

TOLERÂNCIA DE OVINOS AO HIDRÓXIDO DE SÓDIO E/OU SÓDIO RESIDUAL CONTIDO EM CAMA DE FRANGOS DE CORTE¹

NELSON NOGUEIRA BARROS², LUIZ MARIA BONNECARRERE SANCHEZ³
e JOUREZ MOSBINI LOPES⁴

RESUMO - Foi estudada a tolerância de ovinos ao consumo de dietas tratadas com hidróxido de sódio (NaOH). Foram utilizados 18 ovinos da raça Corriedale, num delineamento em blocos inteiramente casualizados, com um arranjo fatorial 2 x 3, dois tipos de cama de frangos de corte, cama de casca de arroz (CCA) e cama de palha de arroz (CPA) e três níveis de NaOH (zero, 6% e 12%). O consumo de sódio, consumo de água, produção urinária e a relação de Na: K urinária foram significativamente ($P < 0,05$) elevados pelo aumento dos níveis de NaOH nos tratamentos. A densidade da urina variou na ordem inversa da produção urinária, porém as reduções em função da elevação dos níveis de NaOH não foram significativas ($P > 0,05$). O pH da urina mostrou tendência a se elevar somente à medida que foram aumentados os níveis de álcali na dieta dos animais. O pH ruminal parece não ter sido afetado pelo consumo das dietas tratadas com NaOH. O balanço de sódio foi negativo e inversamente relacionado com o consumo deste mineral, não havendo dados suficientes que permitam a explicação deste fato.

Termos para indexação: palhas, tolerância ao NaOH.

SHEEP TOLERANCE TO SODIUM HYDROXIDE AND/OR RESIDUAL CONTENTS IN THE BROILER LITTER

ABSTRACT - Sheep tolerance to sodium hydroxide (NaOH) treated diets was studied. Eighteen Corriedale sheep were used in a completely randomized block design, with a 2 x 3 factorial arrangement. The design included two types of broiler litter (one composed of rice hulls and the other one of rice straw) and three levels of NaOH (zero, 6% and 12%). Water and Na intakes, urine excretion and Na:K urinary ratio, increased ($P < 0.05$) as the NaOH treatment level increased. The urinary density decreased ($P > 0.05$) when yield increased. The urine pH showed only a tendency of increasing when the alkali treatment in the animal diet increased. No effect of the NaOH treatments on the ruminal pH was detected. Sodium balance was negative and inversely related to the Na intake. However, there were not enough data for a clear explanation of this fact.

Index terms: straw, NaOH tolerance.

INTRODUÇÃO

A utilização de hidróxido de sódio como agente deslignificante, na alimentação de ruminantes, teve início na Alemanha, no princípio deste século, com o desenvolvimento do método de Beckman. Esse método consiste na imersão do material em uma solução de 1,5% - 3% de NaOH, seguida de lavagem para retirada do excesso de álcali. A lavagem apresenta os inconvenientes de requerer grande quantidade de água (40 l/kg de material),

causar perdas de, aproximadamente, 25% de matéria seca inicial, e o álcali residual constitui um fator de poluição (Greenhalgh 1976).

Lampila (1963) foi o primeiro a modificar o método de Beckman, reduzindo em 50% o volume da solução empregada no tratamento das palhas. Em seguida, Wilson & Pigden (1964) introduziram o processo de tratamento a seco, o qual consiste em se aplicar na palha, sob a forma de borriço, 30 ml de uma solução concentrada de NaOH/100 g de material. Com isto, foram eliminados os inconvenientes da lavagem, reduzindo ainda o custo do tratamento em cerca de 50% (Singh & Jackson 1971); porém este processo induz os animais a um elevado consumo de sódio e/ou NaOH residual. No entanto, Greenhalgh (1976) afirma que o excesso de NaOH em palhas tratadas com este álcali parece ser rapidamente convertido, no rúmen, em carbonato ou bicarbonato, não causando, assim, efeito cáustico aos animais.

¹ Aceito para publicação em 30 de janeiro de 1985. Parte da tese de Mestrado apresentada à UFSM, em dezembro de 1979, Santa Maria, RS.

² Méd. - Vet., M.S., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPIC), Caixa Postal D-10, CEP 62100 Sobral, CE.

³ Eng. - Agr., Ph.D., UFSM/Dep. de Zootecnia, CEP 97100 Santa Maria, RS.

⁴ Eng. - Agr., M.S., UFSM.

