

Balanco de macrominerais em caprinos alimentados com palma forrageira e casca de soja¹

Macrominerals balance in goats fed with spineless cactus and soybean hulls

SANTOS, Keyla Laura de Lira dos Santos dos^{2*}; GUIM, Adriana³; BASTISTA, Ângela Maria Viera⁴; SOARES, Pierre Castro de⁵; SOUZA, Evaristo Jorge de Oliveira²; ARAÚJO, Renaldo Fernandes Sales da Silva²

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

² Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Recife, Pernambuco, Brasil.

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, Pernambuco, Brasil.

⁴ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, Pernambuco, Brasil.

⁵ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Medicina Veterinária, Recife, Pernambuco, Brasil.

*Endereço para correspondência: keylasantos@gmail.com

RESUMO

Avaliou-se o balanço de minerais de dietas à base de palma forrageira e diferentes níveis de casca de soja em substituição ao feno de capim-Tifton 85. Foram utilizados cinco caprinos, castrados, sem padrão racial definido, com cânulas ruminais permanentes, com peso vivo médio 40±5,16 kg. Adotou-se o delineamento experimental quadrado latino 5 x 5. Nas dietas incluiu-se a casca de soja, nas proporções 0%; 6,25%; 12,5%; 18,75%, e 25% da dieta em substituição ao feno capim-Tifton 85. Assim, houve diminuição do consumo de minerais e aumento do consumo de proteína bruta em 1444, 34 g/dia, o que favoreceu a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e carboidratos não fibrosos. As concentrações sanguíneas de Ca aumentaram linearmente em função da inclusão de casca de soja na dieta e para o Mg a resposta foi quadrática e verificou-se menor concentração sanguínea de Mg 5,02mg/dL com a inclusão de 11,5% de casca de soja. As concentrações urinárias de K e Cl diminuíram linearmente com adição de casca de soja. A inclusão de casca de soja na dieta de caprinos não proporcionou desbalanço dos macrominerais: Na, Ca, P e Cl.

Palavras-chave: digestibilidade, metabolismo, minerais

SUMMARY

It were evaluated the balance of minerals in diets based on spineless cactus and different levels of soybean hulls in place of the Tifton 85 grass hay. It were used five goats, castrated, without racial pattern set, provided with permanent rumen cannula and with 40±5,16 kg of BW. The 5 x 5 Latin Square was adopted. In the experimental treatments, soybean hulls were included, in the proportions of 0%; 6,25%; 12,5%; 18,75% e 25% of the diet to replace the Tifton 85 grass hay. It was decrease in consumption of minerals and the consumption of crude protein was increased by 1444, 34 g/day, which favored the digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and non-fibrous carbohydrate. The blood concentrations of Ca grew linearly according to the inclusion of soybean hulls in the diet and for Mg the response was quadratic and lower blood concentrations of Mg 5,02 mg/dL, with the inclusion 11,5% of soybean hulls, were checked. The urinary concentrations of K and Cl decreased linearly with the addition of soybean hulls. The inclusion of soybean hulls in the diet of goats did not provided imbalance of macrominerals: Na, Cl, P and Cl.

Keywords: digestibility, metabolism, mineral

INTRODUÇÃO

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

A palma forrageira apresenta composição químico-bromatológica com baixos teores de matéria seca e proteína e elevados de carboidratos e minerais, que variam de acordo com a espécie, idade dos artigos e época do ano (SANTOS et al., 2005).

O percentual de Ca na palma forrageira é alto, porém, os níveis de Na e P são baixos. A concentração de Ca varia de 10,0 a 86,6 g/kg de matéria seca (MS) e os níveis de P, entre 0,4 a 2,0 g/kg MS, o que resulta em 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 em caprinos. A relação K:Na na palma forrageira também é alta, embora possa variar amplamente, devido à variação no teor de K 25,8 a 33,1 g/kg de MS (TELES et al., 2004; WANDERLEY et al., 2002; SANTOS et al., 1990). No entanto, conhece-se pouco sobre os minerais da palma forrageira para alimentação de ruminantes.

