

KEYLA LAURA DE LIRA DOS SANTOS

**BALANÇO DE MINERAIS E FUNÇÃO RENAL EM CAPRINOS RECEBENDO
DIETAS A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E DIFERENTES NÍVEIS
DE CASCA DE SOJA**

RECIFE

2008

KEYLA LAURA DE LIRA DOS SANTOS

**BALANÇO DE MINERAIS E FUNÇÃO RENAL EM CAPRINOS RECEBENDO
DIETAS A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E DIFERENTES NÍVEIS
DE CASCA DE SOJA**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia da Universidade Federal
Rural de Pernambuco para obtenção
do título de mestre em Zootecnia.

Orientadora: Prof^ª.Adriana Guim, D.Sc.

Co- orientadora: Prof. Ângela Maria Vieira Batista, D.Sc.

Prof^º Pierre Castro Soares, D. Sc.

Recife – PE

Julho de 2006

FICHA CATALOGRÁFICA

S237b Santos, Keyla Laura Lira dos
Balanço de minerais e função renal em caprinos recebendo dietas à base de palma forrageira e diferentes níveis de casca de soja / Keyla Laura Lira dos Santos. -- 2008.

41 f. : il.

Orientadora : Adriana Guim

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia.

Inclui bibliografia.

CDD 636.089 239

1. Metabolismo
 2. Digestibilidade
 3. Excreção urinária
 4. Macrominerais
- I. Guim, Adriana
II.. Título

KEYLA LAURA DE LIRA DOS SANTOS

**BALANÇO DE MINERAIS E FUNÇÃO RENAL EM CAPRINOS RECEBENDO
DIETAS A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E DIFERENTES NÍVEIS
DE CASCA DE SOJA**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em 29 de julho de 2006.

Orientadora:

Adriana Guim - D.Sc. UFRPE

Banca Examinadora:

Ângela Maria Vieira Batista - D.Sc.- UFRPE

Francisco Fernando Ramos de Carvalho- D.Sc. UFRPE

Pierre Castro Soares- D.Sc. UFRPE

BIOGRAFIA DA AUTORA

KEYLA LAURA DE LIRA DOS SANTOS, filha de Maria Izabel Santos de Lira e José Miguel dos Santos (*in memoriam*), nasceu em Ipojuca, em 08 de outubro de 1982.

Ingressou no curso de Zootecnia no ano de 2001, na Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, obtendo o título de Zootecnista em fevereiro de 2007 e de honra ao mérito como aluna laureada do curso de graduação em Zootecnia. De 2003 a 2006, foi bolsista do Programa de Educação Tutorial – PET (MEC/SESu).

Em março de 2007, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE , concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, tendo em 29 de julho de 2008, submetido à defesa da presente dissertação.

Aos meus pais,

Por todo amor, educação, incentivo e exemplo de conduta moral.

Maria Izabel Santos de Lira
Mário Bezerra de Araújo

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu amor incondicional. Toda boa dádiva vem de ti Senhor, sinto seu cuidado a cada dia.

À minha família, que sempre me deu forças para ir avante sem desertar da jornada. Especialmente minha mãe, meu porto seguro.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realizar mais essa conquista.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

À Profª. Adriana Guim, pela sua orientação e grande contribuição na minha formação acadêmica desde a graduação.

À Profª. Ângela Batista, por está sempre perto e disposta a ajudar, com seus conselhos e por ser responsável por muito do que sou hoje.

Ao Profª. Pierre Soares e ao Profª Francisco Carvalho, por suas contribuições.

A Renaldo Araújo, por sua amizade sincera e ajuda na execução das análises laboratoriais.

A Evaristo Souza, por sua contribuição na realização desse experimento e todos os estudantes de graduação por sua ajuda.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, por seus preciosos ensinamentos e paciência.

À Profª Norma Maria, sempre com uma palavra amiga e de incentivo.

À Fabiana Maria, por todo apoio e ajuda para que tudo pudesse ocorrer bem, estamos sempre torcendo uma pela outra.

À Andrezza e Luciana, vocês são duas irmãs que ganhei obrigada por tudo.

Aos amigos da Pós-graduação: Fabiana, Jane, Aline, Marcos Aurélio, Lígia, Florisval, Júnior, Eulália, Raquel, Nalígia, Jânio, Joseane, Valéria, Joselaine, Rosália e tantos outros... com vocês foi mais fácil chegar até aqui.

Ao sr. Nicacio e Sra. Cristina, pela ajuda prestadas.

A Jonas Lebre, por sua ajuda na exceção desse experimento e a todos os funcionários do Departamento de Zootecnia.

A Janilson, Marcelo e todos do laboratório de química do solo e fertilidade pela ajuda na determinação dos minerais.

A todos quantos permitiram que esse momento acontecesse, obrigada!

O coração do homem propõe o seu caminho, mas o Senhor lhe dirige os passos.

(Provérbio 16:9)

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
BALANÇO DE MINERAIS E FUNÇÃO RENAL EM CAPRINOS RECEBENDO DIETAS À BASE DE PALMA FORRAGEIRA E DIFERENTES NÍVEIS DE CASCA DE SOJA	
RESUMO	17
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO.....	19
MATERIAL E MÉTODOS.....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS INGREDIENTES DAS DIETAS	22
TABELA 2- COMPOSIÇÃO PERCENTUAL E QUÍMICA DAS DIETAS	22
TABELA 3- CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA (MS), MATÉRIA ORGÂNICA (MO), PROTEÍNA BRUTA (PB) E CARBOIDRATOS NÃO FIBROSOS (FDN), EXTRATO ETÉREO (EE) CARBOIDRATOS NÃO FIBROSOS (CNF) E MATÉRIA MINERAL (MM) EM CAPRINOS RECEBENDO DIFERENTES NÍVEIS DE CASCA DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO DO FENO DE TIFTON EM DIETAS À BASE DE PALMA FORRAGEIRA	27
TABELA 4- CONCENTRAÇÕES SANGÜÍNEA E URINÁRIA DE MINERAIS E DA CREATININA, URÉIA E GLICOSE EM CAPRINOS RECEBENDO DIFERENTES NÍVEIS DE CASCA DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO AO FENO DE TIFTON EM DIETAS À BASE DE PALMA FORRAGEIRA	29
TABELA 5- BALANÇO DE MINERAIS EM CAPRINOS RECEBENDO DIFERENTES NÍVEIS DE CASCA DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO AO FENO DE TIFTON EM DIETAS À BASE DE PALMA FORRAGEIRA	31
TABELA 6- INGESTÃO DE ÁGUA, VOLUME URINÁRIO E EXCREÇÃO FECAL DE ÁGUA EM CAPRINOS RECEBENDO DIFERENTES NÍVEIS DE CASCA DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO AO FENO DE TIFTON EM DIETAS À BASE DE PALMA FORRAGEIRA	34
TABELA 7- EXCREÇÃO DE CREATININA, URÉIA, OSMOLARIDADE PLASMÁTICA, ÍNDICE DE EXCREÇÃO URINÁRIA E FRACIONAL DE MINERAIS EM CAPRINOS RECEBENDO DIFERENTES NÍVEIS DE CASCA DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO AO FENO DE TIFTON EM DIETAS À BASE DE PALMA FORRAGEIRA	36

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- EXCREÇÃO FECAL DE NA EM FUNÇÃO DO CONSUMO DE CL (A) E ABSORÇÃO DE CL EM CAPRINOS RECEBENDO DIFERENTES NÍVEIS DE CASCA DE SOJA E PALMA FORRAGEIRA	32
--	----

INTRODUÇÃO

O Semi-árido Nordestino caracteriza-se por apresentar secas periódicas, essa condição adversa, torna a produção animal a principal vocação da região. No entanto, os rebanhos são afetados principalmente pela disponibilidade de alimento.

A sazonalidade na produção de forragem, tendo como característica a abundância de alimento na época chuvosa e escassez no período seco, torna-se um dos grandes entraves da produção animal, a alimentação pode chegar a representar mais de 60% dos custos de produção. Aliado a isso, fatores sociais, econômicos e políticos fazem com que a produção animal nordestina ainda seja basicamente de subsistência.

Fontes de alimentos alternativos, adaptados a região, como a palma forrageira são alternativas que vem dando certo. As pesquisas desenvolvidas nos últimos cinquenta anos foi condição *sene qua non* para o cultivo e uso racional da palma como forrageira na alimentação animal. Os avanços, sobretudo, na área agrônômica geraram conhecimentos que utilizados podem elevar a produtividade da palma forrageira em mais de 300%, ou seja, de, aproximadamente, 3t MS/ha/ano para 9 ou mais t MS/ha/ano (Lira et al., 2006). Fato que torna bastante difundida na região Nordeste, principalmente nas bacias leiteiras de Pernambuco e Alagoas, e representa principal reserva estratégica para a alimentação animal nos longos períodos de estiagem da região.

Vários estudos apontam a qualidade nutritiva dessa planta, altos teores de carboidratos não fibrosos, elevado coeficiente de digestibilidade da matéria seca, alta palatabilidade, altos percentuais de minerais e de água, e baixos teores de proteína e mataria seca (Santos et al., 1997; Santos et. al., 2000; Mattos et al., 2000; Batista et al., 2003; Wanderley et al., 2002; Melo et al., 2003). Desde que os baixos teores de PB e elevados de carboidratos não fibrosos sejam corrigidos, o uso de palma na dieta não compromete o desempenho animal.