Hays & Swenson (1977) consideram que o íon sódio é fundamentalmente o responsável pela toxicidade do cloreto de sódio, podendo, inclusive, causar a morte de bovinos, se houver limitação na disponibilidade de água potável (Loosly & Ribeiro 1976). O consumo d'água por ruminantes, quando alimentados com palhas tratadas com NaOH, é sensivelmente elevado (McManus & Choung 1976). Em consequência, há um aumento notável na produção urinária dos animais (Maeng et al. 1971). Ketz (1974) afirma que uma das principais funções dos rins é manter o equilíbrio iônico e a pressão osmótica para manter o equilíbrio ácido-base do organismo. Desta forma, o sódio sendo o íon mais importante do líquido extracelular, desempenha importante papel no equilíbrio ácido-base. Em condições de carência de sódio, este íon é, em grande parte, reabsorvido. Todavia, em caso de excesso, o sódio é eliminado quase que totalmente pela urina.

Pickering (1965), em visão de literatura sobre o papel dos rins no balanço do sódio e potássio, mostrou que os bovinos possuem um eficiente mecanismo na regulação destes eletrólitos no organismo. Por sua vez, Denton (1956) demonstrou a eficiência das glândulas salivares no controle do sódio, no organismo, enquanto Quevauvilliers et al. (1976) evidenciaram o equilíbrio existente entre a relação Na:K plasmática e urinária. A despeito disto, Olofade et al. (1973) mencionam três anormalidades fisiológicas em ovinos alimentados com dietas tratadas com NaOH: urina alcalina, diurese osmótica e hemoglobínúria.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os efeitos do consumo de sódio e/ou NaOH residual, em ovinos alimentados com cama de galinha formada de casca ou palha de arroz tratada com o referido álcali.

MATERIAL E MÉTODOS

A palha de arroz foi moída em moinho provido de martelos, com peneira de 10 mm, enquanto a casca foi usada integral. Em seguida, realizou-se o tratamento desses materiais com zero, 6% e 12% de NaOH. O material sem álcali não sofreu nenhum tipo de tratamento.

Como fonte de NaOH foi utilizada soda cáustica, em escamas, com, aproximadamente, 85% de pureza. Foi preparada uma solução com 668 g de NaOH/litro da mistura

e, em seguida diluída em água, de modo que 30 ml da solução fornecessem 6 g ou 12 g de NaOH/100 g de matéria seca do material.

O tratamento dos materiais foi realizado em um misturador tipo bateadeira. Trinta milímetros da solução foram lentamente despejados sobre o material, com o misturador em movimento, deixando o material em mistura, por três minutos, após a solução ter sido totalmente vertida, à semelhança do procedimento usado por Jayasuriya & Owen (1975).

Todo o material assim tratado foi usado como cama para frangos de corte (CCA = cama de casca de arroz, CPA = cama de palha de arroz), com aves dos 7 aos 56 dias de idade. Após a retirada das aves, as camas foram oferecidas a ovinos. Dezoito ovinos da raça Corriedale, com 18 a 20 meses de idade e peso médio de 39 kg, foram confinados em gaiolas metabólicas, em um delineamento inteiramente casualizado tipo fatorial, sendo dois tipos de camas x três níveis de NaOH, com três repetições por tratamento.

Água e ração foram oferecidas *ad libitum*. O período experimental constou de quatorze dias de adaptação às dietas e sete dias de coleta de dados, conforme procedimento de Harris (1970).

Diariamente, foi realizada coleta total de fezes e urina e, em seguida, retirada uma alíquota de 10% de cada material. A urina foi acidificada com 10 ml a 40 ml de HCl diluído em água (1:1), porém, antes de colocar o ácido nos frascos coletores de urina, colhia-se a primeira urina do dia para determinação do pH e densidade (Ketz 1974).

Após o período de coleta, os ovinos foram mantidos com as dietas experimentais, e o pH do líquido ruminal medido quatro horas após a ingestão alimentar. O líquido ruminal foi obtido através de uma sonda. Não foi feita análise estatística destes dados, por terem sido obtidos por uma única coleta.