A casca de soja é um coproduto do processamento dessa leguminosa que se destaca por apresentar elevado teor de fibra digestível, além de ser considerada um alimento intermediário entre o volumoso e o concentrado, conforme critério estabelecido para classificação de alimentos. Segundo Moore et al. (2002), grande parte dessa fibra é composta por celulose e hemicelulose, com pouca lignina, e elevados teores de pectina, o que faz da casca de soja uma excelente fonte de fibra prontamente degradável no

rúmen. O fornecimento de energia oriunda da digestibilidade da casca pode favorecer o aproveitamento dos demais nutrientes da dieta, inclusive, dos minerais.

A presença de ácidos orgânicos, como o oxalato, pode reduzir a biodisponibilidade dos minerais. Segundo Ben Salem et al. (2002), a presença de ácido oxálico na palma forrageira forma sais insolúveis com o Ca e pode ter efeito sobre a ingestão e digestão em ovinos, embora esse mecanismo ainda não seja totalmente conhecido.

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o balanço de minerais em caprinos alimentados com dietas com elevada proporção de palma forrageira e diferentes níveis de casca de soja em substituição ao feno de capim-Tifton 85.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Pernambuco. Utilizaram-se cinco caprinos, adultos, castrados, sem padrão racial definido, com peso vivo médio $40 \pm 5,16$ kg, providos de cânula ruminal permanente. Os animais foram alojados em baias individuais, equipadas com bebedouro e comedouro, e submetidos ao controle de endo e ectoparasitas, antes de cada período experimental.

O delineamento experimental foi o quadrado latino 5×5 . Os tratamentos consistiram na substituição do feno de capim-Tifton 85 (0%; 6,25%; 12,5%; 18,75% e 25%) por casca de soja. As dietas experimentais eram compostas por palma forrageira cultivar gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill), feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon dactylon* spp.), casca de soja (*Glycine Max* L.), uréia pecuária e sal mineral (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas

Constituintes	Ingredientes				
	Feno de Capim-Tifton	Casca de soja	Palma forrageira	Farelo de soja	Sal mineral
Matéria seca (%)	91,68	90,28	8,17	89,07	-
	% da Matéria seca				
Matéria orgânica	92,11	95,30	86,37	92,73	-
Proteína bruta	7,37	15,27	5,04	51,43	-
Extrato 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	3,00	3,01	4,56	2,58	17,93
Fósforo	0,11	0,17	0,18	0,46	4,30
Magnésio	0,59	0,60	1,82	0,63	2,07
Cloro	1,18	0,20	0,66	0,20	21,00
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 químico-bromatológica das dietas

Ingredientes	Níveis de casca de soja (%)				
	0,0	6,25	12,5	18,75	25,0
Feno de Capim-Tifton	25,0	18,75	12,5	6,25	0,0
Casca de soja	0,0	6,25	12,5	18,75	25,0
Palma forrageira	60,0	60,00	60,0	60,00	60,0
Farelo de soja	13,4	13,60	13,8	14	14,0
Uréia pecuária	0,6	0,40	0,2	0,0	0,0
Sal mineral	1,0	1,00	1,0	1,0	1,0
Constituintes	Composição químico-bromatológica				
Matéria seca (%)	12,83	12,84	12,84	12,78	12,83
	% da MS				
Matéria orgânica	90,01	90,02	90,03	90,04	90,23
Proteína bruta	12,33	12,91	13,51	13,55	13,99
Extrato etéreo	2,19	2,20	2,21	2,22	2,23
Fibra em detergente neutro	37,88	37,85	37,80	37,73	37,67
Carboidratos não fibrosos	35,42	35,25	35,08	34,90	34,68
Matéria mineral	12,13	11,94	11,76	11,57	11,37
Cálcio	3,95	3,99	3,96	4,03	4,03
Fósforo	0,22	0,24	0,24	0,25	0,26
Magnésio	1,34	1,35	1,34	1,35	1,35
Cloro	0,94	0,87	0,78	0,75	0,68
Sódio	0,12	0,16	0,15	0,15	0,15
Potássio	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

As dietas foram formuladas de maneira que se mantivessem isoprotéicas e atendessem as exigências nutricionais dos caprinos. Cada período experimental teve duração de 18 dias, em que foram 7 dias de adaptação e 11 dias para as coletas. Durante os três primeiros dias do período de coleta, foram retiradas amostras dos ingredientes das dietas, sobras, fezes (direto da ampola retal dos animais), água para determinação do consumo, da digestibilidade de nutrientes e do balanço de minerais. No décimo sétimo e décimo oitavo dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de urina e sangue para determinação das concentrações de Na, K, P, Cl, Ca, Mg, uréia, creatinina e glicose, conservadas em *freezer* a -20°C .

As dietas foram fornecidas em duas refeições (as 8 e 15 h), em forma de ração completa, em quantidade que permitisse sobras de 20% do oferecido. As amostras de alimentos, sobras e fezes foram pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C , por 72 horas, e moídas em moinho tipo *Willey* passando por peneira com crivos com 1 mm de diâmetro. A determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) seguiram metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) foi realizada segundo Van Soest (1991) e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF), estimados segundo Hall et al. (1999), em que: $\text{CNF} = 100\% - (\% \text{PB} + \% \text{FDN} + \% \text{EE} + \% \text{MM})$.

O consumo voluntário de matéria seca e dos demais nutrientes foi calculado pela diferença entre as quantidades oferecidas e as sobras. O coeficiente de digestibilidade foi obtido pela 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 menos a excretada nas fezes, e a retenção mineral expressa pela diferença entre a quantidade do mineral ingerido e a excretada nas fezes e urina.

A ingestão de água resultou da diferença entre a quantidade de água fornecida e a sobra, com o desconto da água evaporada. Para obtenção das perdas por evaporação, utilizou-se dois baldes com a mesma quantidade de água, distribuídos no galpão experimental. Por diferença de peso em 24 h, quantificou-se a perda média por evaporação.

A produção de matéria seca fecal foi estimada utilizando-se óxido crômico fornecido três dias antes do período de coleta. Foram oferecidos 5 g de óxido crômico, antes de cada refeição, 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 colostomia com orifício de 65 mm de diâmetro. 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 concentração nas fezes (FENTON & FENTON, 1979).

As amostras de urina foram obtidas durante 24 h, com o uso de bolsas plásticas tipo colostomia com orifício de 65 mm de diâmetro, adaptadas, com cola adesiva, à região prepucial. A urina coletada foi colocada em um balde com 100 mL de H_2SO_4 a 10%. As amostras foram conservadas em *freezer*, a -20°C (VIEIRA et al., 2008).

As amostras de sangue foram coletadas quatro horas após a alimentação, por punção da veia jugular externa, por intermédio de tubos "vacutainer" sem anticoagulante, para determinação de Na, K, P, Cl, Ca e Mg, e com coagulante à base de heparina, para determinação de

creatinina e uréia, e à base de fluoreto, para determinação de glicose. O sangue foi centrifugado a 3.500 rpm durante 10 min., acondicionado em tubos ependorf de 1,5mL e conservados em *freezer* a -20° C (GOMIDE et al., 2004).

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

Os teores de Na e K foram determinados por fotometria de chama; o P, pelo método colorimétrico do molibdato de amônia; a determinação de Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica (AOAC, 1990). O cloro presente nas amostras de água, fezes e alimentos foi determinado por titulometria do nitrato de prata, pelo método de Mohr (MALAVOLTA et al., 1989). O Cl sérico e na urina foram determinados 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®).

Os dados foram submetidos à análise da variância, regressão e correlação, utilizando-se SAS (2001), com o seguinte modelo: $Y_{ijk} = \mu + CS_i + P_j + Ak + e_{ijk}$
Em que: Y_{ijk} é a variável dependente, μ é a média, CS_i é o efeito do tratamento, P_j o efeito do período, Ak é o efeito aleatório do animal, e_{ijk} é o erro residual. Foi utilizado o nível de 10% de probabilidade, para melhor compreensão dos efeitos biológicos das variáveis estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição de casca de soja não influenciou significativamente ($P > 0,05$) a ingestão de matéria seca, matéria orgânica, carboidratos não fibrosos, extrato etéreo e fibra em detergente neutro, expressos em

g/dia, %PV, $g/PV^{0,75}$, embora esses parâmetros tenham apresentado tendência a diminuir com a adição de casca de soja na dieta. Fato provavelmente relacionado com o atendimento mais rápido das exigências energéticas dos animais.

O consumo de proteína (CPB) em g/dia aumentou linearmente ($P < 0,05$) com a adição de casca de soja e o consumo de matéria mineral (CMM) em g/dia e $g/PV^{0,75}$ diminuiu linearmente ($P < 0,05$) (Tabela 3). Para cada ponto percentual na adição de casca de soja houve aumento de 144,34 g/dia no CPB e diminuição de 154,2 g/dia e 52,90 $g/PV^{0,75}$ no CMM.

Verificou-se que os teores de PB na composição da dieta (Tabela 2) aumentaram com a inclusão de 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 no CPB, ainda que o consumo de matéria seca (CMS) não tenha diferido. Comportamento semelhante foi observado para CMM, que diminuiu linearmente com a adição de casca de soja nas dietas experimentais.

Efeitos favoráveis do uso de casca de soja foram obtidos por Moraes et al. (2006), para casca de soja em substituição ao feno de *coastcross* na alimentação de borregas. Os autores observaram aumento do consumo e digestibilidade da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), da fibra em detergente neutro (DFDN), da hemicelulose (DHCEL) e sobre o consumo da fibra em detergente ácido (CFDA) com o uso de casca de soja.

O teor da FDN da dieta não afetou CFDN nem a DFDN, porém, aumentou linearmente ($P < 0,01$) a DCNF à medida que o feno de capim-Tifton era substituído pela casca de soja. Apesar de a casca de soja apresentar alto teor de fibra em detergente neutro, boa parte é composta por celulose e hemicelulose, e

pode ser utilizada pelos microrganismos do rúmen (Moore et al., 2002).

Aumentos lineares ($P < 0,10$) na DMS, DMO, DPB e DCNF também foram observados com a inclusão de 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.

A fibra é importante na manutenção das condições ideais do rúmen e favorece os processos de ruminação e tamponamento do ambiente ruminal (LU et al., 2005). Nesta pesquisa, a substituição da fonte de fibra do feno de capim-Tifton pela fibra da casca de soja não comprometeu o desempenho animal, embora se tenha verificado modificação dos aspectos organolépticos da matéria fecal, com aspecto pastoso a líquido, a depender do percentual de palma e casca de soja incorporados à dieta total. Problemas digestivos na utilização da palma forrageira são relatados quando os teores de fibra não são corrigidos. Mattos et al. (2000) e Wanderley et al. (2002) associaram palma a diferentes fontes de volumosos e não verificaram distúrbios digestivos. Afinal, quando há equilíbrio entre as quantidades de carboidratos fibrosos e não-fibrosos na ração, não ocorrem diarreias (Cavalcanti et al., 2008).

A relação Ca:P da dieta decresceu com a diminuição de casca de soja (Tabela 2). Nos ruminantes, quando a relação Ca:P excede 7:1, ou é menor que 1:1, pode ocasionar o aparecimento de cálculos renais e afetar o desempenho animal. Em dieta à base de palma forrageira, embora os níveis de cálcio sejam elevados, vários autores atribuem a ausência de intoxicação desse mineral à presença do

oxalato, que, ao se ligar ao cálcio, torna-o indisponível ao animal (Tabela 4).

Os níveis séricos do Ca aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão de casca de soja, porém, para os níveis de Mg, houve comportamento quadrático ($P < 0,10$). A adição de casca de soja aumentou em 6,23 mg/dL a concentração de Ca sanguíneo e diminuiu a concentração sanguínea de Mg para 5,02 mg/dL com a adição de 11,5% de casca de soja em substituição ao feno de capim-Tifton. Embora a concentração sanguínea de Ca tenha aumentado, esses níveis são considerados normais. Na maioria das espécies, o nível plasmático normal de Ca varia de 8,5 a 11,5 mg/dL (Reece, 2004; Pereira & Berchiello, 2006). Os níveis plasmáticos de Ca são regulados por mecanismos homeostáticos e sua concentração sanguínea não representa a verdadeira condição nutricional do animal. 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 (RECEE, 2004).

Os níveis de Mg na dieta não diferiram ($P > 0,05$), mas o K e a relação K:Na na dieta variaram, respectivamente, de forma linear e quadrática ($P < 0,01$) com a adição de casca de soja (Tabela 2). 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 que o da relação K:Na sobre a absorção do Mg.

Tabela 3. Consumo e digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos e matéria mineral em caprinos recebendo diferentes níveis de casca de soja em substituição do feno de capim-Tifton em dietas à base de palma forrageira

Itens	Níveis de Casca de Soja (%)					L	ER	R ²	CV(%)
	0	6,25	12,5	18,75	25,0				
Consumo									
Matéria seca									
g/dia	1252,95	1136,57	1101,10	1281,42	1104,51	ns	-	-	14,34
%PV	3,40	2,96	2,96	3,37	2,88	ns	-	-	18,53
g/PV ^{0,75}	47,58	41,29	40,55	46,99	40,39	ns	-	-	17,54
Matéria orgânica									
g/dia	1143,12	992,19	932,68	1139,54	997,63	ns	-	-	15,23
%PV	2,97	2,60	2,61	2,95	2,56	ns	-	-	18,43
g/PV ^{0,75}	41,51	36,27	35,75	41,80	35,87	ns	-	-	17,47
Proteína bruta									
g/dia	144,70	148,08	152,11	183,58	165,31	0,039	1*	0,75	13,54
%PV	0,39	0,39	0,41	0,48	0,43	ns	-	-	16,88
g/PV ^{0,75}	5,44	5,43	5,58	6,74	5,99	ns	-	-	16,15
Fibra em detergente neutro									
g/dia	454,73	385,60	378,40	463,22	399,38	ns	-	-	18,01
%PV	1,25	1,00	1,00	1,22	1,04	ns	-	-	21,94
g/PV ^{0,75}	17,47	14,00	13,76	17,01	14,58	ns	-	-	21,17
Carboidratos não fibrosos									
g/dia	887,31	892,13	833,77	940,62	815,59	ns	-	-	11,13
%PV	2,34	2,34	2,27	2,48	2,11	ns	-	-	14,34
g/PV ^{0,75}	32,77	32,60	31,17	34,56	29,65	ns	-	-	13,24
Extrato etéreo									
g/dia	27,50	25,64	25,75	29,27	25,81	ns	-	-	11,15
%PV	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	ns	-	-	15,64
g/PV ^{0,75}	1,06	0,93	0,96	1,07	0,94	ns	-	-	14,02
Matéria mineral									
g/dia	134,34	138,82	123,28	141,85	125,46	0,091	2	0,79	16,78
%PV	0,43	0,36	0,35	0,37	0,32	ns	-	-	19,38
g/PV ^{0,75}	6,07	5,02	4,08	5,19	4,52	0,097	3	0,73	18,35
Digestibilidade (%)									
MS	67,28	74,03	71,03	79,26	75,17	0,079	4	0,63	7,43
MO	77,65	77,33	73,36	81,63	79,02	0,075	5	0,67	5,73
PB	74,86	79,50	78,01	82,56	81,45	0,070	6	0,66	5,86
FDN	48,30	55,62	50,93	66,51	60,18	ns	-	-	19,64
CNF	95,28	97,38	97,10	98,67	98,26	0,001	7	0,78	0,94

¹*Probabilidade dos modelos lineares e quadráticos de regressão = L e Q; Coeficiente de variação = CV; Coeficiente de determinação = R; ²*Equação de Regressão = ER: ¹ y=1,0944x+144,34; ² y=-1,2581x+154,2; ³ y= -8,119x+52,90; ⁴ y=0,2729x+70,026; ⁵ y=0,2567x+73,442; ⁶ y= 0,2123x+76,736; ⁷ y=0,1078x+96,00.

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 capim-Tifton em dietas à base de palma forrageira

Itens	Níveis de Casca de Soja (%)					L	Q	ER	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	-	-	25,27
K mEq/L	6,44	5,78	5,55	5,20	5,71	ns	ns	-	-	16,52
Cl mEq/L	138,50	159,55	143,31	147,70	147,85	ns	ns	-	-	8,56
Ca mg/dL	5,77	7,37	7,44	8,23	8,12	0,030	ns	1*	0,50	18,74
P mg/dL	1,62	1,71	1,65	1,06	1,75	ns	ns	-	-	31,27
Mg mg/dL	5,92	5,17	4,95	5,57	5,66	ns	0,088	2	0,65	15,90
Creatinina mg/dL	2,32	2,23	2,18	1,87	1,94	ns	ns	-	-	22,97
Uréia mg/dL	23,62	31,20	26,47	23,09	37,97	ns	ns	-	-	26,53
Glicose mg/dL	57,95	67,00	65,06	72,39	65,39	ns	ns	-	-	9,67
Urina										
Na mEq/L	0,64	1,80	0,54	0,15	0,40	ns	ns	-	-	225,66
K mEq/L	172,97	181,15	181,79	187,50	137,18	0,010	0,047	3	0,83	13,38
Cl mEq/L	40,84	43,55	36,45	35,21	21,39	0,006	ns	4	0,82	24,61
Ca mg/dL	27,86	35,55	29,46	37,05	32,95	ns	ns	-	-	25,70
P mg/dL	0,08	0,09	0,11	0,11	0,14	ns	ns	-	-	32,86
Mg mg/dL	90,86	89,63	108,83	98,12	105,87	ns	ns	-	-	28,28
Creatinina mg/dL	20,81	23,61	20,76	26,56	24,82	ns	ns	-	-	16,37
Uréia mg/dL	344,61	483,79	27,71	422,97	330,19	ns	ns	-	-	35,56

Probabilidade dos modelos linear e quadrático de regressão- L e Q; Coeficiente de variação = CV; Coeficiente de determinação- R²

*Equação de Regressão –ER: ¹ y=0,0888x+6,235; ² y=0,0049x²-0,1227x+5,7786; ³ y= -5,1415x+739,26; ⁴ y= -2,8416x+161,49

As concentrações urinárias de K e de Cl diminuíram linearmente (P<0,01) com a adição de casca de soja (Tabela 4). Nas dietas, os teores desses minerais também diminuíram com a adição de casca de

soja. Os valores médios de glicose plasmática e a concentração urinária de creatinina e uréia (65,58±8,23 mg/dL; 23,27±4,97 mg/dL e 381,16±154,10 mg/dL, respectivamente) estão próximos

aos 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, 2004).

De acordo com os fluxos de entrada e saída do Na, Ca, P e Cl (Tabela 5), foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) da adição da casca de soja sobre a ingestão e absorção do Na. A maior ingestão de Na 1,94 g/dia foi verificada, quando a substituição de casca de soja foi 18,40% e a máxima absorção 1,85 g/dia foram verificadas com a inclusão de 16,5% de casca de soja. O comportamento quadrático da ingestão de Na não teve efeito significativo na retenção desse elemento.

A excreção fecal de Na diminuiu linearmente ($P < 0,10$) com o aumento de 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. Segundo Reece (2004), a redução na excreção urinária do Na envolve mecanismos renais na secreção de aldosterona que estimula a reabsorção do Na.

A excreção fecal de Na foi correlacionada positivamente ($P < 0,01$) com a absorção ($r = 0,70$) do Cl. A análise de regressão mostrou comportamento quadrático para relação entre a excreção fecal de Na e o consumo e absorção do Cl. Menor excreção fecal 0,03 g/dia de Na foi obtida quando a absorção do Cl era de 0,40g/dia. Na forma de NaCl, esses minerais encontram-se interligados e atuam principalmente na manutenção do equilíbrio hídrico corporal.

A excreção urinária do Ca diminuiu linearmente ($P < 0,05$) com a adição de casca de soja na dieta (Tabela 5), o que se reflete no maior percentual de Ca absorvido. O consumo de Ca foi correlacionado positivamente ($P < 0,05$) com sua excreção fecal ($r = 0,57$), mas não apresentou correlação significativa ($P > 0,05$) para sua excreção urinária, o que indica que o aumento na ingestão de Ca também aumenta sua excreção fecal.

Queiroz et al. (2000) empregando níveis de fósforo de 0,12%; 0,21% e 0,29%, a fim de avaliar as exigências nutricionais de P em caprinos da raça Alpina em crescimento, observaram redução na ingestão de Ca e aumento das excreções fecais do mineral, o que acarretou balanço negativo. Houve diminuição no 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 afetaram o balanço de P. A absorção e retenção em g/dia aumentaram 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, enquanto o percentual retido aumentou ($P < 0,05$) com a adição de casca de soja. No entanto, como os teores de Cl foram mais elevados nas dietas que continham apenas feno de capim-Tifton, esperava-se maior percentual de retenção, contudo, a diminuição no percentual retido pode ter ocorrido pela saturação na capacidade de utilização desse mineral.

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

Parâmetros	Níveis de Casca de Soja (%)					L	Q	ER**	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	1	0,77	17,91
Fezes (g/d)	0,18	0,11	0,09	0,09	0,09	0,033	0,076	2	0,74	34,51
Absorção (g/d)	1,01	1,67	1,63	1,93	1,61	0,045	0,008	3	0,78	18,51
Absorvido (%)	84,87	93,74	93,88	95,84	94,58	0,007	0,005	4	0,81	2,94
Urina (g/d)	0,08	0,27	0,53	0,01	0,05	ns	ns	-	-	239,03
Retido (g/d)*	0,93	1,40	1,10	1,92	1,46	ns	ns	-	-	44,45
Retido (%)	78,35	81,17	69,20	95,19	91,87	ns	ns	-	-	25,80
Cálcio										
Ingestão (g/d)	49,74	35,91	35,79	45,37	40,02	ns	ns	-	-	27,08
Fezes (g/d)	25,85	17,01	16,57	16,62	16,73	ns	ns	-	-	25,50
Absorção (g/d)	23,89	18,90	19,22	28,75	23,29	ns	ns	-	-	38,30
Absorvido (%)	46,56	52,40	51,43	61,26	56,43	ns	ns	-	-	18,35
Urina (g/d)	1,56	1,83	1,50	1,37	1,34	0,049	ns	5	-	18,26
Retido (g/d)	22,23	17,08	17,73	27,38	21,95	ns	ns	-	-	40,84
Retido (%)	43,12	47,14	46,78	57,60	52,98	ns	ns	-	-	20,51
Fósforo										
Ingestão (g/d)	2,75	2,73	2,55	3,20	3,08	ns	ns	-	-	17,16
Fezes (g/d)	1,59	1,61	1,44	1,68	1,32	ns	ns	-	-	31,69
Absorção (g/d)	1,15	1,12	1,11	1,52	1,76	0,044	0,093	6	0,73	29,35
Absorção (%)	45,36	38,56	42,64	49,95	57,05	ns	ns	-	-	30,48
Urina (g/d)	0,004	0,01	0,01	0,004	0,01	ns	ns	-	-	34,43
Retido (g/d)	1,15	1,12	1,11	1,53	1,76	0,044	0,093	7	0,73	29,47
Retido (%)	45,19	38,35	42,64	49,82	56,86	ns	ns	-	-	30,63
Cloro										
Ingestão (g/d)	11,43	11,84	9,62	10,92	8,28	0,009	ns	8	0,85	16,07
Fezes (g/d)	0,14	0,23	0,21	0,27	0,27	ns	ns	-	-	58,35
Absorção (g/d)	11,29	11,61	9,41	10,66	8,02	0,007	ns	9	0,85	16,37
Absorvido (%)	78,95	97,90	97,66	97,65	96,51	0,033	ns	10	0,46	1,34
Urina (g/d)	6,60	7,70	6,34	4,75	2,63	<0001	ns	11	0,83	24,00
Retido (g/d)	4,69	3,91	3,07	5,91	5,39	ns	ns	-	-	47,32
Retido (%)	32,87	32,26	29,58	51,61	63,77	0,001	0,056	12	0,65	35,55

Probabilidade dos modelos lineares e quadráticos de regressão- L e Q; Coeficiente de variação = CV; Coeficiente de determinação = R²; *Percentual do ingerido; **Equação de Regressão- ER: ¹y= -0,0026x²+0,0957x+1,0583; ² y= -0,0029x+0,1473; ³ y= -0,0029x²+0,0957x+1,0583; ⁴y=-0,0337x²+1,1873x+85,644; ⁵ y=-0,0151x+1,7159; ⁶ y=0,0268x+0,9922; ⁷ y=0,0298x+0,9872; ⁸y= -0,1762x+11,242; ⁹ y= -0,2394x+14,029; ¹⁰y= -0,0804x+98,733; ¹¹ y=-0,2318x+8,8441; ¹² y=0,9658x+32,729.

A inclusão de casca de soja em substituição ao feno de capim-Tifton reduziu o consumo de minerais e aumentou os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e CNF. A maior concentração sanguínea do Ca não afetou a absorção e retenção do P. A adição de casca de soja aumentou a absorção e a retenção do Na e Cl.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington, USA, 1990.1298p. [Links].

BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage-based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus-indica* F. *Inermis* and *Atriplex nummularia* L.) on growth and digestibility in lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.96, p.15-30.2002. [Links].

CAVALCANTI, C.V.A.; FERREIRA, M.A.; CARVALHO, M.C.; VÉRAS, A.S.C.; SILVA, F.M.; LIMA, L.E. Palma forrageira enriquecida com uréia em substituição ao feno de capim tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.689-693, 2008. [Links].

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. [Links].

GOMIDE, C.A.; ZANETTI, M.A.; PENTEADO, M.V.C.; CARRER, C.R.O.; DEL CLARO, G.R.; NETTO, A.S. Influência cátion-aniônica da dieta sobre o balanço de cálcio, fósforo e magnésio em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.3, p.363-369, 2004. [Links].

LU, C.D.; KAWAS, J.R.; MAHGOUB, O.G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Ruminant Research**, v.60, p.45-52, 2005. [Links].

HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P.; WEBSTER, T.K.M. A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n.79, p.2079-2086, 1999. [Links].

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p. [Links].

MATTOS, L.M.E.; FERREIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; BATISTA, A.M.V.; VERAS, A.S.C. Associação da palma forrageira (*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. [Links].

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.7, n.80, p.1752-1758, 2002. [Links].

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. [Links].

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

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. [Links].

REECE, W.O. **Dukes physioplogy of domestic animals**. 12.ed. Ithaca: Cornell University Press, 2004. 999p. [Links].

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 da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.6, p.777-783, 2005. [Links].

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I.; BURITY, H.A.; NASCIMENTO, M.M.A.; TAVARES FILHO, J.J. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira “Gigante, “Redonda” (*Opuntia ficus-indica* Mill) e “Miúda” (*Nopalea cochenillifera*, Salm Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.504-511, 1990. [Links].

SAS INSTITUTE. **Statistical analyses system: user’s guide**. Cary, 2001. [Links].

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p. [Links].

TELES, M.M.; SANTOS, M.V.F.; JUNIOR, J.C.B.D.; LIRA, M.A.; FERREIRA, R.L.C.; NETO, E.B.; FARIA, I. Efeito da Adubação e do uso de nematicida na composição química da Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1992-1998, 2004. [Links].

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy of Science**, v.74, n.10, p.3586-3597, 1991. [Links].

VAZ, E.C. **Efeito da retirada da Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) na dieta sobre os parâmetros da função renal e ruminal em caprinos**. 2008. 42f. Dissertação (Mestrado Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. [Links].

VIEIRA, E.L.; BATISTA, A.M.V.; MUSTAFA, A.F.; ARAÚJO, 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**, n.114, p.345-357, 2008. [Links].

WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A.; ANDRADE, D.K.B. VÉRAS, A.S.C.; FARIAS, I.; LIMA, L.E.; DIAS, A.M.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. [Links].

Data de recebimento: 02/08/2008

Data de aprovação: 15/07/2009