

PERFIL DE METABÓLITOS SANGUÍNEOS E URINÁRIOS EM CAPRINOS SOB EFEITO DA RETIRADA DA PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica* MILL) NA DIETA

VAZ¹, J.C.; GUIM², A; BATISTA², A.M.V.; SOARES^{*3}, P.C.; SILVA⁴, W.C.M.; WAMBACH¹, X.F.; ALBUQUERQUE¹, G.P.; FELIZ¹, S.C.R.

Introdução

A palma forrageira, em regiões do semi-árido, é à base da alimentação dos ruminantes (Santos et al., 1997). Frequentemente essa forrageira representa a maior parte do alimento fornecido aos animais durante o período de estiagem nas regiões do semi-árido nordestino. A palma, independente do gênero, apresenta baixos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. No entanto, apresenta teores razoáveis de carboidratos totais, carboidratos não-fibrosos, carboidratos não-estruturais e matéria mineral. Normalmente, dietas compostas com palma apresentam elevado teor de matéria mineral devido à alta concentração de macroelementos que a mesma contém (Melo et al., 2003). É uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não-fibrosos - 61,79% (Wanderley et al., 2002) e nutrientes digestíveis totais - 62% (Melo et al., 2003). Possui alto teor de umidade, entretanto esta é uma característica positiva, uma vez que nas regiões semi-áridas o fornecimento de água pode ter sérias limitações qualitativas. Assim sendo, a utilização de palma forrageira na alimentação de ruminantes pode reduzir a necessidade de suprimento hídrico para essas espécies, pois o consumo de palma forrageira por bovinos, caprinos e ovinos resulta em redução da ingestão de água (Ben Salem et al., 1996). Uma das funções mais importantes do rim é a manutenção do conteúdo de água do organismo e a tonicidade do plasma. Os rins identificam quando há deficiência ou excesso de água e eletrólitos específicos, e respondem alterando o ritmo de reabsorção ou secreção dessas substâncias, podendo então, através de mecanismos específicos, produzirem urina concentrada ou diluída em relação ao plasma, conforme as circunstâncias que a permitem (Magaldi, 1996). Trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de verificar a função renal considerando dietas com alta e baixa densidade de palma (Vieira et al., 2008), porém nenhum trabalho ainda foi conduzido no sentido de averiguar o efeito da retirada gradual deste alimento e o efeito dessa retirada sobre o metabolismo sanguíneo, urinário e ruminal destes animais. Por conseguinte, objetivou-se avaliar indicadores da função renal em caprinos tendo a retirada gradual da palma forrageira da dieta.

¹Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

²Prof. do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - aguim@dz.ufrpe.br

³Prof. do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco

⁴Prof. Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Alagoas

Material e Métodos

Foram utilizados 10 caprinos mestiços, machos, com peso vivo médio de 35 kg. Os animais foram alojados em baias individuais. A ração era composta de palma, feno de tifton, farelo de soja e sal mineral (Tabela 1). Os animais receberam a dieta contendo 60% de palma por 13 dias. Depois desse período, iniciou-se a retirada da palma na dieta, a qual foi substituída pelo feno de tifton. O nível de substituição foi de 15 % a cada dois dias até a completa retirada da palma da dieta. A alimentação era fornecida duas vezes ao dia (8:00 e 15:00 horas) e a quantidade oferecida diariamente era ajustada de acordo com o consumo do dia anterior, de modo que permitisse sobras de 20% do total fornecido.

Tabela 1. Composição percentual e química das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	%PB	%MS	Dieta				
			60	45	30	15	0
Farelo de Soja	47,35	88,82	10	10	10	10	10
Feno de Tifton	9,64	84,22	29	44	59	74	89
Palma	5,08	7,54	60	45	30	15	0
Sal Mineral			1	1	1	1	1
Composição Química							
% PB			10,54	11,23	11,91	12,59	13,28
EM (Kcal)			2205	2129	2953	1977	1901

PB: Proteína bruta com base na MS; EM: Energia metabolizável

O experimento durou 31 dias, sendo sete dias para adaptação. As coletas eram feitas a cada dois dias, quatro horas após a alimentação. Amostras de sangue foram coletadas por venopunção jugular, em tubos siliconizados vacutainer®, sem e com anticoagulante para obtenção de soro e plasma, respectivamente. As amostras de sangue sem anticoagulante foram mantidas à temperatura ambiente, enquanto que as demais com anticoagulante serão homogeneizadas, prontamente refrigeradas e conduzidas ao laboratório para posterior processamento. Todos os tubos foram submetidos à centrifugação, por período de 15 minutos a 500G. As alíquotas de soro e plasma foram posteriormente acondicionadas em tubos tipo Eppendorfes® e armazenadas à temperatura de -20°C.