As análises de sódio e potássio foram realizadas por espectrofotometria de chama, pelo método de Vettori (1969), modificado. Do material oferecido, do rejeitado e das fezes foi retirado 1 g e, da urina, aproximadamente, 10 g, em cadinhos de porcelana. Os cadinhos contendo urina foram colocados em uma chapa aquecedora para evaporar a parte líquida, tendo-se o cuidado de não deixá-la ferver. A fração sólida da urina, as fezes e o alimento oferecido e rejeitado foram calcinados a 550°C, por doze horas. As cinzas resultantes foram solubilizadas e diluídas em 500 ml de ácido clorídrico 0,1 N, para posterior análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao consumo de sódio (Tabela 1), os animais alimentados com CCA apresentaram maior ingestão, à medida que aumentava o nível de NaOH. Entretanto, houve diferença significativa ($P < 0,05$) no consumo de sódio apenas quando o

TABELA 1. Valores médios referentes ao balanço de sódio, consumo de sódio e consumo de água de ovinos alimentados com cama de frangos de corte, formada de casca de palha de arroz tratada com diferentes níveis de NaOH.

Variáveis ¹	Interação ²	Tipo de cama	Níveis de NaOH (%)			Média
			0	6	12	
Consumo de sódio (g/kg ^{0,075} /dia)	ns	CCA	0,075 ^a	0,353 ^a	0,993 ^b	0,468 ^P
		CPA	0,353 ^a	1,013 ^b	1,260 ^b	0,876 ^Q
		Média	0,205 ^A	0,683 ^B	1,227 ^C	
Balanço de sódio (g/dia)	ns	CCA	0,00 ^{ab}	-0,11 ^{ab}	-1,03 ^a	-0,33 ^P
		CPA	1,23 ^b	-0,48 ^a	-1,21 ^a	-0,15 ^P
		Média	0,62 ^A	-0,29 ^{AB}	-1,12 ^B	
Consumo de água (g/g de matéria seca consumida)	ns	CCA	4,56 ^a	4,08 ^a	6,88 ^b	5,17 ^P
		CPA	3,43 ^a	4,62 ^a	7,53 ^b	5,19 ^P
		Média	3,99 ^A	4,35 ^A	7,20 ^B	

¹ Valores sobrepostos com a mesma letra maiúscula para médias e minúsculas para os demais valores, não diferem estatisticamente ($P > 0,05$). A comparação das médias foi feita separadamente para tratamentos, níveis de NaOH e tipo de camas.

² não significativo ($P > 0,05$).

nível de NaOH aumentou de 6% para 12%. Nos casos dos alimentados com CPA, o consumo foi significativamente maior ($P < 0,05$) quando o nível de NaOH aumentou de zero para 6%. Embora alto, o consumo de sódio, no presente experimento, foi inferior ao verificado por Carmona & Greenhalgh (1972) e por McManus & Choung (1976), que trabalharam com distintos volumosos tratados com NaOH, não tendo sido observados efeitos adversos à saúde dos animais. Squire & Wilson (1971), estudando a tolerância de ovinos ao cloreto de sódio, constataram que estes animais sobreviveram, por dez semanas, com uma dieta contendo 15% de NaCl, tendo consumido 5,5 g de sódio/kg^{0,075}. Nelson et al. (1955) constataram que o consumo de 19,29 g de sódio/ovinos/dia não afetou o balanço de sódio e nitrogênio.

O balanço de sódio (Tabela 1) nos ovinos alimentados com CCA foi, respectivamente, 0, -0,11 e -1,03 para os níveis de zero, 6% e 12% de NaOH. Porém não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os níveis estudados. Para os animais alimentados com CPA, esses valores foram, respectivamente, 1,23, -0,48 e 1,21, sendo que no nível zero, a retenção de sódio foi significativamente superior ($P < 0,05$) à dos demais, não havendo, porém, diferença ($P > 0,05$) entre os outros

níveis. Não foi constatada interação significativa ($P > 0,05$) entre o tipo de cama e os níveis de NaOH.

Os resultados obtidos neste estudo se assemelham, em parte, aos verificados por Maeng et al. (1971), que trabalharam com dietas compostas de silagem e palha tratada com NaOH. Aumentando a participação da palha na dieta dos animais de 25% para 100%, estes autores verificaram um aparente balanço de sódio, nos ovinos, inversamente proporcional à concentração de palha de ração. Por outro lado, Choung & McManus (1976) e McManus & Choung (1976) obtiveram balanço de sódio ligeiramente positivo em ovinos alimentados com dietas peletizadas de alfafa e casca de arroz tratada com níveis de zero a 15% de NaOH. Não há dados que permitam explicar o balanço negativo de sódio na ordem inversa do consumo deste mineral. No entanto, é provável que este fato se deva à fase de adaptação fisiológica dos animais, uma vez que, tanto no presente trabalho como no conduzido por Maeng et al. (1971), as dietas tratadas com NaOH foram oferecidas aos animais durante um curto período. Todavia, é possível também, que a sobrecarga de sódio e/ou NaOH residual tenha provocado lesão renal nos animais, pois ovinos alimentados com palhas tratadas com NaOH apresen-

taram três anormalidades fisiológicas: urina alcalina, diurese osmótica e hemoglobina (Ololade et al. 1973).