A utilização da palma forrageira de forma exclusiva na alimentação pode diminuir o crescimento microbiano, ocasionar diarreias, perda de peso e distúrbios metabólicos. Contudo, foi verificado que a palma forrageira quando associada a um alimento fibroso e fornecida através de ração completa reduz o aparecimento de diarreias (Mattos et al., 2000).

Fontes de fibra que promovam a ruminação são importantes no tamponamento ruminal e na manutenção das condições ideais do rúmen, reduzindo o aparecimento de distúrbios metabólicos, condição indesejável para o animal.

A palma forrageira também apresenta elevados teores de Ca, K e Mg e baixo de P e Na (Santos et al., 1992). Os altos teores de Ca e os baixos teores de P elevam a relação Ca: P, acima de 2:1. Dados na literatura indicam que quando essa relação não é respeitada o desempenho animal pode ser afetado, reduzindo a ingestão de matéria seca e levando ao aparecimento de cálculos renais. Os estudos com palma forrageira indicam que a presença de oxalato, também elevada nessa planta, reduz esse efeito, pois o oxalato se complexa com o Ca reduzindo sua biodisponibilidade (James et al., 1968).

Embora muitos questionamentos a cerca da utilização da palma forrageira tenham sido respondidos, ainda se sabe pouco a respeito do seu alto percentual de minerais. Os mecanismos que envolvem a relação Ca: P ainda não estão totalmente esclarecidos e, por outro lado, minerais como K e a relação K: Na também são elevados e podem ter efeito sobre a função renal. Segundo Szentmihályi et al. (1998), o K e a relação K: Na são altos nas plantas, comumente utilizados na farmacologia tradicional como diuréticos.

O Mg também pode estar relacionado ao efeito laxativo da palma. Segundo Davenport (1978), citado por Alcalde et al. (1999), os íons Mg^{2+} são responsáveis, em parte, pela retenção de água na luz intestinal para manter o equilíbrio osmótico, provocando a formação de fezes amolecidas e taxa de passagem mais alta.

Os minerais atuam no tamponamento ruminal, no equilíbrio ácido-base, no equilíbrio hidro-eletrolítico, nas secreções digestivas, como co-fatores enzimáticos e desempenham muitas outras funções no organismo (Underwood & Suttle, 1999). Porém, sua avaliação é complexa uma vez que se interrelacionam uns com os outros de forma sinérgica ou antagônica, e com outros compostos, principalmente vitaminas.

O elevado teor de água presente na palma forrageira reduz significativamente a ingestão de água pelos animais, sendo uma característica favorável para regiões semi-áridas. A privação de água limita o consumo de matéria seca, tornando-se um dos grandes entraves à produção animal. Isso ocorre porque a água é necessária a digestão dos alimentos, absorção, eliminação de frações indigestíveis e produtos residuais (Langhans et al., 1995).

Os requerimentos de água pelo animal são influenciados por fatores como temperatura ambiente, teor de proteína, matéria seca, ingestão de sal, espécie animal e estado produtivo. Os caprinos quando comparado a outras espécies, destacam-se por desenvolverem um sofisticado mecanismo de resistência a desidratação e minimização das perdas de água via urina e fezes (Reece, 1996).

A eficiência de utilização de água pelos caprinos se deve a seu pequeno tamanho corporal, baixo requerimento metabólico, capacidade de reduzir o metabolismo, eficiência digestiva em relação a estratégias de alimentação, eficiência de utilização de alto teor de fibra da forragem e capacidade de reciclagem de nitrogênio via uréia (Silanikove, 2000).

Segundo Ben Salem et al. (2005) o consumo de palma forrageira por bovinos, caprinos e ovinos resulta em redução da ingestão de água. Vieira et al. (2007), também observaram redução na ingestão da água de bebida e aumento na excreção urinária com aumento da proporção de palma em dieta para caprinos.

Animais alimentados com palma forrageira apresentam aumento no volume urinário. Fato atribuído a elevada ingestão de água por meio da palma forrageira, muitas vezes acima do requerido pelo animal, caso a palma forrageira esteja em alta proporção na dieta.

O aumento na ingestão de água tem efeito direto no funcionamento renal. A excreção renal é um mecanismo fisiológico cujo objetivo é manter o equilíbrio hidroeletrólítico. Se não houvesse esse equilíbrio os processos metabólicos ficariam comprometidos, visto que, a excreção de água sem a ingestão causaria uma hiperosmolidade do líquido extracelular, e a ingestão de água sem excreção causaria uma hiposmolidade, comprometendo assim, a realização das reações bioquímicas.

A diurese não está relacionada exclusivamente como o aumento na ingestão de água, mas outras substâncias orgânicas e minerais como K e Mg (Szentmihályi et. al., 1998) podem apresentar efeitos diuréticos.

Praticamente não há investigações científicas do efeito diurético da palma forrageira em animal. O único trabalho encontrado avaliando o efeito diurético da palma foi conduzido por Vieira et al. (2007), com espécie caprina.

Dessa forma, espera-se avaliar se essas dietas a base de palma forrageira alteram a equilíbrio hídrico e absorção, retenção e excreção de macrominerais e como eles podem interferir na função renal em caprinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCADE, C.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; LEMA, A.C.F.; MALHEIROS, E.B. Perdas endógenas e coeficientes de absorção aparente e real do magnésio em caprinos. **Revista Brasileira Zootecia**, v.28, n.6, p.1347-1357, 1999.

BATISTA, A.M.V.; MUSTAFA, A.F.; SANTOS, G.R.A.; et al. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **Journal Agronomy & Crop Science**, v. 189, p. 123-126. 2003.

BEN SALEM, H.; ABDULAI, H.; NEFZAOU, A. et al. Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *Inermis*). *Small Ruminant Research*, v. 59, p. 229-237, 2005.

JAMES, L.F.; STREET, J.C.; BUTCHER, J.E.; BINNS, W. Oxalate metabolism in sheep. I. Effect of low level Halogeton glomeratus intake on nutrient balance. **Journal Animal Science**, 27, p. 718-723, 1968.

LANGHANS, W.; ROSSI, R; SCHARRER, E. Relationships between feed and water intake in ruminantes. In: ENGLEHARDT, W. V. et al (Eds). *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolismo, Growth and Reproduction*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Germany, p.199-216, 1995.

LIRA, M.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR, J.C.B.; FARIAS, I; CUNHA, M.V.C; SANTOS, D.C. meio século de pesquisa com a palma forrageira (*Opuntia E Nopalea*) - ênfase em manejo. ZOOTEC 2006. Recife: Centro de convenções, 22 a 26 de maio de 2006 - Centro de Convenções de Pernambuco.

MATTOS, L.M.E.; FERREIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V. F.; BATISTA, A.M.V.; VÉRAS, A.S.C. Associação da palmaforrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2128-2134, 2000.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; LIRA, M.A.; LIMA, L.E. ;VILELA, M.S.; MELO, E.O.S.; ARAÚJO, P.R.B. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.727-736, 2003.

REECE, W. O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 1996.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I.; BURITY, H.A.; TAVARES FILHO, J.J. Efeito do período de armazenamento pós- colheita sobre a matéria seca e composição química das palmas forrageiras. **Pesquisa Brasileira Agropecuária**, v.27, n.6, p. 777-783, 1992.

SANTOS, G. R. de A. et al. Composição química e degradabilidade da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia e Nopalia*). In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, p. 368, 2000.

SANTOS, D.C.; FARIAS, I; LIRA, M.A; TAVRES FILHO, J.J.; SANTOS M. V. F., ARRUDA, G.P. A palma forrageira em Pernambuco: cultivo e utilização, Recife: IPA, p.23, 1997. (IPA documentos).

SZENTMIHÁLYI, K.; KÉRY, Á.; THEN, M.; LAKATOS, B.; SÁNDOR, Z.; VINKLER, P. Potassium- sodium ratios for the chaacterization of medicinal plants extracts whith diuretic activity. *Res. Phytother.* v. 12, p.163-166, 1998.

SINALIKOVE, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh enviroments. **Small Ruminant Reseach.** v. 35, p.181-193, 2000.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N.F. **Mineral nutrition of livestock.** 3. ed. London: CAB International, p.614, 1999.

VIEIRA , E.L. ; BATISTA A.M.V; MUSTAFA, A.F; ARAUJO, R.F.S; SOARES, P.C; ORTOLANE, E.L; Mori, C.K. Effects of feeding high levels of cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) cladodes on urinary output and electrolyte excretion in goats. **Livestock Science.** doi:10.1016/j.livsci.2007.10.011, 2007.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. de A.; ANDRADE, D. K. B. de; VÉRAS, A. S. C.; LIMA, L. E. de; DIAS, A. M. de A. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.

BALANÇO DE MINERAIS E FUNÇÃO RENAL EM CAPRINOS RECEBENDO DIETA A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E DIFERENTES NÍVEIS DE CASCA DE SOJA

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar o balanço de minerais e a função renal em dietas a base de palma forrageira e diferentes níveis de casca de soja em substituição ao feno de tifton. Foram utilizados cinco caprinos, castrados, sem padrão racial definido, equipados com cânulas ruminais permanentes, com peso vivo médio de 40 kg. O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino 5 x 5. Os tratamentos experimentais consistiram de níveis crescentes de casca de soja, nas proporções de 0; 6,25; 12,5; 18,75 e 25% da dieta em substituição ao feno de tifton. A inclusão da casca de soja aumentou o consumo de proteína bruta e favoreceu a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e carboidratos não fibrosos. As concentrações sanguíneas de cálcio aumentaram ($P < 0,05$) linearmente em função da inclusão de casca na dieta e para magnésio, a resposta foi quadrática ($P < 0,10$). As concentrações urinárias do potássio e cloro diminuíram linearmente ($P < 0,10$) com a inclusão da casca de soja. A ingestão de água não aumentou ($P > 0,01$) em função da adição de casca, mas volume urinário, taxa de formação de urina e as taxas de excreções fracionais de uréia, cálcio, potássio e cloro aumentaram linearmente ($P < 0,10$) com os níveis de casca de soja. A inclusão da casca de soja na dieta de caprinos não proporcionou desbalanço dos macrominerais: cálcio, fósforo, cloro e sódio, mas levaram a diminuição do volume urinário e da taxa de formação de urina.

PALAVRA CHAVES: digestibilidade, excreção urinária, macrominerais, metabolismo

MINERAL BALANCE AND KIDNEY FUNCTION IN GOATS FED SPINELES CACTUS BASED DIETS AND DIFFERENTS LEVELS OF SOYBEAN HULLS

ABSTRACT: Objective of this work was to evaluate the minerals balance and kidney function the diets based on spineles cactus and different levels of soybean hulls in place of the hay tifton. It was used five goats, castrated, without racial pattern set, equipped with permanent rumen cannula, with average live weight of 40 kg. The experiment was to 5 x 5 latin square. The experimental treatments consisted of increasing levels of soybean hulls, in the proportions of 0, 6.25, 12.5, 18.75 and 25% of the diet. The inclusion of the soybean hulls increased the consumption of crude protein and boosted digestilidade of dry, organic matter, crude protein and carbohydrate not fibrous. The blood concentrations of calcium increased ($P < 0.05$) linearly according to the inclusion of bark in the diet and magnesium, the response was quadratic ($P < 0.10$). The urinary concentrations of potassium and chlorine decreased linearly ($P < 0.10$) with the inclusion of the soybeans hulls. The intake of water has not increased ($P > 0.01$) depending on the addition of bark, but urine volume, rate of formation of urine and excreta fractional rates of urea, calcium, potassium and chlorine increased linearly ($P < 0.10$) with the levels of soybean hulls. The inclusion of the soybean hulls in the diet of goats provided no imbalance of macrominerals: calcium, phosphorus, chlorine and sodium, but led to decrease in urine volume and rate of formation of urine.

KEYWORDS: digestibility, urinary excretion, macrominerals, metabolism

INTRODUÇÃO

Em regiões de clima semi-árido como o Nordeste brasileiro, a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) vem sendo utilizada, principalmente, na alimentação animal e representa uma reserva estratégica de nutrientes e água para os longos períodos de estiagem.

A palma forrageira apresenta em sua composição química baixos teores de matéria seca e proteína e elevados de carboidratos, minerais e água, que variam de acordo com a espécie, idade dos artigos e época do ano (Santos, et al., 2005). Outra característica dessa forrageira é sua elevada digestibilidade. Segundo Melo (2006), a palma forrageira apresenta em média 64,66% de nutrientes digestíveis totais (NDT), quantidade esta superior à silagem de milho e a maioria dos alimentos volumosos utilizados na ração animal no sertão nordestino. No entanto, a alta proporção de carboidratos não fibrosos pode ocasionar baixo consumo de matéria seca (MS), diarreias e perda de peso no animal quando não associada a uma fonte de fibra fisicamente efetiva.

De acordo com Santos et al. (2005), seu percentual de cálcio é alto, porém os níveis de sódio e fósforo são baixos. A concentração de cálcio (Ca) varia de 10,0 a 86,6 g/kg de matéria seca (MS) e os níveis de fósforo (P), entre 0,4 a 2,0 g/kg MS, o que resulta em uma relação Ca:P extremamente alta. O desbalanço na relação desses minerais está relacionado com a redução no consumo de matéria seca e o aparecimento de cálculos renais. A relação K: Na na palma forrageira também é alta, embora possa variar largamente, devido à variação no teor de K 10,9 a 25,8 g/Kg de MS (Santos, et al., 2005). De acordo com Martin (1993), essa relação deve variar de 3 a 4: 1, acima disso pode levar o animal a um quadro de tetania.

A casca de soja é um subproduto do processamento da soja que se destaca por apresentar elevado teor de fibra digestível, sendo considerado como um volumoso concentrado. Segundo Moore et al. (2002) grande parte desta fibra é composta por celulose e hemicelulose, com pouca lignina, o que faz da casca de soja uma excelente fonte de fibra prontamente digestível no rúmen. Esse fornecimento de energia oriundo da digestibilidade da casca pode favorecer o aproveitamento dos demais nutrientes da dieta e inclusive dos minerais.

Os mecanismos de absorção e utilização dos minerais ainda não são totalmente conhecidos, inter-relações entre os minerais e com outros compostos dificultam seu estudo (Underwood & Suttle, 1999).

A presença de ácidos orgânicos, como o oxalato, pode reduzir a biodisponibilidade dos minerais. Conforme Jame et al. (1968), a presença de ácido oxálico na palma forma sais insolúveis com o cálcio, potássio, magnésio e sódio e pode afetar a ingestão e digestão em ovinos alimentados com dietas à base de palma forrageira.

O alto percentual de água que essa forrageira possui é uma característica favorável em regiões áridas e semi-áridas, onde muitas vezes, a palma forrageira constitui a única fonte de água disponível para o animal. Em consequência, têm sido verificados reduções na ingestão de água por vários autores que utilizaram a palma forrageira na alimentação de diferentes espécies animais (Ben Salem et al., 2005; Vieira et al., 2007; Gebremariam et al., 2006) e, dependendo do seu percentual na dieta, a ingestão de água pelos animais supera em muito os requerimentos hídricos dos animais (Ramos et al., 2006).

O excesso de água da palma forrageira é comumente correlacionado com aumento no volume urinário pelos animais. Contudo, seus níveis de minerais também podem estar ligados a esse efeito diurético, já que o balanço na relação dos minerais tem implicações sobre o funcionamento renal e a diurese. A palma tem efeito diurético *per se* ou componentes presentes na palma têm efeitos diuréticos? Praticamente não há trabalhos na literatura abordando as implicações do elevado teor de água e minerais da palma forrageira sobre a função renal em animais.

De acordo com Szentmihályi (1998), além da água outras substâncias orgânicas (flavonoides, saponinas, vitamina C) e alguns minerais com Mg e K presentes nas plantas são utilizadas na farmacologia tradicional como diuréticos.

Segundo Magaldi (1996), os rins identificam quando há deficiência ou excesso de água e eletrólitos específicos, e responde alterando o ritmo de reabsorção ou secreção dessas substâncias, podendo então, através de mecanismos específicos, produzirem urina concentrada ou diluída em relação ao plasma.

Indicadores bioquímicos como a osmolaridade plasmática e a creatinina são variáveis importantes para medir o funcionamento renal. A creatinina por ser uma substância livremente filtrada nos rins e ser excretada a uma taxa constante no plasma,

sua concentração pode ser utilizada para medir a capacidade de filtração glomerular. Se a função renal estiver alterada os níveis de creatinina plasmática aumentam. Por outro lado, o aumento na osmolaridade plasmática interfere na manutenção do equilíbrio hídrico e de eletrólitos entre os fluidos corporais, podendo afetar o funcionamento renal.

O objetivo do trabalho foi avaliar o balanço de minerais e função renal em caprinos submetidos a dietas com elevada proporção de palma forrageira e diferentes níveis casca de soja em substituição ao feno de tifton.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Utilizaram-se cinco caprinos, adultos, castrados, sem padrão racial definido, com peso vivo médio de 40 kg, dispendo de cânula ruminal permanente. Os animais foram alojados em baias individuais, providas de comedouro e bebedouro e submetidos a controle de endo e ectoparasitas antes de cada período experimental.

O delineamento experimental foi o quadrado latino 5 x 5 (sendo 5 dietas e 5 períodos). As dietas experimentais eram compostas por palma forrageira cultivar gigante (*Opuntia ficus-indica*, Mill), feno de tifton (*Cynodon dactylon*), farelo e casca de soja (*Glycine max* (L.), uréia pecuária e sal mineral. A composição química dos ingredientes utilizados na dieta está apresentada na Tabela 1 e a composição percentual e química das dietas está descritas na Tabela 2.

Tabela 1- Composição química dos ingredientes das dietas

Composição química (% MS)	Alimentos				
	Feno de Tifto	Casca de Soja	Palma Forrageira	Farelo de Soja	Sal Mineral
Matéria seca	91,68	90,28	8,17	89,07	-
Matéria Orgânica	92,11	95,30	86,37	92,73	-
Proteína bruta	7,37	15,27	5,04	51,43	-
Estrato etéreo	1,87	1,96	2,41	2,07	-
Fibra em detergente neutro	73,67	72,38	29,08	15,23	-
Carboidratos não fibrosos	9,20	5,68	49,89	23,99	-
Matéria mineral	7,89	4,70	13,63	7,27	-
Cálcio	3,0	3,01	4,56	2,58	17,93
Fósforo	0,11	0,17	0,18	0,46	4,3
Magnésio	0,59	0,60	1,82	0,63	2,07
Cloro	1,18	0,20	0,66	0,20	21,0
Sódio	0,07	0,01	0,03	0,01	12,96
Potássio	1,67	1,18	1,44	1,78	2,66

Tabela 2- Composição percentual e química das dietas

Ingredientes	Níveis de casca de soja (%)				
	0	6,25	12,5	18,75	25,0
Feno de tifton	25,0	18,75	12,5	6,25	0
Casca de soja	0	6,25	12,5	18,75	25,0
Palma forrageira	60	60	60	60	60
Farelo de soja	13,4	13,6	13,8	14	14
Uréia pecuária	0,6	0,4	0,2	0	0
Sal mineral	1	1	1	1	1
Nutrientes	Composição química				
Matéria seca (%)	12,83	12,84	12,84	12,78	12,83
Matéria Orgânica (%)	90,01	90,02	90,03	90,04	90,23
Proteína bruta (% MS)	12,33	12,91	13,51	13,55	13,99
Estrato etéreo (%MS)	2,19	2,20	2,21	2,22	2,23
Fibra em detergente neutro (%MS)	37,88	37,85	37,80	37,73	37,67
Carboidratos não fibrosos (% MS)	35,42	35,25	35,08	34,90	34,68
Matéria mineral (% MS)	12,13	11,94	11,76	11,57	11,37
Cálcio (% MS)	3,95	3,99	3,96	4,03	4,03
Fósforo (% MS)	0,22	0,24	0,24	0,25	0,26
Magnésio (%MS)	1,34	1,35	1,34	1,35	1,35
Cloro (% MS)	0,94	0,87	0,78	0,75	0,68
Sódio (%MS)	0,12	0,16	0,15	0,15	0,15
Potássio (%MS)	1,54	1,52	1,48	1,47	1,44
Relação Ca: P	17,77	16,27	16,27	15,85	15,64
Relação K: Na	13,14	9,35	10,20	9,45	9,47

Cada período experimental teve duração de 18 dias, sendo 7 dias de adaptação e 11 dias para coleta de amostra e dados. Durante os três primeiros dias consecutivos do período de coleta foram retiradas amostras dos ingredientes das dietas, sobras, fezes (direto da ampola retal dos animais) e água para a determinação do consumo e digestibilidade de nutrientes e balanço de minerais. No décimo sétimo e décimo oitavo dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de urina e sangue para determinação da concentração de Na, K, P, Cl, Ca, Mg, uréia, creatinina e glicose. Em cada período essas amostras foram identificadas e acondicionadas em freezer a -20° C para posteriores análises.

As dietas foram oferecidas duas vezes ao dia (8 e 15 horas), em forma de ração completa, permitindo sobras de 20%. As amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas em estufa de circulação forçada (55°C), por 72 horas e moídas em moinho tipo Wiley, passando por peneiras de 1 mm. Para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), foram utilizadas metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) foi empregada a metodologia descrita por Van Soest (1991) e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF), foram estimadas segundo fórmula descrita por Hall et al. (1999), onde: $CNF = 100\% - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%MM)$.

O consumo voluntário de matéria seca e dos diferentes nutrientes foram calculados mediante a diferença entre as quantidades oferecidas e refugadas. Para determinação do coeficiente de digestibilidade utilizou-se a diferença entre o consumo de nutriente da dieta e o excretado nas fezes.

A ingestão do elemento mineral foi calculada pela diferença entre a quantidade do mineral oferecido e sua sobra. A absorção foi determinada pela quantidade ingerida do mineral menos o mineral que foi excretado nas fezes, e para calcular o mineral retido foi utilizada a diferença entre o mineral ingerido e o mineral excretado nas fezes e na urina.

A ingestão de água foi mensurada mediante o cálculo da diferença entre a quantidade de água ofertada e sua sobra, descontando-se, ainda, a água perdida por evaporação. Para obtenção das perdas de água por evaporação foram utilizados baldes com a mesma quantidade de água, distribuídos no galpão experimental. Por diferença de peso em vinte e quatro horas, quantificou-se a perda média de evaporação.

A produção de matéria seca fecal foi estimada utilizando o óxido crômico (Fenton & Fenton, 1979), fornecido três dias antes do período de coleta. Foram oferecidos 5 gramas de óxido crômico, antes do arraçoamento, pela manhã e à tarde, em cartucho de papel, por via oral. As fezes foram coletadas pela manhã e à tarde após o período de alimentação, com o uso de bolsas plásticas tipo colonostomia com orifício de 65 mm. As amostras foram congeladas em freezer a -20°C. A produção de matéria seca fecal foi estimada mediante a quantidade do marcador ingerido e sua excreção nas fezes.

As amostras de urina foram obtidas por micção espontânea durante vinte e quatro horas, com o uso de bolsas plásticas tipo colonostomia com orifício de 65 mm, adaptadas, com cola adesiva na região prepucial, para evitar perdas de conteúdo urinário. Após a micção, a urina era colocada em um balde contendo 100 mL de H₂SO₄ a 10%, a fim de inativar a atividade bacteriana. As amostras foram armazenadas em freezer a -20° C para posterior análise dos minerais

Amostras de sangue de cada animal foram coletadas quatro horas após a alimentação, por punção da veia jugular externa, utilizando-se tubos de "vacutainer" sem anticoagulante para a determinação de Na, K, P, Cl, Ca e Mg e com coagulante a base de heparina para a determinação da creatinina e uréia e a base de fluoreto para a glicose. O sangue era centrifugados a 3.500 rpm durante 10 minutos, acondicionados em tubos tipo endorff de 1,5 mL e armazenados em freezer a -20° C.

Para determinação dos minerais nos alimentos, nas sobras e nas fezes as amostras pré-secas e moídas foram submetidas à digestão nítrico-perclórica (AOC, 1990).

O sódio e potássio foram determinados por fotometria de chama; o fósforo pelo método colorimétrico do molibdato de amônia; a determinação de cálcio e magnésio através de espectrofotômetro de absorção atômica (AOC, 1990).

Para determinação do cloro nas amostras de água, fezes, alimentos utilizou-se a titulometria do nitrato de prata pelo método de Mohr (Malavolta et al, 1989), sendo o Cl sérico e da urina determinado por kit colorimétrico comercial (Doles®).

Para determinações das concentrações de creatinina, uréia e glicose no sangue e na urina foram utilizados kits colorimétricos comerciais (Doles®).

A osmolaridade plasmática foi estimada pela equação descrita por Andrews e Grindem (2000), citados por Geovú et al. (2006), em que:

$$\text{OsmP (mmol/L)} = [1.86 (\text{Na}_{\text{mEq/L}} + \text{K}_{\text{mEq/L}})] + [\text{glicose}_{\text{mg/dL}} / 18] + [\text{uréia}_{\text{mg/dL}} / 2.8]$$

Os índices urinários foram calculados segundo as fórmulas descritas Garry et al (1990) e ajustada para o peso metabólico animal por Chen et al. (1990), sendo:

A taxa de depuração endógena da creatinina (TDECr), a taxa de excreção fracional (TEF) e o índice de excreção urinária de “y” substâncias (IEUy): uréia, Na, K, Ca, Mg, P e Cl calculados, respectivamente por:

$$\text{TDECr (mL/min/PV}^{0,75}) = [(\text{CrU} \times \text{Vu})/\text{CrP}]/\text{PV}^{0,75}$$

$$\text{TEFy (\%)} = [(\text{Uy}/\text{Sy})/(\text{CrU}/\text{CrS})] \times 100$$

$$\text{IEUy (mmol/L)} = (\text{Sy}/\text{CrU}) \times \text{PV}^{0,75}$$

CrU – concentração de creatinina na urina;

Vu – Volume urinário (mL/minuto);

CrP – concentração de creatinina no plasma;

Uy – concentração urinária de y substâncias;

Sy – concentração sérica de y substâncias;

Os dados foram submetidos à análise de variância, regressão e correlação utilizando-se o Statistical Analysis System Institute (SAS, 2001). Com nível de 10% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição de casca de soja não teve efeito significativo sobre a ingestão de matéria seca, matéria orgânica, carboidratos não fibrosos e extrato etéreo e fibra em detergente neutro, embora essas variáveis tenham apresentado tendência a diminuir com a adição da casca de soja na dieta. Fato provavelmente relacionado com o atendimento mais rápido dos requerimentos energéticos pelo animal. Contudo, o consumo de proteína aumentou linearmente ($P < 0,05$) com a adição da casca de soja e o consumo de matéria mineral diminuiu linearmente ($P < 0,10$), Tabela 3.

Verificou-se que os teores de proteína na composição da dieta (Tabela 2) aumentaram com a inclusão da casca de soja, de 12,33% para a dieta sem casca de soja até 13,99% para o nível máximo de inclusão desse ingrediente na dieta (25%). Isso explica o aumento na ingestão de proteína, ainda que o consumo de matéria seca não tenha diferido. Comportamento semelhante foi observado para o consumo de matéria

mineral que diminuiu linearmente com a adição da casca de soja nas dietas experimentais.

Efeitos favoráveis do uso da casca de soja foram encontrados por Morais et al. (2006) avaliando a adição da casca de soja em substituição ao feno de coastcross na alimentação de boregas. Os autores observaram aumento do consumo e digestibilidade da matéria seca, da matéria orgânica, da fibra em detergente neutro, da hemicelulose, e sobre o consumo da fibra em detergente ácido com o uso da casca de soja.

Aumentos lineares ($P < 0,10$) na digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e carboidratos não fibrosos também foram observados com a inclusão da casca de soja (Tabela 3). Esses incrementos na digestibilidade dos nutrientes podem ser atribuídos à maior digestibilidade e conseqüente disponibilidade de energia da casca de soja que, apesar de apresentar alto teor de fibra em detergente neutro, boa parte é composta por celulose e hemicelulose, podendo ser utilizada pelos microrganismos do rúmen (Moore et al., 2002).

Souza (2008) avaliando a inclusão do feno de tifton nas mesmas proporções estudadas nesse trabalho (0; 6,25; 12,5; 18,75 e 25 %) em dietas a base de palma, relatou o esvaziamento quase que total do rúmen, antes da primeira alimentação, dos animais submetidos ao tratamento sem feno e com casca de soja. O autor alertou sobre a utilização do tipo de fibra da dieta em rações com altos percentuais de palma, uma vez que este ingrediente apresenta elevados teores de carboidratos não fibrosos e elevado coeficiente de digestibilidade da matéria seca.

Tabela 3- Consumo e digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e carboidratos não fibrosos (FDN), extrato etéreo (EE) carboidratos não fibrosos (CNF) e matéria mineral (MM) em caprinos recebendo diferentes níveis de casca de soja em substituição do feno de tifton em dietas à base de palma forrageira

Variáveis	Níveis de Casca de Soja (%)					L	Q	R ²	CV
	0	6,25	12,5	18,75	25				
Ingestão									
IMS (g/d)			1101,1			ns	ns	0,69	14,34
	1252,95	1136,57	1	1281,42	1104,51				
MO (g/d)	1143,12	992,19	932,68	1139,54	997,63	ns	ns	0,64	15,23
PB (g/d)	144,70	148,08	152,11	183,58	165,31	0,039	ns	0,75	13,54
FDN (g/d)	454,73	385,60	378,40	463,22	399,38	ns	ns	0,68	18,01
CNF (g/d)	887,31	892,13	833,77	940,62	815,59	ns	ns	0,72	11,13
EE (g/d)	27,50	25,64	25,75	29,27	25,81	ns	ns	0,92	11,15
MM (g/d)	134,34	138,82	123,28	141,85	125,46	0,091	ns	0,79	16,78
Digestibilidade									
MS (%)	67,28	74,03	71,03	79,26	75,17	0,079	ns	0,63	7,43
MO (%)	77,65	77,33	73,36	81,63	79,02	0,075	ns	0,67	5,73
PB (%)	74,86	79,50	78,01	82,56	81,45	0,070	ns	0,66	5,86
FDN (%)	48,30	55,62	50,93	66,51	60,18	ns	ns	0,69	19,64
CNF (%)	95,28	97,38	97,10	98,67	98,26	0,001	ns	0,78	0,94

A fibra é importante na manutenção das condições ideais do rúmen, favorece os processos de ruminação e o tamponamento ruminal. Na literatura são relatados casos de animais com significativa modificação dos aspectos organolépticos da MS fecal, sendo estas com aspecto pastoso a líquido, a depender do percentual de palma incorporado na dieta total e problemas digestivos na utilização da palma forrageira quando os teores de fibra não são corrigidos.

A relação Ca:P da dieta diminuiu com a diminuição da casca de soja (Tabela 2) e foi correlacionada negativamente ($P < 0,01$) com a digestibilidade de MS ($r = -0,68$), MO ($r = -0,66$), PB ($r = -0,61$), FDN ($r = -0,61$) e CNF ($r = -0,76$). De acordo com a análise de regressão a digestibilidade da MS, PB, FDN e CNF aumentaram linearmente ($P < 0,01$) com a redução da relação Ca:P das dietas.

Nos ruminantes quando a relação Ca: P excede a 7:1, ou é menor que 1:1 (NRC, 2001) pode ocasionar o aparecimento de cálculos renais, afetar o consumo e o desempenho animal. Em dieta à base de palma forrageira, embora os níveis de cálcio sejam elevados, vários autores atribuem ausência de intoxicação desse mineral em virtude da presença do oxalato, que ao se ligar ao cálcio, torna-o indisponível ao animal.

A digestibilidade da PB apresentou correlações positivas ($P < 0,05$) com o consumo do Na e do K ($r = 0,40$ e $r = 0,41$, respectivamente). Cabe lembrar que esses minerais atuam na permeabilidade da membrana celular, importante nos mecanismos de absorção dos aminoácidos, pirimidinas e sais biliares (Reece, 1996).

As concentrações sanguíneas e urinárias dos minerais, creatinina, uréia e glicose são apresentadas na Tabela 4. Os níveis séricos do cálcio aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão da casca de soja, porém para os níveis de magnésio apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,10$). Os teores de Ca das dietas foram diferentes estatisticamente. No entanto, a relação Ca:P das dietas diminuiu linearmente em função da substituição do feno pela casca de soja (Tabela 2), o que pode ter favorecido a absorção desse elemento.

Embora a concentração sanguínea do Ca tenha aumentado, esses níveis são considerados normais. Na maioria das espécies, o nível plasmático normal de cálcio varia de 8,5 a 11,5 mg/dL (Reece, 1996; Church, 1993; Pereira & Berchielle, 2006), próximo aos valores médios encontrado neste trabalho que foi de 7,37 mg/dL. Os níveis plasmáticos do Ca são regulados por mecanismos homeostáticos e sua concentração sanguínea não representa a verdadeira condição nutricional do animal. De acordo com Gonzáles & Silva (1999), isso ocorre porque reduções nos níveis séricos de Ca provocam liberação do hormônio da paratireóide (PTH) que promove o aumento sanguíneo do Ca, através da diminuição da excreção renal, aumento da absorção intestinal e da mobilização óssea do Ca. Por outro lado, quando os níveis de Ca estão altos, aumenta a calcitonina que inibe a reabsorção do Ca.

Tabela 4- Concentrações sanguínea e urinária de minerais e da creatinina, uréia e glicose em caprinos recebendo diferentes níveis de casca de soja em substituição ao feno de tifton em dietas à base de palma forrageira

Variáveis	Níveis de Casca de Soja (%)					L	Q	R ²	CV
	0	6,25	12,5	18,75	25				
Sangue									
Na (mEq/L)	125,57	141,18	102,77	117,15	129,32	ns	ns	0,51	25,27
K (mEq/L)	6,44	5,78	5,55	5,20	5,71	ns	ns	0,63	16,52
Cl (mEq/L)	138,50	159,55	143,31	147,70	147,85	ns	ns	0,48	8,56
Ca (mg/dL)	5,77	7,37	7,44	8,23	8,12	0,030	ns	0,50	18,74
P (mg/dL)	1,62	1,71	1,65	1,06	1,75	ns	ns	0,59	31,27
Mg (mg/dL)	5,92	5,17	4,95	5,57	5,66	ns	0,088	0,65	15,90
Creatinina (mg/dL)	2,32	2,23	2,18	1,87	1,94	ns	ns	0,81	22,97
Uréia (mg/dL)	23,62	31,20	26,47	23,09	37,97	ns	ns	0,55	26,53
Glicose (mg/dL)	57,95	67,0	65,06	72,39	65,39	ns	na	0,65	9,67
Urina									
Na (mEq/L)	0,64	1,80	0,54	0,15	0,40	ns	ns	0,61	225,66
K (mEq/L)	172,97	181,15	181,79	187,50	137,18	0,010	0,047	0,83	13,38
Cl (mEq/L)	40,84	43,55	36,45	35,21	21,39	0,006	ns	0,82	24,61
Ca (mg/dL)	27,86	35,55	29,46	37,05	32,95	ns	ns	0,57	25,70
P (mg/dL)	0,08	0,09	0,11	0,11	0,14	ns	ns	0,61	32,86
Mg (mg/dL)	90,86	89,63	108,83	98,12	105,87	ns	ns	0,46	28,28
Creatinina (mg/dL)	20,81	23,61	20,76	26,56	24,82	ns	ns	0,68	16,37
Uréia (mg/dL)	344,61	483,79	327,71	422,97	330,19	ns	ns	0,62	35,56

Os níveis de magnésio na dieta não diferiram, mas o K e a relação K: Na na dieta variaram respectivamente de forma linear e quadrática ($P < 0,01$) com a adição da casca de soja (Tabela 2).

A literatura aponta efeito antagônico entre Mg, K e Na; excesso de potássio e baixas concentrações de Na inibem a absorção intestinal de Mg e pode levar facilmente a hipomagnesemia. Segundo Pereira & Berchielle (2006) a elevada concentração de K despolariza a membrana e aumenta a diferença de potencial trans-epitelial, reduzindo a força eletromotiva que induz a entrada de Mg no citoplasma. Porém, no presente trabalho as concentrações sanguíneas do Mg estavam bem acima (5,47 mg/dL) dos valores considerados normais (1,8 a 2,4 mg/dL), segundo Contreras (2000) e Pereira & Berchielle (2006).

Como nas dietas os níveis de Mg estavam próximos dos níveis de K não houve desequilíbrio na relação desses minerais. O efeito da concentração absoluta de Na e K é menos importante do que o da relação K: Na sobre a absorção do Mg (Church, 1993).

As concentrações urinárias do potássio e do cloro diminuíram linearmente ($P < 0,01$) com a adição da casca de soja (Tabela 4). Nas dietas, os teores desses minerais também diminuíram à medida que ia sendo adicionada a casca de soja.

Vieira et al. (2007) avaliando níveis (37,3 a 76,5%) de palma forrageira em dietas para caprinos também não observaram feitos sobre a concentração urinária de Na. Porém, a concentração e excreção urinária de K diminuíram linearmente com a adição de palma na dieta. Também Vaz (2008) avaliando a retirada da palma na dieta a cada dois dias (60% a 0% de palma) também não observou efeito na concentração urinária do Na, mas a concentração urinária do K aumentou linearmente com substituição da palma pelo feno e o volume urinário diminuiu.

Os valores médios de glicose e a concentração urinária de creatinina e uréia (65,58 mg/dL; 23,27 mg/dL e 381,16 mg/dL, respectivamente) estão próximos aos que foram encontrados por Vaz (2008) em caprinos alimentados com 60% de palma forrageira na dieta. Os teores sanguíneos de creatinina encontrados estão dentro dos valores considerados normais, 1 a 2 mg/dL (Reece, 1996). A creatinina é uma substância originária do metabolismo muscular (fosfocreatina) livremente filtrada pelos néfrons e sua concentração reflete a condição do funcionamento renal.

De acordo com os fluxos de entrada e saída do Na, Ca, P e CL, apresentados na Tabela 5, foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) da adição da casca de soja sobre a ingestão e absorção do Na. O comportamento quadrático da ingestão de Na não teve efeito significativo na retenção desse elemento.

Estudo realizado por Araújo et al. (1997) encontraram coeficientes de absorção do sódio acima de 90%, valores próximos ao encontrado nesse trabalho. Isso ocorre porque o Na é rapidamente solubilizado e absorvido no rúmen, sua absorção corre em resposta a pressão osmótica da parede ruminal e no intestino pelo transporte ativo da bomba de Na e K ATPase (Church, 1993 ; Gonzáles, 2000).

Tabela 5- Balanço de minerais em caprinos recebendo diferentes níveis de casca de soja em substituição ao feno de tifton em dietas à base de palma forrageira

Variáveis	Níveis de Casca de Soja (%)					L	Q	R ²	CV
	0	6,25	12,5	18,75	25				
Sódio									
Ingestão (g/d)	1,19	1,78	1,73	2,02	1,70	0,069	0,016	0,77	17,91
Fezes (g/d)	0,18	0,11	0,09	0,09	0,09	0,033	0,076	0,74	34,51
Absorção (g/d)	1,01	1,67	1,63	1,93	1,61	0,045	0,008	0,78	18,51
Absorvido (%)	84,87	93,74	93,88	95,84	94,58	0,007	0,005	0,81	2,94
Urina (g/d)	0,08	0,27	0,53	0,01	0,05	ns	ns	0,61	239,03
Retido (g/d)	0,93	1,40	1,10	1,92	1,46	ns	ns	0,47	44,45
Retido (%) ¹	78,35	81,17	69,20	95,19	91,87	ns	ns	0,64	25,80
Cálcio									
Ingestão (g/d)	49,74	35,91	35,79	45,37	40,02	ns	ns	0,65	27,08
Fezes (g/d)	25,85	17,01	16,57	16,62	16,73	ns	ns	0,74	25,50
Absorção (g/d)	23,89	18,90	19,22	28,75	23,29	ns	ns	0,69	38,30
Absorvido (%)	46,56	52,40	51,43	61,26	56,43	ns	ns	0,74	18,35
Urina (g/d)	1,56	1,83	1,50	1,37	1,34	0,049	ns	0,65	18,26
Retido (g/d)	22,23	17,08	17,73	27,38	21,95	ns	ns	0,70	40,84
Retido (%)	43,12	47,14	46,78	57,60	52,98	ns	ns	0,75	20,51
Fósforo									
Ingestão (g/d)	2,75	2,73	2,55	3,20	3,08	ns	ns	0,69	17,16
Fezes (g/d)	1,59	1,61	1,44	1,68	1,32	ns	ns	0,68	31,69
Absorção (g/d)	1,15	1,12	1,11	1,52	1,76	0,044	0,093	0,73	29,35
Absorção (%)	45,36	38,56	42,64	49,95	57,05	ns	ns	0,64	30,48
Urina (g/d)	0,004	0,01	0,01	0,004	0,01	ns	ns	0,63	34,43
Retido (g/d)	1,15	1,12	1,11	1,53	1,76	0,044	0,093	0,73	29,47
Retido (%)	45,19	38,35	42,64	49,82	56,86	ns	ns	0,64	30,63
Cloro									
Ingestão (g/d)	11,43	11,84	9,62	10,92	8,28	0,009	ns	0,85	16,07
Fezes (g/d)	0,14	0,23	0,21	0,27	0,27	ns	ns	0,34	58,35
Absorção (g/d)	11,29	11,61	9,41	10,66	8,02	0,007	ns	0,85	16,37
Absorvido (%)	78,95	97,90	97,66	97,65	96,51	0,033	ns	0,46	1,34
Urina (g/d)	6,60	7,70	6,34	4,75	2,63	<0001	ns	0,83	24,0
Retido (g/d)	4,69	3,91	3,07	5,91	5,39	ns	ns	0,58	47,32
Retido (%)	32,87	32,26	29,58	51,61	63,77	0,001	0,056	0,65	35,55

1- percentual do ingerido

A excreção fecal de Na diminuiu linearmente ($P < 0,10$) com o aumento da casca de soja, porém, não teve efeito sobre a excreção urinária. As perdas diminuíram porque a absorção e a retenção desse mineral aumentaram. No entanto, em termos absolutos a excreção fecal do Na foi superior à excreção urinária, o que geralmente ocorre de forma

inversa. A menor excreção urinária do Na pode ter ocorrido pela ativação de algum mecanismo renal de retenção de Na.

De acordo com Reece (1996), a concentração plasmática de K é o principal estímulo para a secreção de aldosterona que estimula a reabsorção de Na. Isso ocorre porque com a reabsorção do Na aumenta o diferencial de potencial transepitelial, ou seja, o lúmen fica negativo favorecendo a difusão do K das células tubulares para o lúmen onde é excretado na urina.

A excreção fecal de Na apresentou correlação positiva ($P < 0,01$) com a absorção ($r = 0,70$) do Cl. A análise de regressão mostrou comportamento quadrático para a excreção fecal de Na com a ingestão e absorção do Cl (Figura 1). Na forma de NaCl estes minerais encontram-se interligados e atuam principalmente na manutenção do equilíbrio hídrico corporal.

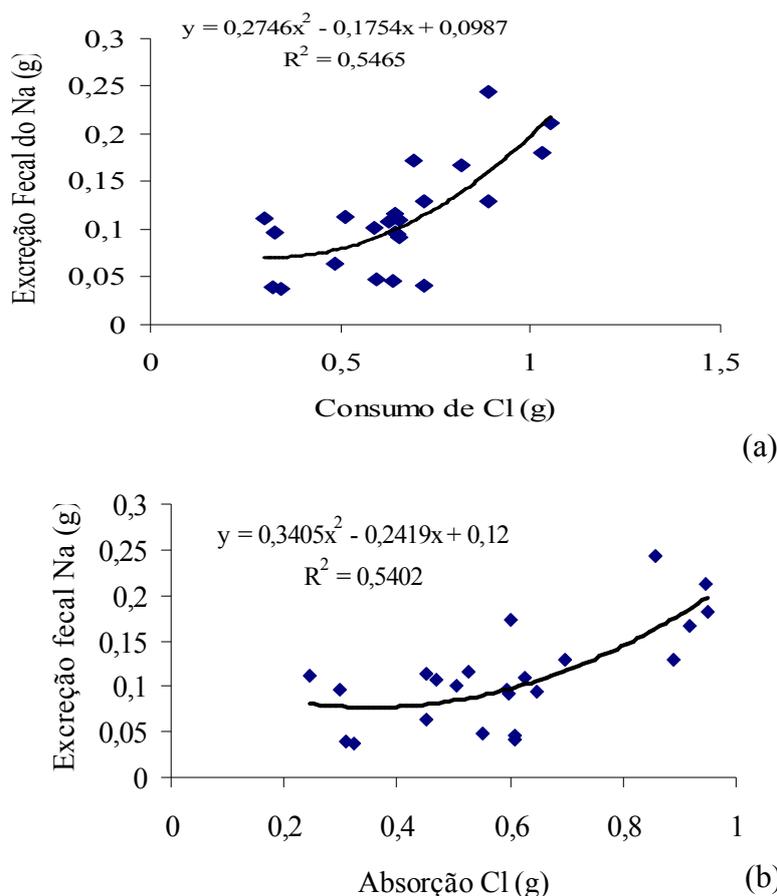


Figura 1- Excreção fecal de Na em função do consumo Cl (a) e a absorção de Cl (b) em caprinos recebendo diferentes níveis de casca de soja e palma forrageira

A excreção urinária do Ca diminuiu linearmente ($P < 0,05$) com a adição da casca de soja na dieta (Tabela 5), embora as dietas (Tabela 2) tenham apresentado comportamento quadrático ($P < 0,05$). Apesar da excreção fecal não ter diferido estatisticamente foi superior a excreção urinária. O consumo de Ca foi correlacionado positivamente ($P < 0,05$) com sua excreção fecal ($r = 0,57$), mas não apresentou correlação significativa para sua excreção urinária. O que indica que o aumento na ingestão de Ca também aumenta sua excreção fecal.

Sousa (1997) avaliando o balanço de cálcio em caprinos da raça Alpina em crescimento recebendo dietas com de 0,00, 0,20 e 0,51 % Ca verificou que a excreção fecal de Ca aumentou linearmente em função do aumento na ingestão de Ca.

Queiroz et al. (2000) utilizando níveis de fósforo de 0,12; 0,21 e 0,29% em dietas para caprinos em crescimento, observaram redução na ingestão de Ca e aumento das excreções fecais do mineral, acarretando balanço negativo. Resultado semelhante foi encontrado por Braithwaite (1985), trabalhando com níveis crescentes de P e ingestões constantes de Ca, se observou menor coeficiente de absorção para a dieta baixa em P, havendo redução do coeficiente de absorção aparente do Ca com o aumento dos níveis de P.

Os níveis elevados de Ca e da relação Ca: P da dieta não afetou o balanço de fósforo. A absorção e retenção em gramas por dia aumentou linearmente ($P < 0,05$) com a adição da casca de soja, porém a relação Ca: P diminuiu linearmente com a adição da casca de soja ($P < 0,01$).

A ingestão, absorção e excreção urinária do Cl diminuíram linearmente ($P < 0,05$) com a adição de casca de soja nas dietas, já a retenção aumentou linearmente ($P < 0,05$) com a casca de soja. Os animais submetidos às dietas com mais feno de tifton apresentaram maior ingestão de cloro e conseqüentemente maior absorção, contudo em termos percentuais do ingerido sua retenção diminuiu, isso pode ter ocorrido pela saturação na capacidade de utilização desse mineral.

Os valores médios de ingestão de água, volume urinário e excreção fecal de água são descritos na Tabela 6. A ingestão de água pelos animais não foi influenciada pelos níveis de inclusão de casca de soja na dieta. Fato esperado, pois o nível de palma forrageira na dieta era constante (60%) e que é rica em água (90% de sua composição). A água via alimento foi a principal forma de ingestão de água e a água de bebida representou menos de um ponto percentual da água ingerida pelos animais.

Gebremariam et al. (2006) verificaram redução na ingestão de água de 1,02 para 0,28 litros com inclusão de palma em dietas para ovinos. Tegegne et al. (2007) trabalhando com níveis de suplementação de palma em dietas para ovinos, a ingestão de água de bebida reduziu de 1226,0 para 6,0 mL/dia quando o nível de inclusão de palma foi de 80%. Viera et al. (2007) avaliando a ingestão de água em caprinos recebendo 67% de palma forrageira na dieta obtiveram valores de ingestão de água, kg/kg de matéria seca e em gramas por peso metabólico (7,89 L; 7,75 e 470,08, respectivamente) próximos ao que foi encontrado nesse trabalho.

Tabela 6- Ingestão de água, volume urinário e excreção fecal de água em caprinos recebendo diferentes níveis de casca de soja em substituição ao feno de tifton em dietas à base de palma forrageira

Variáveis	% de Casca de Soja na dieta					P>F			
	0	6,25	12,5	18,75	25,0	L	Q	R ²	CV
Consumo de água									
Bebida (mL/d)	47,50	88,00	38,80	43,50	31,60	ns	ns	0,47	86,45
Dieta (L/d)	8,78	6,77	6,93	7,75	7,39	ns	ns	0,65	18,85
Total Kg/dia	8,83	6,86	6,97	7,79	7,42	ns	ns	0,66	18,46
Kg/Kg MS	6,74	6,05	6,59	6,03	6,64	ns	ns	0,85	06,55
g/PV ^{0,75}	570,01	506,32	477,86	506,32	478,32	ns	ns	0,54	21,38
Volume Urinário									
L/dia	5,87	5,17	5,22	3,80	4,44	0,003	ns	0,84	14,33
TFU ¹ (mL/min)	4,07	3,59	3,62	2,64	3,08	0,003	ns	0,84	14,33
Excreção de água									
Fezes (L/dia)	1,45	0,89	1,13	0,83	0,83	0,059	ns	0,68	31,02

¹ Taxa de Formação de Urina

O volume urinário e a taxa de formação da urina diminuíram linearmente (P<0,05) com a adição da casca de soja. Porém, não foi verificado aumento na ingestão de água. O aumento na produção de urina foi correlacionado positivamente (P<0,05) com a ingestão de matéria seca (r=0,46), consumo de potássio (r=0,54), relação K: Na

($r=0,63$) e consumo de água ($r=0,41$). A análise de regressão mostrou comportamento linear significativo ($P<0,05$) para essas variáveis e a produção de urina. A ingestão de K e a relação K: Na foi o fator que mais contribuiu para o aumento no volume urinário. Segundo Szentmihályi et al. (1997) aumentos dos íons de K são responsáveis mais freqüentes pelo efeito diurético de algumas plantas.

A diminuição na concentração de K na urina e no volume urinário (Tabela 4 e 6) em função dos níveis de substituição da casca de soja na dieta são indicativo que a diurese observada em animais alimentados com elevado percentual de palma forrageira não sejam reguladas apenas pela quantidade de água que esta fornece, mas por seus receptores osmóticos efetivos. Segundo Reece (1996), a diurese é o aumento na formação de urina causado pela retenção de água nos túbulos pelo aumento na pressão osmótica efetiva no lúmen tubular.

A excreção fecal de água diminuiu linearmente ($P<0,10$) com a adição da casca de soja. Esse aumento na excreção fecal de água está relacionado com o maior consumo de alimento já que os animais que recebiam feno ingeriram também mais água porque consumiam mais.

Para avaliação da função renal, os valores médios excreção de creatinina, uréia, osmolaridade plasmática, índice de excreção e taxa de excreção fracional dos minerais são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7- Excreção de creatinina, uréia, osmolaridade plasmática, índice de excreção urinária e fracional de minerais em caprinos recebendo diferentes níveis de casca de soja em substituição ao feno de tifton em dietas à base de palma forrageira

Variáveis	% de Casca de Soja na dieta					EPM	P>F		R ²
	0	6,25	12,5	18,75	25,0		L	Q	
Excreção Urinária									
Creatinina									
mg/PV/dia	30,22	29,53	28,14	25,47	26,22	0,75	0,004	ns	0,72
mg/PV ^{0,75} /dia	75,87	73,87	69,89	63,56	65,79	1,97	0,005	ns	0,75
Uréia									
mg/PV/dia	473,70	576,24	453,29	407,70	358,90	34,64	0,063	ns	0,80
mg/PV ^{0,75} /dia	3956,3	6237,8	5024,9	3087,6	3876,7	86,65	0,017	ns	0,78
Taxa de Depuração Endógena da Creatinina (mL/min/PV^{0,45})									
TDECr	2,53	2,65	2,69	2,76	2,61	0,22	ns	ns	0,78
Osmolaridade Plasmática									
OsmP(mmol/L)	256,02	257,47	214,77	239,95	2969,59	13,01	ns	ns	0,51
Índice de excreção urinária (mmol/L)									
Uréia	0,48	0,59	0,46	0,39	0,41	0,036	ns	ns	0,76
Sódio	0,01	0,02	0,03	0,003	0,001	0,0071	ns	ns	0,62
Potássio	1,51	1,42	1,50	0,90	1,07	0,073	0,0043	ns	0,73
Cloro	0,35	0,33	0,29	0,20	0,13	0,023	0,0002	0,089	0,80
Magnésio	0,33	0,26	0,38	0,20	0,31	0,018	ns	ns	0,43
Cálcio	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,0031	ns	ns	0,65
Fósforo	0,0002	0,0003	0,0003	0,0002	0,0003	0,00002	ns	ns	0,59
Taxa de Excreção Fracional (%)									
Uréia	158,42	134,36	132,33	124,62	92,32	0,19	0,051	ns	0,64
Sódio	0,04	0,11	0,58	0,01	0,02	0,12	ns	ns	0,53
Potássio	310,82	304,61	380,52	264,53	191,65	32,26	0,081	ns	0,59
Cloro	3,21	2,58	2,77	1,66	0,97	0,28	0,003	ns	0,71
Magnésio	188,92	152,46	224,62	114,64	145,58	17,21	ns	ns	0,57
Cálcio	49,76	52,33	41,03	29,26	31,26	3,60	0,006	ns	0,78
Fósforo	0,61	0,79	0,79	0,73	0,81	0,1	ns	ns	0,84

Vieira et al. (2007), avaliando a função renal de caprinos, observaram redução na excreção urinária com aumento da proporção de palma em dieta e sobre a excreção de creatinina em miligramas por dia.

A excreção de creatinina mg/PV por dia e mg/ PV^{0,75} por dia diminuíram linearmente com a adição da casca de soja. O aumento na excreção de creatinina foi correlacionado (P<0,01) positivamente com o volume urinário e TFU, excreção do K, excreção do Cl e negativamente com a retenção do P.

A taxa de depuração endógena da creatinina não foi alterada em função do nível de casca de soja na dieta e indica que essa substância está realmente sendo livremente filtrada.

A osmolaridade plasmática não sofreu efeito significativo da adição da casca de soja, mas o índice de excreção urinária do K e Cl diminuíram linearmente (P<0,05). Esse índice indica que maior quantidade de cloro e potássio está sendo eliminado na urina.

Efeito observado também para a taxa de fracional da uréia, cálcio, potássio e cloro diminuiu linearmente (P<0,10) em função da casca de soja na dieta. Porém, ao contrário da excreção urinária, a taxa de excreção fracional refere-se a fração da substância que foi filtrada pelo glomérulo e que é eliminado na urina. No entanto, nem toda substância que é filtrada é excretada na urina, conforme Reece (1996), quando a taxa de excreção fracional é igual a 1, a substância excretada foi somente filtrada; sendo menor que 1, a substância excretada foi filtrada e quando maior que 1 foi filtrada e secretada na urina.

A taxa de excreção da uréia e do potássio foram maiores que 1, indicando que essas substâncias foram filtradas e secretadas na urina. Por outro lado, a excreção fracional do cálcio, fósforo, sódio e cloro foram menores que 1, indicando que essas substâncias foram filtradas e em parte reabsorvidas.

CONCLUSÕES

A inclusão de casca de soja em substituição ao feno de tifton em dietas à base de palma forrageira não afetam o balanço de minerais, mas proporcionam aumento do volume urinário de caprinos, sem alterar a função renal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, G. G. L., et al. Consumo e absorção aparente e total de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de dietas com diferentes níveis de volumoso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de fora: SBZ, 1997.p.237-239.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY-AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: OAC, 1990.1298p.

BEN SALEM, H.; ABDULAI, H.; NEFZAOU, A. et al. Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *Inermis*). *Small Ruminant Research*, v. 59, p. 229-237, 2005.

BRAITHWAITE, G. D. Reviews of the progress of dairy science. Calcium and phosphorus metabolism in ruminants with special reference to parturient paresis. **Journal of Dairy Science**, v. 43, n. 3, p. 501-520, 1985.

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

CHURCH, D.C. **Fisiologia digestiva y nutrición de los rumiantes**, 4.ed. Zaragoza: Acribia, 1993, p.127-135.

CONTERRAS, P. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: GONZÁLES, F. H. D; BARCELOS, J; PATIÑO, H. O; RIBEIRO, L. A. Perfil metabólico em Ruminantes- seu uso em nutrição e doenças nutricionais. 2000, Rio Grande do Sul. **Anais...**Rio Grande do Sul, 2000.

FENTON, T. W.; FENTON, M. An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 59, n. 3, p.631, 1979.

GARRY, F. et al. Renal excretion of creatinine, electrolytes, protein, and enzymes in healthy sheep. **Animal Journal Veterinary Research**. v.51, n.3, p. 414-419. 1990.

GEBREMARIAM, T.; MELAKU, S.; YAMI, A. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus indica*) Inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, p.1-10, 2006.

GEOVÚ L.B.; COSTA, A.P.D.; DETMANN, B.E.; CARVALHO, C.S.P. Osmolalidade plasmática e osmol gap em equinos desidratados experimentalmente. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.744-748, 2006.

GONZÁLES, F. H. D. Indicadores sangüíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLES, F. H. D; BARCELOS, J; PATIÑO, H. O; RIBEIRO, L. A. Perfil metabólico em Ruminantes- seu uso em nutrição e doenças nutricionais. 2000, Rio Grande do Sul. Anais.... Rio Grande do Sul, 2000.

GONZÁLEZ, F. H. D. & SILVA, S. C. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**. 1999. Disponível: <<http://www.ufrgs.br/favet/bioquimica/graduação/livro-texto.pdf>>. Acessado em 09 de nov. de 2007.

GUEGUEN, L.; DEMARQUILLY, C. Influence of the vegetative cycle and the growth stage on the mineral value of some herbage plants for adult sheep. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Secretaria, v. 1, p. 745-754, 1965.

HALL, M. B. ; HOOVER, W.H; JENNINGS, J.P. et al. A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal of Animal Science**, v.7, n.9, p.2079-2086, 1999.

JAMES, L.F.; STREET, J.C.; BUTCHER, J.E.; BINNS, W. Oxalate metabolism in sheep. I. Effect of low level Halogeton glomeratus intake on nutrient balance. **Journal Animal Science**, v. 27, p. 718-723, 1968.

MAGALDI, A. J. Revisão/Atualização em Fisiologia e Fisiopatologia Renal: Regulação hormonal da reabsorção de água no ducto colector. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**. v.4, n.18, p. 401-404. 1996.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989.

MARTIN, L.C.T. **Nutrição mineral de bovinos de corte**. São Paulo: Nobel, 1993, p. 39-88.

MELO, A. A. S. Utilização da Palma na alimentação animal. In: ZOOTEC. 2006, Recife. **Anais ... Recife**: 2006.

MORAIS, J. B.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C.; PACKER, I. U. Comportamento ingestivo de ovinos e digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas contendo casca de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1157-1164, 2006.

MOORE, J. A.; POORE, M. H.; LUGINBUHL, J.M. By-products feeds for meat goats: Effects on digestibility ruminal environment, and carcass characteristic. **Journal of animal Science**, v.20, p. 1752-1758, 2002.

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

PEREIRA, M. S. & BERCHIELLI, T. T, S. G. Minerais. In. BERCHIELLI, T.T .PIRES, A. V.; OLIVEIRA **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funesp, 2006. p.333-354.

QUEIROZ, A. C.; GOUVEIA, L. J.; PERREIRA, J. C.; RODRIGUES, M. T.; RESENDE, K. T.; SOUSA, H. M. H. Exigências Nutricionais de Caprinos da Raça Alpina em Crescimento. 1. Exigência Nutricional de Fósforo para Manutenção: Perdas Endógenas e Abate Comparativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.4, p.1205-1215, 2000.

RAMOS, A.O.; VERÁS, A. S. C.; FERREIRA, M.A.; AZEVEDO, M.; LIMA, L. E.; SILVA, R. R.; FOTIUS, A.C.A., MORAES, A. C. A.; PINTO, T.F.; SARAIVA, T. A. Consumo de água por vacas holandesas em lactação alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. In: ZOOTEC, 2006, Recife. **Anais...** Recife, 2006.

REECE, W. O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 999p.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; FARIAS, I.; BURITY, H. A.; TAVARES FILHO, J.J. Efeito do período de armazenamento pós colheita sobre o teor de matéria seca e composição química das palmas forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.6, p.777-783, 2005.

SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: MENEZES, R.C.S.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E.V.S.B. **A palma no Nordeste do Brasil**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 143-162, 2005.

SILVA, D.J & QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 235p.

SOUSA, H. M. H. **Composição corporal e exigências nutricionais de energia, proteína, cálcio e fósforo de caprinos da raça Alpina em crescimento**. 1997. 62p. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

SOUZA, E.J.O. **Substituição da casca de soja por feno de fiton (*Cynodon dactylon*) em dietas a base de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) para caprinos.** 2008. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

STATISTICAL ANALYSES SISTEM INSTITUTE, Inc 2001. SAS user's guide: Statics Version, 2001. SAS, Cary, N. C.

SZENTMIHÁLYI, K.; KÉRY, Á.; THEN, M.; LAKATOS, B.; SÁNDOR, Z.; VINKLER, P. Potassium- sodium ratios for the chacterization of medicinal plants extracts whith diuretic activity. **Reseach Phytother.** v. 12, p.163-166, 1998.

TEGGNE, F.; KIJORA,C.; PETERS, K. J. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as souce of water. **Small Ruminant Reseach**, v.72, p.157-164, 2007.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysacharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p. 3586 – 3597, 1991.

VAZ, J. C. **Efeito da retirada da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) na dieta sobre os parâmetros da função renal e ruminal de Caprinos.** 2008.42p.. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

VIEIRA , E.L. ; BATISTA A.M.V; MUSTAFA, A.F; ARAUJO, R.F.S; SOARES, P.C; ORTOLANE, E.L; Mori, C.K. Effects of feeding high levels of cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill)cladodes on urinary output and electrolyte excretion in goats. **Livestock Science.** doi:10.1016/j.livsci.2007.10.011.