Amostras de urina foram feitas por micção espontânea dos animais, utilizando-se bolsa plástica empregada em colonostomia (Mark Med®) que foi colocada na região prepucial por adesão com cola adesiva. Imediatamente após a micção, a urina foi condicionada em recipiente coletor estéril de urina (Cral-Plast®), com capacidade para 100 mL, o qual foi mantido em isopor contendo gelo reciclável, até o processamento no laboratório. A urina foi centrifugada por um período de 5 minutos a 250 G e alíquotada em tubos KMA, seguida de armazenamento a -20°C. As concentrações séricas e urinárias de creatinina, uréia, ácido úrico e glicose foram determinadas por método cinético, utilizando-se kit comercial. O volume urinário foi estimado, para cada animal, multiplicando-se o peso vivo (PV) pela excreção diária de creatinina (mg/kg PV) e dividindo-se o produto pela concentração de creatinina (mg/L) na urina. Para obtenção da excreção diária de creatinina por kg de PV, adotou-se a média de 27, 9226 mg/kg PV, obtida por Souza (2007). A concentração sérica de fósforo

foi determinada por método colorimétrico, enquanto que a concentração sérica e urinária de potássio e sódio foi determinada por fotometria de chama (Micronal – modelo B262). Foi registrado o volume urinário de 24 horas.

A determinação dos índices urinários foram obtidos por meio de fórmulas descritas por Garry et al (1990). Foram determinadas a taxa de depuração endógena de creatinina e excreção fracional de uréia sódio e potássio. Nas fórmulas foi utilizado o peso metabólico ($PV^{0,75}$), que segundo Chen et al. (1990) apresenta melhor ajuste dos dados. Para a determinação dos respectivos índices, as análises das variáveis (Y substância) foram determinadas tanto no soro quanto na urina, para atender as seguintes fórmulas: Taxa de depuração de creatinina endógena: TDECr (mL/min/Pmet). = $[(CrUr \times V Ur) / CrSr] / PV^{0,75}$, e Taxa de excreção fracional de Y substância: $TE_Y (\%) = [(Ur_Y / Sr_Y) / (CrUr / CrSr)] \times 100$, onde: Ur_Y – Y substância determinada na urina; Sr_Y – Y substância determinada no soro; CrUr – Creatinina urinária; CrSr – Creatinina sérica; $PV^{0,75}$ – Peso metabólico. O delineamento utilizado foi o bloco casualizado e os dados foram submetidos à análise de regressão pelo método GML do SAS (SAS, 1996).

Resultados

As concentrações sanguíneas dos eletrólitos sódio e potássio não foram influenciadas pelos níveis de palma na dieta, com médias 311,7 e 9,22 mg/dL respectivamente. Já em relação à concentração do fósforo, este foi influenciado ($P < 0,05$) com a retirada da palma da dieta dos caprinos, registrada pela equação de 3º grau. Comportamento semelhante foi apresentado para a concentração sanguínea de glicose, creatinina, uréia e ácido úrico (Tabela 2).

As concentrações urinárias de sódio não sofreram influência com os níveis de palma, porém o potássio e o ácido úrico urinários sofreram influência pelos níveis de palma da dieta, de forma linear, aumentando à medida que a palma estava sendo retirada da dieta. Já em relação aos metabólitos creatinina e uréia, estes tiveram comportamento quadrático (Tabela 2).

Com relação aos índices urinários, verificou-se que a retirada da palma da dieta exerceu influência na taxa de depuração endógena de creatinina (TDECr), com equação de quarto grau. Efeito linear positivo foi observado quando ao volume urinário de 24 horas de observação, ou seja, à medida que a palma era retirada da dieta menor era o volume urinário produzido (Tabela 2).

Discussão

Com a redução da palma forrageira na dieta, verificou-se aumento nas concentrações plasmática e urinária de uréia, semelhante ao verificado por Vieira et al (2006). Segundo Kaneko (1997) as concentrações de uréia no sangue e na urina têm sido utilizadas como bom indicador do estado nutricional de proteína em ruminantes, já que refletem a concentração de amônia no rúmen, que resulta do catabolismo da proteína pelos microrganismos ruminais, e o catabolismo protéico nos tecidos do animal. Assim, alteração na disponibilidade de energia para os microrganismos do rúmen pode resultar em variação na concentração de amônia ruminal e na concentração de uréia no sangue e na urina. A dieta utilizada nessa pesquisa não foi isoprotéica e isoenergética, à medida que a palma foi sendo retirada da dieta, o nível de

proteína foi aumentando e o de energia diminuindo, explicando o aumento da uréia nas concentrações sangüíneas e urinárias.

Quanto à concentração de creatinina no sangue, apesar de apresentar comportamento oscilante com a retirada da palma na dieta, os valores foram próximos aos normais (1-1,8 mg/dL) relatados por Reece (2004) e Kaneko (1997) para a espécie caprina. As concentrações urinárias de creatinina tiveram aumento com a retirada da palma na dieta. Esse efeito deve estar relacionado com a variação na excreção urinária, e não pelo nível de consumo, o que deve ser melhor investigado.

O ácido úrico plasmático sofreu diferença significativa ($P < 0,05$) à medida que a palma foi sendo retirada da dieta, ou seja, havendo maior oscilação entre as dietas com 15% de palma até a retirada da palma da dieta. Já para o ácido úrico urinário as modificações nas concentrações ocorreram de forma linear, ou seja, à medida que a palma foi sendo retirada, o mesmo foi aumentando significativamente, resultado semelhante ao encontrado por Vieira et al (2006). Contudo, a variação na concentração urinária foi devida à sua concentração provocada pela menor excreção de urina.

Mesmo com o perfil polinomial da TDECr, verifica-se que a homeostase foi preservada, havendo uma condição entre o volume de água ingerido e a excreção de urina, mantendo um controle e preservando o metabolismo celular (Reese, 2004). A taxa de excreção fracional de qualquer substância reflete a fração de material filtrado pelo glomérulo que é eliminado na urina. Essa taxa, de qualquer substância, reflete o esforço dos rins em manter a homeostase, como os defeitos da habilidade de realizar tal função (Kaneko, 1997).

A diminuição do nível de palma na dieta resultou em menor taxa de formação de urina, devido à falta de água ingerida via alimento, influenciando, portanto, a taxa de excreção da uréia e, em conseqüência, sua reciclagem para o rúmen. É possível, então, que tanto a mudança na taxa de excreção renal de uréia quanto mudanças na composição dos carboidratos da dieta tenham influenciado as concentrações plasmáticas e urinárias de uréia. Como visto neste estudo, é pressuposto que a taxa de excreção fracional de uréia, sódio e potássio indicou ao mesmo tempo não haver disfunção tubular e glomerular.

A maior via de excreção de sódio do corpo é a urinária. Uma grande parte do sódio sanguíneo é filtrada pelo glomérulo, sendo que em condições normais cerca de 99% é reabsorvido em sua passagem pelo néfron, até ser eliminado na urina. A reabsorção ocorre de maneira passiva nos primeiros segmentos tubulares, sempre acompanhados com reabsorção de água. Como visto nos perfis deste eletrólito, tanto no sangue, quanto na urina, considerando principalmente a taxa de excreção urinária, em que não foi verificada influência com a retirada da palma da dieta, pressupõe-se não haver lesão tubular e glomerular. Se por um lado esse trabalho traz informações elucidativas, por outro permite questionamento se a ingestão de palma em grande percentagem por longo período de tempo, seguido de sua retirada abrupta pode prover os animais de alterações estruturais dos rins (Reese, 2004).

O volume urinário apresentou resposta linear em função do nível de palma na dieta, provavelmente devido à redução de água presente na dieta, oriunda da palma forrageira, a qual é rica em água. Como se sabe, o conteúdo total de água do corpo é mantido relativamente constante ao longo do dia, sendo controlado pela ingestão de água e excreção de urina. Neste caso, verifica-se que os animais ingeriram menor volume de água durante o dia, com

visto por Vieira et al. (2006), em que o volume de água consumido por ovinos diminuiu de 2,4 L da dieta controle (sem palma) para 0,1 L quando o consumo de palma foi maior do que 300g de MS/dia. A mesma autora verificou que a adição de palma forrageira na dieta proporciona aumento linear na excreção de urina com valores de 3011,2 a 4706,2 mL/dia.

Conclusão

Verifica-se ajuste na dinâmica renal em função da retirada da palma na dieta de caprinos para compensar a redução do aporte de água via alimento, porém estudos devem ser conduzidos para avaliar melhor tanto funcional quanto estruturalmente os rins.