Alguns dos animais que consumiram CCA ao nível zero de NaOH apresentaram balanço negativo de sódio. Provavelmente, este fato pode ser atribuído ao baixo consumo de alimentos pelos animais, os quais só obtiveram 25% dos seus requerimentos, para manutenção, em termos de energia digestível. Para Buggy & Fisher (1974) e Quevauvilliers et al. (1976), a reabsorção do sódio nos túbulos renais é um processo ativo, que requer, portanto, energia. Kamal et al. (1962) referem-se a um balanço negativo de sódio e aumento no balanço e retenção de potássio em crianças submetidas a dietas carentes em energia.

No consumo de água, o efeito de NaOH se manifestou de maneira similar em ambos os tipos de camas (Tabela 1). Houve diferenças significativamente maior ($P < 0,05$) somente a 12% de NaOH em relação aos demais níveis de álcali estudados; não houve interação ($P > 0,05$) entre tipos de cama x níveis de NaOH.

Em parte, os dados obtidos no presente experimento são semelhantes aos verificados por Singh & Jackson (1971), Maeng et al. (1971), que trabalharam com distintos tipos de palhas tratadas com NaOH.

Na Fig. 1, visualiza-se uma regressão linear significativa ($P < 0,01$) entre o consumo de sódio, como variável independente, e o consumo de água, como variável dependente.

A estreita relação existente entre estas duas variáveis pode ser explicada, em parte, pela elevação na concentração do fluido extracelular, provocando a movimentação da água de dentro para fora da célula (Haupt 1977). Em consequência da desidratação celular, é estimulada a sede, e, conseqüentemente, o consumo de água (Anderson 1971).

O efeito do NaOH sobre a produção urinária se manifestou de forma similar em ambos os tipos de cama (Tabela 2). Somente a 12% de NaOH se verificou diferença significativamente maior ($P < 0,05$) em relação aos demais níveis de álcali estudados. A análise de variância mostrou não haver efeito significativo ($P > 0,05$) na interação tipos de cama vs. níveis de NaOH.

Os resultados do presente trabalho se assem-

elham aos obtidos por Donefer et al. (1969) e Maeng (1976), que observaram aumentos na produção urinária de ovinos, em face da elevação dos níveis de NaOH nos tratamentos.

O grande aumento na produção urinária como efeito da elevação dos níveis de NaOH pode ser interpretado como uma reação fisiológica do animal para eliminar o excesso de água no organismo, uma vez que a relação entre consumo de água e produção urinária (Fig. 2) foi altamente significativa ($P < 0,01$).

Haupt (1977) descreve a grande capacidade do rim em controlar a excreção de água sob controle hormonal, o qual é regulado pela osmoconcentração do plasma (Verner 1974). Shirley & Carvalho (1976) afirmam que a porcentagem de água no organismo dos animais não pode sofrer grandes mudanças, sob pena de causar sérios transtornos. Haupt (1977) considera que, apesar das perdas de água pela pele, como gases, e pelas fezes, somente a ingestão de água e a excreção urinária são capazes de regular o volume de água no corpo dos animais.

Quanto à densidade da urina (Tabela 2), a análise de variância não detectou diferença significativa ($P > 0,05$) entre níveis de NaOH, em ambos os tipos de cama estudados e na interação tipos de cama vs. níveis de NaOH. O decréscimo na densidade urinária parece ter sido decorrente de incrementos na produção de urina, tendo em vista os coeficientes de correlação verificados entre estas duas variáveis (-0,77, $P < 0,05$ e -0,43, $P < 0,05$ para CCA e CPA, respectivamente). Esta hipótese está em harmonia com os resultados de Nottle (1966), que encontrou uma relação hiperbólica crescente entre volume e densidade da urina, ao estudar o metabolismo da sílica em ovinos. Ademais, Gans & Mercer (1977) relataram que, em geral, a densidade e o volume da urina estão inversamente relacionados.

Com relação ao pH urinário (Tabela 2), verificou-se o inverso do ocorrido com a densidade; porém, não foi detectada diferença significativa ($P > 0,05$) entre nenhum dos níveis de NaOH estudados. