou linearmente com a elevação de nitrogênio na dieta.

Os resultados obtidos para nitrogênio ingerido e excretado, na urina e nas fezes, bem como o balanço de nitrogênio encontram-se na Tabela 3. Apesar das dietas experimentais fornecidas terem sido formuladas para serem isonitrogenadas, observou-se diferença significativa ($P<0,05$) no processo seletivo de ingestão de nitrogênio entre os tratamentos avaliados e, com base na regressão, estimou-se que a ingestão máxima de nitrogênio, expresso em g/dia, aconteceria quando o nível de substituição do milho grão moído pelo FA fosse de 65 %.

Aumento nos teores de PB da ração, no tipo de fonte de nitrogênio utilizado e na proporção volumoso: concentrado pode refletir na relação entre o N excretado pelas vias urinária e fecal, como mostra a literatura. No presente trabalho, os valores de N para as perdas de nitrogênio foram próximas entre as vias urinária e fecal, respectivamente, de 34,63 e 32,39 % do nitrogênio ingerido (NI), provavelmente, devido às rações apresentarem alto teor de alimentos concentrados e conter em média 21,0 % de PB na MS.

Diminuição na proporção de compostos nitrogenados fecais, à medida que a ingestão de N aumenta, foi observada por Broderick (2003). Alves (2009), trabalhando com ovinos recebendo dietas isoproteicas (12,3 % de PB na MS) com fonte de N inorgânico (ureia), contendo farelo de algaroba, observou maior excreção de N via urina (37,65 % do NI) que nas fezes (29,72 % do NI). Provavelmente, o excesso de amônia, resultante da rápida hidrólise ruminal da ureia e sua posterior absorção pelas paredes do rúmen, aumentou a excreção de N pela urina, na forma de ureia. Também, Zeoula et al. (2006) observaram maior excreção de N urinário em relação ao N fecal, utilizando diferentes teores de proteína degradável no rúmen (35,70 e 20,36 % do NI), respectivamente, em cordeiros recebendo rações em média com 14,0 % de PB na MS.

Tabela 3- Média dos quadrados mínimos do balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas

Item	Nível de substituição (% MN)				EPM	Efeito		
	0	30	60	90		L	Q	C
	Nitrogênio Ingerido							
(g/dia)	37,57	44,09	47,31	46,80	5,05	0, 001	0, 028[1]	0, 937
(g/kg PC)	1,41	1,60	1,76	1,69	0,12	0, 005[2]	0, 044	0, 372
(g/kg PC ^{0,75})	3,21	3,67	4,00	3,87	0,30	0, 004[3]	0, 037	0, 499
	Nitrogênio na urina							
(g/dia)	15,64	14,89	15,86	13,86	2,51	0, 574	0, 761	0, 544
(g/kg PC)	0,60	0,54	0,57	0,51	0,08	0, 421	0, 984	0, 494
(g/kg PC ^{0,75})	1,36	1,23	1,31	1,17	0,18	0, 467	0, 945	0, 526
	Nitrogênio nas fezes							
(g/dia)	9,94	14,29	14,95	18,31	3,44	0, 028[4]	0, 828	0, 543
(g/kg PC)	0,38	0,52	0,56	0,65	0,11	0, 037[5]	0, 768	0, 643
(g/kg PC ^{0,75})	0,86	1,19	1,27	1,50	0,26	0, 033[6]	0, 768	0, 643
	Nitrogênio digerido							
(g/dia)	27,62	29,80	32,36	28,49	4,08	0, 664	0, 276	0, 569
% N ingerido	72,97	67,14	68,91	62,63	5,61	0, 203	0, 961	0, 474
	Nitrogênio retido							
(g/dia)	11,98	14,92	16,50	14,63	4,01	0, 428	0, 375	0, 858
% N ingerido	28,75	33,54	36,23	30,26	7,42	0, 689	0, 201	0, 715
% N digerido	38,90	49,65	51,93	46,14	9,5	0, 345	0, 159	0, 988

Equação de regressão

[1] $\hat{Y}$= (44,84 ± 1,06)* + (0,26 ± 0,06) X ** – (0, 002 ± 0, 0006) X^2 **

[2] $\hat{Y}$= (1,51 ± 0,05)* + (0, 003 ± 0, 0009) X ***

[3] $\hat{Y}$= (3,52 ± 0,13)* + (0,006 ± 0,002) X ***

[4] $\hat{Y}$= (10,71 ± 1,25)* + (0,05 ± 0,02) X ****

[5] $\hat{Y}$=(0,427 ± 0,29)

[6] $\hat{Y}$=(0,993 ± 0,07)

*Significativo (P<0, 0001); ** (P<0, 001); *** (P<0,01); **** (P<0,05)

Em relação às perdas de N pelas fezes, observou-se efeito linear positivo à medida que aumentou a inclusão do farelo de algaroba nas dietas experimentais. Esse fato era esperado, visto que à medida que aumenta o teor de FA nas dietas, aumenta o teor de PIDA (Tabela 1).

As médias do nitrogênio digerido (g/dia e % do ingerido) foram estatisticamente semelhantes (P>0,05), com valor médio observado de 29,57 g/dia e 67,91 % do nitrogênio ingerido (Tabela 3). O resultado obtido foi superior ao observado por Santos (2011) de 16,9 g/dia e 53,1 % do nitrogênio ingerido, em cabras alimentadas com farelo de algaroba associada a diferentes fontes proteicas e contendo 10,3 % de PB. Vale ressaltar que o nitrogênio digerido é um parâmetro estimado através da diferença entre o nitrogênio consumido e excretado nas fezes, sendo assim, pode-se avaliar a qualidade das proteínas de uma dieta que é utilizada pelo corpo do animal.

Para avaliação do balanço de nitrogênio deste experimento, é importante considerar a composição das dietas, pois o elevado teor de PB, aliada à grande quantidade de carboidratos prontamente disponíveis no rúmen (amido do milho e pectina da algaroba), pode ter proporcionado melhor utilização da fonte de proteína e maior retenção de nitrogênio.