Referências Bibliográficas

- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Abdouli, H., Ørskov, E. R. Effect of increasing level spinelles cactus (*Opuntia ficus-indica* var.inermes) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. **Animal Science**, v.62, n.1, p.293-299, 1996.
- Chen, X.B.; Gomes, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. (Occasional publication) **International Feed Research Unit**. Bucksburn, Aberdeen:Rowett Research Institute. 1992. 21p.
- Garry, F.; Chew, D. J.; Rings, D. M.; Tarr, M. J.; Hoffsis, G. F. Renal excretion of creatinine, electrolytes, protein and enzymes in healthy sheep. **Am. J. Vet. Res.**, v.51, n. 3, p. 414-419, 1990.
- Magaldi, A. J. **Revisão/Atualização em Fisiologia e Fisiopatologia Renal: Regulação hormonal da reabsorção de água no ducto colector**. J. Bras. Nefrol. 1996; 18(4): 401-404.
- Melo, A. A. S.; Ferreira, M.A.; Vêras, 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'physiology of domestic animals**. 12th ed. Cornell University Press. Ithaca. 2004. 999p.
- Santos, D.C., Farias, I., Lira, M.A. et al. 1997. **A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: IPA. 23p (IPA Documentos, 25).
- Souza, E. J. O. **Avaliação de fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) para caprinos**. Recife: UFRPE, 2007. Dados não publicados.
- Wanderley, W. L.; Ferreira, M.A.; Andrade, D. K. B.; Vêras, A. S. C.; 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.
- Vieira, E.L.; Batista, A.M.V.; Mustafa, A.F.; Araújo, R.F.S.; Soares, P.C.; Ortolani, E.L.; Mori, C.S. Effects of feeding high levels of cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) cladodes on urinary output and electrolyte excretion in goat. **Livestock Science**, v. 114, p. 354-357, 2008.

Tabela 2. Concentrações sanguíneas e urinárias, índices urinários e equação de regressão de metabólitos avaliados em caprinos recebendo dietas com níveis decrescentes de palma forrageira

Variáveis	Níveis de palma na dieta					Equação de regressão	R ²
	60%	45%	30%	15%	0%		
Sangue							
Glicose (mg/dL)	64,32	61,0	67,0	112,0	96,87	$Y = 98,67 + 2,26X - 0,15 X^2 + 0,002 X^3$	88,94
Uréia (mg/dL)	41,6	43,0	44,0	48,0	65,91	$Y = 64,34 - 1,06X + 0,012X^2$	94,56
Ac.Úrico (mg/dL)	0,21	0,21	0,28	0,45	0,08	$Y = 0,13 - 0,02X + 0,002X^2 - 0,00003X^3$	60,73
Creatinina (mg/dL)	1,21	0,97	1,31	1,00	1,34	$Y = 1,35 - 0,086X + 0,007X^2 - 0,0002X^3 + 0,000002X^4$	100
Na (mg/dL)	306,39	285,3	302,1	308,6	311,5	ns	Y=311,7
K (mg/dL)	11,9	12,5	9,1	12,9	9,3	ns	Y=9,22
P (mg/dL)	5,77	8,0	6,0	5,0	5,4	$Y = 5,45 - 0,17X + 0,011X^2 - 0,0001X^3$	97,81
Urina							
Uréia (mg/dL)	362,14	275,0	310,0	705,0	1249,7	$Y = 1253,28 - 45,61X + 0,51 X^2$	99,57
Creatinina (mg/dL)	23,69	28,0	22,0	35,0	78,92	$Y = 75,18 - 2,65X + 0,031X^2$	92,51
Ac.Úrico (mg/dL)	1,18	1,38	1,44	2,46	3,53	$Y = 3,15 - 0,038X$	85,20
Na(mg/dL)	4,3	18,5	2,6	3,2	3,9	ns	Y=4,5
K (mg/dL)	342,0	525,7	359,2	661,0	954	$Y = 840,24 - 9,06X$	72,72
Índices Urinários							
TDECr (ml/min) ¹	5,8	7,4	5,3	6,3	5,2	$Y = 5,21 + 0,44X - 0,04X^2 + 0,001X^3 - 0,00001X^4$	100
TE Uréia ² %	44,5	23,9	44,6	48,2	35,5	ns	Y=39,24
TE Na ² %	0,09	0,19	0,07	0,04	0,02	ns	Y=0,05
TE K ² %	579,2	700,9	1077,2	773,3	456,3	ns	Y=713,9
Vol. Urina (L/dia)	4,9	4,6	3,9	3,2	1,8	$Y = 2,561 + 0,051X$	56,33

¹ = Taxa de depuração endógena de creatinina; ² = Taxas de excreção fracional de uréia, Na e K.