Verificou-se balanço de nitrogênio (N retido) positivo para todos os tratamentos, porém, este não foi influenciado pelos níveis de substituição do milho grão moído pelo FA, sendo o valor médio de N-retido de 14,51 g/dia e em relação ao N ingerido e digerido, 32,19 e 46,65 %, respectivamente. O balanço de nitrogênio positivo demonstra tendência a um equilíbrio entre proteína e energia das dietas. No atual experimento, foram encontrados valores consideráveis para a retenção de nitrogênio, o que pode ser explicado pelo fato de os animais estarem em crescimento e, portanto, necessitarem de quantidades altas de nitrogênio para a formação de seus tecidos.

O resultado de retenção de nitrogênio, obtidos nesta pesquisa, foi superior ao relatado por Tripathi et al. (2007) ao testarem níveis de concentrado, verificaram que o balanço de nitrogênio aumentou em função do aumento de concentrado na dieta, e mostraram valores de ingestão de nitrogênio de 23,9 e retenção de 12,2 g/dia e aproveitamentos de 51 e 72,9 %, respectivamente, em relação ao ingerido e ao absorvido para cordeiros recebendo concentrado numa proporção de 80 % da dieta.

A partir das amostras de coleta total de urina, durante um período de 24 horas, foi mensurado o volume urinário total por animal e, estatisticamente, a excreção urinária não diferiu entre os níveis de farelo de algaroba ($\hat{Y} = 1,33L$; P>0,05).

As excreções de alantoína, ácido úrico, xantina-hipoxantina, derivados de purinas totais e as purinas microbianas absorvidas não foram influenciadas (P>0,05) com níveis de substituição do milho pelo FA nas dietas experimentais (Tabela 4). A

produção microbiana de N e PB também não foram influenciadas (P>0,05) pelos tratamentos.

Tabela 4- Média dos quadrados mínimos para as excreções urinárias de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina, derivados de purina totais, purinas absorvidas, percentagem de alantoína, ácido úrico e xantina e hipoxantina do total excretado, síntese de nitrogênio e de proteína microbiana e eficiência microbiana em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas

Item	Nível de substituição (% MN)					Efeito		
	0	30	60	90	EPM	L	Q	C
	Derivados de Purinas (mmol/dia)							
Alantoína	11,17	7,84	8,95	10,21	2,35	0, 820	0, 208	0, 586
Ácido úrico	5,43	5,32	2,97	4,75	2,15	0, 447	0, 462	0, 285
Xantina e hipoxantina	62,03	66,01	75,43	67,40	14,50	0, 548	0, 528	0, 589
Purinas totais	78,62	79,17	87,37	82,37	16,02	0, 643	0, 766	0, 620
	Purinas Microbianas (mmol/dia)							
Absorvidas	93,60	94,25	104,02	98,06	19,07	0, 643	0, 766	0, 620
	Derivados de Purinas (% purinas totais)							
Alantoína	14,30	12,26	10,94	13,56	3,52	0, 787	0, 436	0, 805
Ácido úrico	7,08	5,29	3,22	5,63	1,83	0, 415	0, 243	0, 540
Xantina e hipoxantina	78,62	82,44	85,83	80,81	3,16	0, 433	0, 137	0, 527
	Produção Microbiana (g/dia)							
N microbiano	68,04	68,52	75,62	71,29	13,87	0, 643	0, 766	0, 620
PB microbiana	425,3	428,2	472,6	445,6	86,67	0, 643	0, 766	0, 620
	Eficiência Microbiana							
gPB /kg NDT	382,6	398,6	413,7	479,7	82,00	0, 183	0, 603	0, 805

As excreções de alantoína na urina não foram influenciadas (P>0,05) pelas dietas experimentais e apresentou média de 9,54 mmol/dia. Estudos avaliando a excreção de derivados de purinas em cordeiros são escassos, sendo assim, o resultado obtido no presente estudo estão de acordo com as respostas observadas por Santos (2011) que, trabalhando com cabras em lactação alimentadas com farelo de algaroba associada a diferentes fontes proteicas, não verificou efeito sobre a excreção de alantoína e encontrou média de 8,07 mmol/dia.

A alantoína excretada na urina representou, em média, 12,76 % do total dos derivados de purinas urinário, sendo esta média inferior aos valores encontrados pelo autor acima citado, que obteve 58,6 %.

A excreção de ácido úrico, xantina-hipoxantina na urina, corresponderam a 17,0 e 81,92 % do total de derivados de purinas, valores bastante discrepantes aos citados por Chen & Gomes (1990a), que reportaram em ovinos, que a contribuição relativa de alantoína, ácido úrico e xantina-hipoxantina foi, respectivamente, de 55 %, 33 % e 14%.

Em pesquisa com ovinos, Chen et al. (1990b) e Balcells et al. (1991) demonstraram que existem variações nas proporções de derivados de purinas excretados na urina, que são devido ao estado nutricional e/ ou ao fluxo de bases purínicas no duodeno. Dessa forma, é importante considerar a composição das dietas experimentais, pois o elevado teor de PB, aliada ao alto teor de alimentos concentrados prontamente disponíveis no rúmen (ração peletizada), provavelmente, podem explicar essas variações nas proporções dos derivados de purinas.

Segundo Belenguer et al. (2002), em relação a outras espécies, a excreção basal de derivados de purinas em caprinos parece ser similar à de ovinos, portanto, procedem as comparações entre as espécies. Valor de ácido úrico, próximo ao deste estudo, foi observado por Argôlo et al. (2010), para cabras lactantes, que relataram proporção média de 6,11 a 6,76%. No entanto, a proporção média relativa de xantina-hipoxantina foi bastante superior à citada por esses autores, de 26,09 a 28,33 %. Os dados de ácido úrico, xantina-hipoxantina, obtidos neste experimento, são divergentes daqueles reportados por Lindberg (1989), que reportou porcentagens de 13 a 33 % para ácido úrico e 10 a 13 % para xantina e hipoxantina em cabritos em aleitamento. Diante da interpretação dos resultados, pressupõe-se que a amplitude de excreção de alantoína, ácido úrico, xantina-hipoxantina na urina em relação aos derivados de purinas ficam condicionadas ao estádio fisiológico do animal e aos tratamentos dietéticos.

A produção microbiana seguiu o mesmo comportamento observado nas excreções de alantoína e purinas totais, apresentando ausência de efeito significativo mediante os níveis de adição do FA ($P>0,05$), o que está de acordo com as observações de Puchala & Kulasek (1992), em ovinos, e Argôlo et al. (2010), em caprinos. Esse comportamento indica alta correlação entre excreção de derivados de purinas na urina e fluxo de compostos nitrogenados microbianos no duodeno.

As estimativas de síntese de nitrogênio microbiano, observados neste estudo de 68,04; 68,52; 75,62 e 71,29 g/dia, respectivamente, nas dietas com 0; 30; 60 e 90 % de

farelo de algaroba, foram superiores aos valores relatados por Fonseca et al. (2006), que observaram valores de 13,3 a 17,3 g/dia em cabras lactantes alimentadas com níveis de proteína na dieta. Da mesma forma, superior ao fluxo de nitrogênio microbiano de 16,37 a 11,61 g/dia, obtidos por Argôlo et al. (2010), que trabalharam com níveis de substituição do milho pelo farelo da vagem de algaroba em dietas de cabras lactantes. Ressalta-se, entretanto, que os resultados elevados, obtidos neste experimento, provavelmente devido às rações experimentais peletizadas, apresentaram alto teor de alimentos concentrados e contiveram, em média, 21,0 % de PB na MS.

Os resultados de eficiência microbiana (em g PB/ kg NDT), observados neste experimento, não foram afetados significativamente pelos níveis de substituição do milho pelo FA e situaram-se entre 382,62 a 479,75g PB/ kg NDT. De modo geral, o nível de 90 % de substituição pelo FA favoreceu a produção e a eficiência de síntese microbiana. O valor médio observado de 418,66 g de proteína bruta microbiana por quilo de nutrientes digestíveis totais (PBM/ kg de NDT) foi superior ao citado para bovinos pelo NRC (2001), de 130 g de PBM/ kg de NDT. De acordo com Nocek & Russell (1988), a eficiência do crescimento microbiano depende da partição da energia em mantença e crescimento e está inversamente relacionada ao tempo de permanência dos microrganismos no ambiente ruminal. Nesse sentido, quanto mais rápida a passagem de microrganismos, menor a utilização de energia para mantença e maior a eficiência de síntese microbiana, fato observado neste estudo.

O consumo de água em kg/dia não foi alterado significativamente (P>0,05) pelas dietas, refletindo na semelhança entre os volumes de urina produzidos pelos cordeiros (Tabela 5). Segundo Nunes (1998), o consumo de água varia em função do consumo de matéria seca, consistente com os resultados aqui encontrados, pois, neste estudo, a análise de regressão não resultou em nenhum modelo que ajustasse às médias observadas entre os níveis de substituição do milho pelo FA para o consumo de MS (P=0,093) e de PB (P=0,169), cujas médias foram de 1,17 e 0,275 kg/dia, respectivamente, mesmo havendo diferenças nos teores de PB das dietas (Tabela 1).

A concentração plasmática de creatinina (mg/dL) apresentou variações de 0,59 a 0,68 mg/dL, não se observando efeitos linear, quadrático ou cúbico dos contrastes entre tratamentos. No entanto, a análise de regressão ajustou o modelo quadrático às médias observadas, estimando-se concentração mínima de 0,53 mg/dL com 52 % de substituição do milho pelo farelo de algaroba. Da mesma forma, a excreção diária de creatinina, corrigida para peso corporal, e a taxa de filtração glomerular (mL/min/kg de

PC) também sofreram alterações em função da utilização de farelo de algaroba nas dietas, ajustando-se equações quadráticas que estimaram, respectivamente, valores máximos de 35 % e 33 % de substituição do milho pela algaroba para maior excreção de creatinina e taxa de filtração glomerular em cordeiros.

Tabela 5- Médias e equação de regressão para as excreções diárias de creatinina, concentração de creatinina e taxa de filtração glomerular em cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas

Item	Nível de FA (% MN da dieta)				EPM	Contrastes		
	0	30	60	90		L	Q	C
	Consumo de Matéria Seca							
kg/dia	1,02	1,14	1,24	1,27	0,11	0,055	0,348	0,470
(g/kg PC)	38,09	41,96	46,25	45,77	2,42	0,006	0,057	0,253
	Consumo de Água							
kg/dia	2,61	2,59	2,80	2,97	0,37	0, 067	0, 502	0, 663
(g/kg PC)	98,13	93,47	103,57	107,99	10,54	0,053	0,251	0,248
	Volume Urinário							
kg/dia	1,41	1,26	1,07	1,56	0,56	0, 769	0, 163	0, 455
(g/kg PC)	54,02	43,74	38,45	61,23	21,88	0,698	0,104	0,585
	Excreção diária de Creatinina							
(mg/dia)	493,27	444,42	463,33	413,39	55,13	0, 244	0, 989	0, 455
(mg/kg PC)[1]	19,26	16,22	17,62	15,10	2,47	0, 203	0, 887	0, 323
	Concentração de Creatinina (mg/dL)							
Plasma[2]	0,66	0,68	0,62	0,59	0,10	0, 257	0, 625	0, 668
Urina	48,10	53,15	56,90	39,76	13,64	0, 531	0, 171	0, 562
	Taxa de Filtração Glomerular							
(mL/min)	53,25	49,96	54,77	48,25	6,65	0, 349	0, 498	0, 100
(mL/min/PC[3])	2,07	1,80	2,02	1,76	0,23	0, 187	0, 937	0, 091
(mL/min/$PC^{0,75}$)[4]	4,67	4,13	4,60	4,03	0,52	0, 212	0, 942	0, 093

Equação de regressão

[1] $\hat{Y}$= (15,29 ± 0,42) * + (0,14 ± 0,02) X * – (0, 002 ± 0, 0024) X^2 *

[2] $\hat{Y}$= (0,60 ± 0, 001) * – (0, 0026 ± 0, 00008) X * + (0, 000025 ± 0,0) X^2 *

[3] $\hat{Y}$= (1,74 ± 0,06) *+ (0,02 ± 0, 0003) X * – (0, 0003 ± 0, 00003) X^2 *

[4] $\hat{Y}$= (4,06 ± 0,11) * + (0, 064 ± 0, 006) X *– (0, 0008 ± 0, 00006) X^2 *

* Significativo (P<0, 0001)

A redução observada nas concentrações plasmáticas de creatinina é resultado da elevação na taxa de depuração da creatinina endógena, confirmando sua utilização para estimar a TFG (BROWN et al.,1990), consistente ao observado neste estudo (Tabela 5).

A alteração na taxa de filtração glomerular (TFG) pode provocar variações na carga de filtração de metabólitos sanguíneos, incluindo os derivados de purinas, ureia e compostos nitrogenados totais, e até mesmo a creatinina, aumentando, assim, sua excreção renal. Neste estudo, a excreção de creatinina (mg/dia) não foi alterada, mas quando corrigida para peso corporal, houve variação em função das dietas, consistente com a alteração da TFG dos cordeiros alimentados com níveis de algaroba em rações peletizadas (Tabela 5).

Dessa forma, a excreção urinária de um determinado metabólito nitrogenado pode ser alterada pela TFG, além da taxa de síntese corporal do mesmo, que é o foco dos estudos de nutrição proteica. Diante desse fato, para se estudar os efeitos de dietas sobre excreção renal de qualquer metabólito, torna-se imprescindível determinar a proporção entre concentração do metabólito na urina com a de creatinina, para corrigir o efeito da alteração da TFG.

Existem dois fatores que podem provocar oscilações na concentração de creatinina e metabólitos na urina, um é o volume de urina produzido, que é dependente da ingestão de água, em que o cálculo de excreção, o volume de urina corrige essa alteração nos teores de metabólitos. O outro fator seria a alteração na taxa de filtração glomerular, que não necessariamente traduz em variação do volume urinário. Se a dieta promove aumento da TFG, poderá ocorrer elevação da concentração dos metabólitos na urina, inclusive de creatinina.

Mesmo ao se realizar a coleta total de urina, que é adotada como metodologia mais precisa e acurada em vários trabalhos científicos, cujo objetivo é determinar a excreção urinária de metabólitos, esse efeito da TFG não pode ser corrigido e, assim, proporciona superestimação dos valores de excreção e perda de acurácia, quando objetiva-se obter diferenças entre dietas ao afetarem o metabolismo corporal de compostos nitrogenados. Então, se a proporção metabólito: creatinina não sofrer variação circadiana, ou seja, se for uma constante ao longo de 24 horas, pode-se inferir que a dieta não altera a produção corporal e/ou a carga filtrada do metabólito no ciclo de 24 horas. Por outro lado, se ocorrer variação circadiana da razão metabólito: creatinina, a carga filtrada promovida pela variação da TFG e/ou a síntese corporal do metabólito estão sofrendo alterações diárias pela dieta.

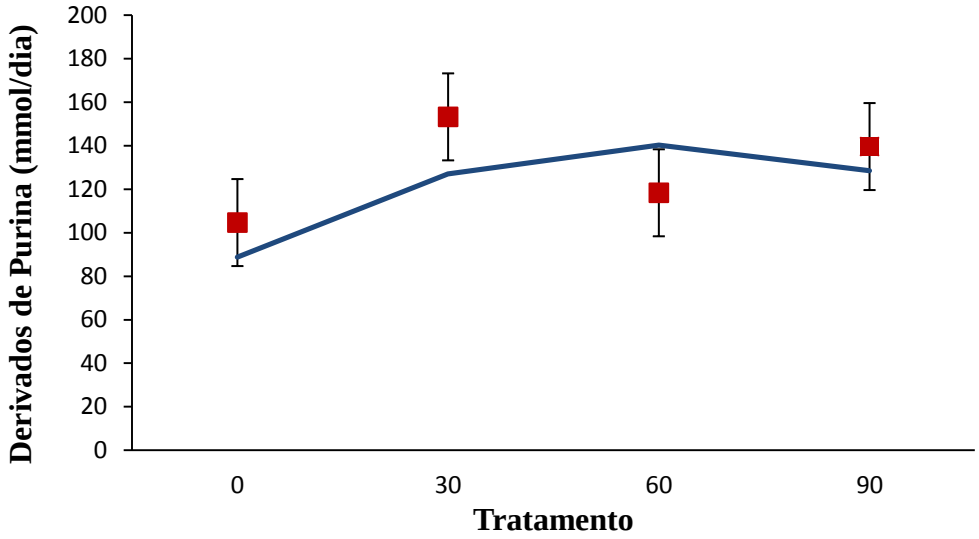

Figura 1. Excreção de derivados de purina na urina de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba em dietas peletizadas. ANOVA: Tr: 0, 0084; Hora: 0, 6571; Tr x Hora: 0, 7182; Ŷ= (88,19±10,19) * + (1,69 ± 0,54) ***X – (0, 014±0, 006) ***X^2; *Significativo (P<0 0001);** (P<0,01); *** (P<0,05).

Nas Figuras 1 e 2, observa-se que tanto a excreção de derivados de purinas quanto a razão das concentrações de derivados de purinas: creatinina, quando analisadas nas amostras pontuais de urina, não variaram ao longo de 24 horas (P=0, 657 e P=0, 554; respectivamente), indicando que a coleta *spot* de urina poderia ser realizada em qualquer horário em intervalos de 4 horas após alimentação da manhã.

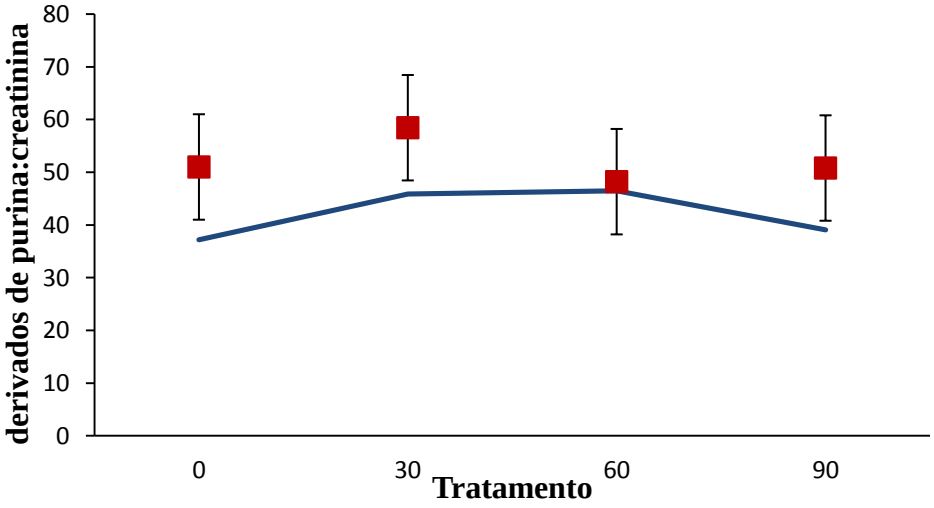

Figura 2. Razão derivados de purina: creatinina urinária de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba em dietas peletizadas. ANOVA: Tr:0, 304; Hora:0, 554; Tr x Hora: 0, 445; Ŷ= (37,21 ± 3,06) * + (0,42 ± 0,13) X ** – (0, 00445±0, 0013) X^2 **; *Significativo (P<0 0001);** (P<0,01).

No entanto, houve efeito quadrático das dietas com ponto de máxima excreção de DP para a dieta com nível de substituição do milho em 60,4 % e de maior índice DP: creatinina em 47,2 %. Como houve variação da TFG, a alteração na excreção de DP, estimada nas amostras *spot* de urina, em função da dieta, não foi decorrente da maior síntese corporal de derivados de purinas. Esta afirmação é decorrente do fato de não ter havido efeito dos níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba sobre a excreção urinária de derivados de purinas, quando obtida com coleta total de urina (Tabela 4).

Consistente com este resultado, para os derivados de purinas urinários, diferenças significativas foram verificadas nas amostras *spot* de urina coletadas em intervalos de 4 horas após a primeira alimentação do dia, quando se comparam com as excreções obtidas a partir da coleta total de urina (Tabela 6). Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, sugere-se que, apesar do volume urinário, estimado a partir de amostra *spot* coletada 4h00 após a alimentação matinal, diferir significativamente (P<0,05) da coleta total, ainda é o tempo de amostragem mais indicado para estimação da síntese ruminal de proteína microbiana, por estimar excreção de derivados de purinas semelhante (P=0, 077) à coleta total de urina (Tabela 6).

Tabela 6- Probabilidades de diferenças entre as excreções urinárias obtidas a cada 4 horas (urina *spot*) com a coleta total de urina de cordeiros alimentados com níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba (FA), em dietas peletizadas

Urina Total *vs Spot*	Nitrogênio total[1]	Nitrogênio ureico[1]	Derivados de purina[2]	NT: C[3]	NU: C[3]	DP: C[3]
0 *vs* 4h00	0, 0134	0, 7854	0, 0767	0, 0056	<0, 0001	0, 0143
0 *vs* 8h00	0, 1044	0, 5369	0, 0098	0, 0548	<0, 0001	0, 0019
0 *vs* 12h00	0, 0238	0, 5056	0, 0335	0, 0127	<0, 0001	0, 0068
0 *vs* 16h00	0, 5028	0, 5188	0, 0118	0, 2956	<0, 0001	0, 0008
0 *vs* 20h00	0, 0108	0, 8977	0, 0012	0, 0056	<0, 0001	<0, 0001
0 *vs* 24h00	0, 0787	0, 2308	0, 0029	0, 0402	<0, 0001	0, 0004

[1/]excreção expresso em grama dia (g/dia). [2/]excreção expresso em mmol/dia. [3/]razão calculadas a partir da concentração em mg/dL.

Entretanto, os resultados obtidos neste trabalho foram semelhantes às respostas verificadas por Chizzotti et al. (2008), que observaram que a excreção de creatinina e

derivados de purina foram constantes no período de 24 horas (6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 horas).

Liu & McMeniman (2006) avaliaram a variação da excreção de derivados de purina em amostras de urina de ovinos alimentados uma ou duas vezes ao dia e observaram flutuação na excreção de derivados de purina, em um período de 24 horas. Estes mesmos autores recomendaram coleta *spot* de urina com 12 horas de intervalo, para se obter estimativas da síntese de proteína microbiana mais acurada.

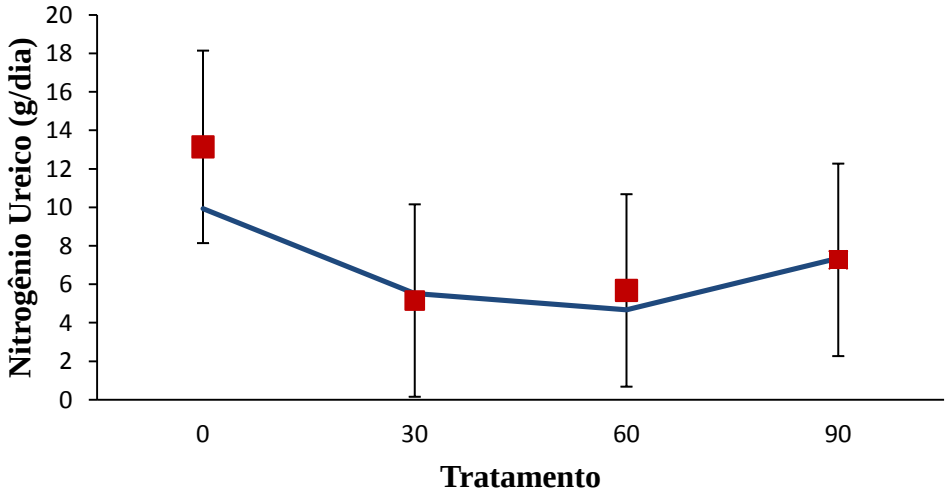

Figura 3. Excreção de nitrogênio ureico na urina de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba em dietas peletizadas. ANOVA: Tr:0, 0002; Hora:0,437; Tr x Hora: 0, 855; $\hat{Y}$= (9, 93 ± 0,81) * - (0, 21 ± 0, 04) X* + (0, 002 ± 0, 0005) X^2* ; *Significativo (P<0 0001).

A excreção de nitrogênio ureico na urina de cordeiros não variou (P>0,05) ao longo de um período de 24 horas, entretanto, foram observadas diferenças significativas (P<0,05) entre as dietas experimentais, apresentando comportamento quadrático negativo, à medida que aumentou os níveis de FA. Com base na regressão, estimou-se que a excreção mínima aconteceria quando o nível de FA fosse de 51,5 % (Figura 3). Diante desses resultados, é importante ressaltar que a algaroba, alimento aqui avaliado, apresenta em sua composição quantidades consideráveis de alcaloides, e esses, tem ação de inibir a atividade de bactérias proteolítica no ambiente ruminal, promovendo menor captura da degradação de proteína bruta dietética pelas bactérias do rúmen. Possivelmente, esse fato pode ter sido preponderante em reduzir a produção de amônia no rúmen. Entretanto, os resultados obtidos para essa variável não eram esperados, visto que apesar das dietas experimentais terem sido formuladas para serem isonitrogenadas,

as mesmas apresentaram comportamento quadrático, conforme os níveis de FA, sendo que a dieta contendo somente milho como fonte de energia apresentou 21,5% PB e o nível de 90% de substituição do milho pelo FA apresentou maior teor de PB (23,4%).

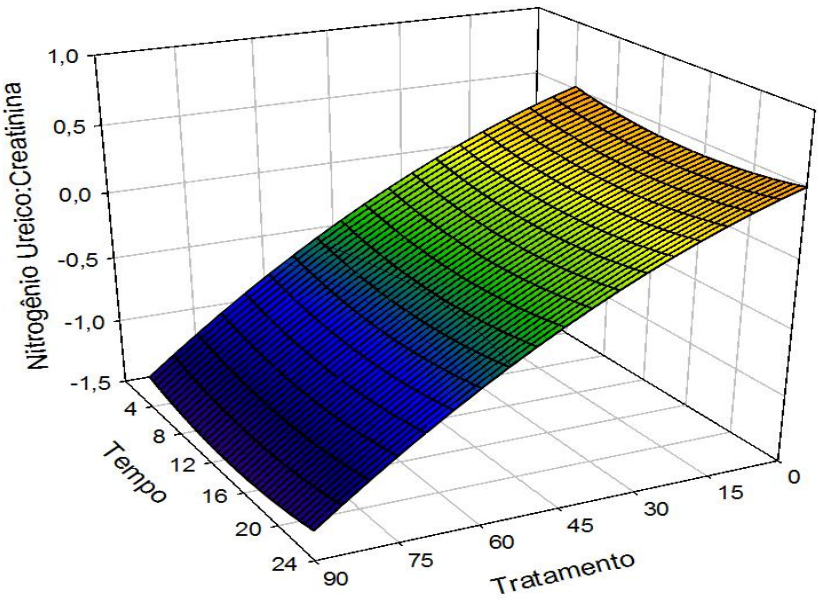

Figura 4. Gráfico de superfície de resposta para razão nitrogênio ureico: creatinina urinária de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba. ANOVA: Tr >0,0001; Hora:0, 388; Tr x Hora: 0,838; $\hat{Y}$= (0,61± 0,08)* - (0,01 ± 0,002)* X + (0, 0001 ± 0, 00002)* X^2 - (0,03 ± 0,01)**T + (0,0009 ± 0,0004)**T^2; *Significativo (P<0 0001); ** (P<0,05).

Na Figura 4, mostra-se que os dados da proporção entre N ureico: creatinina variaram ao longo de 24 horas, de acordo com as dietas experimentais. Os valores estimados para a razão N ureico: creatinina com as dietas 0, 30, 60 e 90 % de FA em substituição ao milho, 4 horas após alimentação matinal, foram 0,50; 0,71; 0,74 e 0,59, respectivamente. Ao analisar esse resultado, pode-se evidenciar que as maiores razões obtidas nas dietas 30 e 60 % não seguiram o padrão quadrático negativo das concentrações de proteína bruta das dietas, mas, sim, o comportamento da TFG, com ponto máximo da razão compreendendo o intervalo de 0,71 a 0,74 para as dietas contendo 30 e 60 % em substituição ao milho, na qual a máxima TFG foi estimada na dieta 33,3 % de adição de FA.

Dessa forma, esses resultados corroboram com o fato de que a elevação da TFG aumenta a carga filtrada de ureia, sendo que sua posterior reabsorção tubular foi maior para as dietas com 30 e 60 % de substituição ao milho, fato que pode ser comprovado

pela menor excreção de ureia (Figura 3), este fenômeno depende primariamente das concentrações plasmáticas de ureia que, neste estudo, não variaram em função das dietas.

A excreção de nitrogênio ureico (g/dia) na urina de cordeiros, quando comparada na amostra proveniente de coleta total de urina com a excreção nas amostras *spot* de urina, entre os horários de coleta avaliados (04h00, 08h00, 12h00, 16h00, 20h00 e 24h00) não foi constatada diferenças (P>0,05) entre si, o que torna possível a utilização da amostra *spot* para estimar a excreção deste metabólito (Tabela 6). Assim, pode-se inferir que a amostra de urina *spot*, obtida em qualquer horário, estima adequadamente a excreção de nitrogênio ureico. Efeito semelhante foi relatado por Santos (2011), ao trabalharem com amostras de urina *spot* em cabras lactantes, que não verificou variação para a excreção de ureia ao longo de um período de 24 horas (com coleta a cada 2 horas).

Vale ressaltar ainda que foi detectada diferença significativa (P<0,05) entre as dietas para a excreção diária de N ureico na urina ao considerar todos os seis tempos pontuais de urina, o que não foi observado com a coleta total de urina. Considerando que, independente do horário de coleta, não houve diferença nas excreções diárias de N ureico, quando comparada com aquelas obtidas com a coleta total (Tabela 6), evidencia-se resposta mais acurada e precisa para a detecção de diferenças entre as dietas experimentais, quando o número de amostragens de urina aumenta.

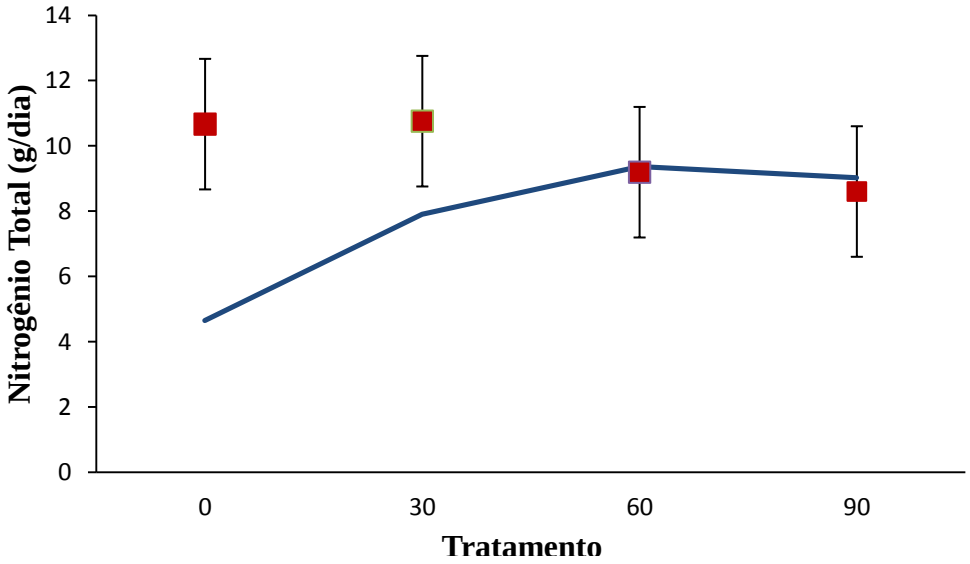

Figura 5. Excreção de nitrogênio total na urina de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba. ANOVA: Tr: 0,736; Hora:0, 436; Tr x Hora: 0,711: $\hat{Y}$= (4,64± 0,83)* + (0,14 ± 0,04) X ** – (0, 001 ± 0, 0005)** X^2; *Significativo (P<0 0001); ** (P<0,01).

Tanto a excreção de nitrogênio total (N total) quanto a proporção N total: creatinina não variaram (P>0,05) entre os horários de coleta avaliados (Figura 5 e 6). A excreção de nitrogênio urinário está diretamente relacionada à ingestão de compostos nitrogenados e ao metabolismo proteico. Entretanto, para as diferentes dietas, ambos os parâmetros apresentaram variação quadrática em que os modelos de regressão estimaram pontos máximos para os níveis 70 e 75 % de substituição do milho pelo farelo de algaroba, respectivamente. Esses resultados se assemelharam àqueles para derivados de purinas, em que se pode inferir que a taxa de filtração glomerular também afetou a excreção de compostos nitrogenados totais, uma vez que houve divergência da excreção nitrogenada obtida com a coleta total de urina (Tabela 3), o que pode inviabilizar a obtenção de amostras de urina em um único tempo de coleta.

Para confirmar esse fato, ao comparar a excreção de nitrogênio total obtido mediante coleta total de urina, com o obtido a partir da coleta de urina *spot*, a cada quatro horas após a alimentação da manhã, verificou-se diferença significativa da amostragem realizada às 4h00, 12h00 e 20h00 após a alimentação matinal com a coleta total (Tabela 6). Entretanto, observou-se que as amostragens de urina, realizadas nos outros tempos avaliados, não apresentaram diferença significativa (P>0,05) e, portanto, esses tempos são indicados para realização de coletas pontuais para estimação da excreção urinária de compostos nitrogenados totais.

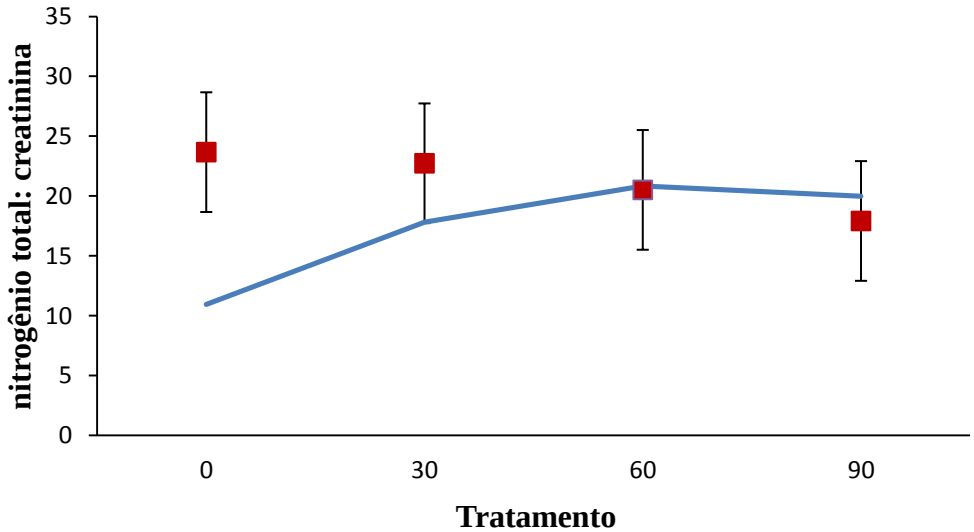

Figura 6. Razão nitrogênio total: creatinina urinária de cordeiros alimentados, contendo níveis de substituição do milho pelo farelo de algaroba. ANOVA: Tr: 0,6309; Hora:0, 4869; Tr* Hora: 0,8004: $\hat{Y}$= (10,96± 1,87)* + (0,30 ± 0,10) X ** – (0, 002 ± 0, 001)*** X^2; *Significativo (P<0 0001); ** (P<0,01); *** (P<0,05).

Diferença significativa (P<0,05) foi verificada para as razões de DP: C, NU: C e NT: C, quando se comparou a partir da coleta total de urina com as obtidas por meio de coletas por amostragem, realizada nos tempos de 4h00; 8h00; 12h00; 16h00; 20h00 e 24h00, após a alimentação da manhã (Tabela 6). Tendo em vista que não houve efeito de tempo de coleta para as proporções DP: C e NT: C, a coleta *spot* de urina não inviabiliza o estudo das excreções destes metabólitos. Para a razão NU: C, que foi observada variação circadiana, a utilização de amostra *spot* de urina como metodologia para substituir a coleta total torna-se possível devido à excreção de ureia na urina ser independente da TFG por haver reabsorção tubular, que depende das concentrações plasmáticas de ureia.

Foi observado que a TFG é mínima antes da alimentação e aumenta após o consumo de proteína e infusão de aminoácidos. Quando a dieta fornece o aporte constante de aminoácidos ao longo do dia, espera-se que a TFG atinja um patamar e permaneça constante (SERJSEN et al. 2008).

4. CONCLUSÕES

Em rações peletizadas com alto teor de proteína bruta para cordeiros, a substituição do milho pelo farelo de algaroba não afeta a retenção corporal de nitrogênio e síntese de proteína microbiana.

Rações contendo 30 a 60 % de substituição, o farelo de algaroba promove elevação da taxa de filtração glomerular.

A coleta *spot* de urina para a estimação das excreções de derivados de purinas somente não difere da coleta total quatro horas após a alimentação da manhã. Para a excreção de ureia, pode-se obter amostra em qualquer intervalo a cada quatro horas pós-prandial. Para os compostos nitrogenados totais, as coletas às oito e dezesseis horas, após alimentação matinal, resultam em excreções semelhantes à coleta total.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, E. M. **Farelo da vagem de algaroba associado a níveis de ureia na alimentação de ovinos.** 2009, 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

ARGÔLO, L.S.; PEREIRA, M.L.A.; DIAS, J.C.T. et al. Farelo da vagem de algaroba em dietas para cabras lactantes: parâmetros ruminais e síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.541-548, 2010.

BALCELLS, J.; GUADA, J.A.; CASTRILLO, C. et al. Urinary excretion of allantoin and allantoin precursors by sheep after defferent rates of purine infusion into the duodenum. **Journal of Agricultural Science Cambridge**.v.116, p.309-317. 1991.

BELENGUER, A.; YAÑEZ, D.; BALCELLS, J. et al. Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial outflow in goats. **Livestock Production Science**, v.77, p.127-135, 2002.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.

BROWN, S.A., GROVES, C., BARSANTI, J.A. et al. 1990. Determination of excretion of inulin, creatinine, sodium sulfanilate, and phenolsulfonphthalein to asses renal function in goats. **Am. J. Vet. Res.,** 51(4):581-586.

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

CHEN, X.B., GOMES, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details (Occasional publication). **International Feed Research Unit**. Bucksburnd, Aberdeen: Rowett Research Institute. 21p.

CHEN, X.B.; HOVELL, F.D.DeB.; ØRSKOV, E.R. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants: effect of exogenous nucleic acid supply on purine derivative excretion by sheep. **British Journal of Nutrition.** v.63, p.131-142. 1990b.

CHEN, X.B.; ØRSKOV, E.R.; HOVELL, F.D.DeB. Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. **British Journal of Nutrition.** v.63, p.121-129. 1990a.

CHIZZOTTI, M.L, VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D. et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science,** v.113, p.218-225, 2008.

FONSECA, C.E.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes teores de proteína na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1169-1177, 2006.

HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.

JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.10, p.2681-92, 1998.

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

LINDBERG, J.E. Nitrogen metabolism and urinary excretion of purines in goat kids. **British Journal of Nutrition**, v.61, p.309-321, 1989.

LIU, Z.J.; McMENIMAN, N.P. Effect of nutrition level and diets on creatinine excretion by sheep. **Small Ruminant Research**, v. 63, p. 265-273, 2006.

MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes níveis de uréia ou casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.

MARINI, J.C.; KLEIN, J.D.; SANDS, J.M.; VAN AMBURGH, M. Effect of nitrogen intake on nitrogen recycling and urea transporter abundance in lambs. **Journal of Animal Science**. v.82, p.1157-1164, 2004.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academy Press, 2006, 362p.

NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2070-2107, 1988.

NOUSIAINEN, J.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p.386-398, 2004.

NUNES, I.J. **Nutrição Animal Básica**. 2.Ed. Belo Horizonte. FCP-MVZ ED. 1998.

OLIVEIRA, C.A.S. **Farelo da vagem de algaroba em dietas de cabras em lactação.** 2009, 48p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

PEREIRA, T.C.J.; PEREIRA, M.L.A.; SANTOS, A.B. et al. Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em cabras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).

PEREIRA, T.C.J; PEREIRA, M.L.A.; ALMEIDA, P.J.P et al.Excreção de uréia em cabras lactantes alimentadas com farelo da vagem de algaroba em substituição ao milho no concentrado. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 56, 2009, Água de Lindóia. **Anais**... Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. (CD-ROM).

PEREZ, J.F., BALCELLS, J., GUADA, J.A. et al. 1996. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using 15N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenum. **British Journal of Nutrition**, 75:699-709.

PESSOA, R.A.S.; LEÃO, M.I.; FERREIRA, M.A. et al. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de açúcar e uréia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.941-947, 2009.

PUCHALA, R., KULASEK, G.W. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and excretion of purine derivatives. **Journal of Animal Science**, v.72, n.4, p.821-830, 1992.

SANTOS, A. B. **Farelo da vagem de algaroba associado a fontes protéicas em dietas de s de cabras lactantes.** 91p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

SANTOS, E.J; PEREIRA, M.L.A.; ALMEIDA, P.J.P et al. Estimativa do volume urinário por meio do uso da creatinina em ovinos alimentados em com farelo da vagem de algaroba (Prosopis juliflora). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. (CD-ROM).

SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System. **User's guide**. Cary: SAS Institute, 2006.

SEJRSEN. K; HVELPLUND. T; NIELSEN. M. O et al.; **Ruminant physiology**: Digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress. Wageningen Academic Publishers, The- Netherlands, 2008.

SILVA, D. J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C .J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

TEBOT, I.; BRITOS, A.; GODEAU, J.; CIRIO, A. Microbial protein production determined by urinary allantoin and renal urea sparing in normal and low protein fed corriedale sheep. **Veterinary research**. v.33, p.101-106, 2002.

TRIPATHI, M.K.; CHATURVED, O.H.; KARIM, S.A. et al. Effect of different levels of concentrate allowances on rumen fluid pH, nutrient digestion, nitrogen retention and growth performance of weaner lambs. **Small Ruminant Research**, v. 72, p. 178- 186, 2007.

VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos 4. Concentrações de uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

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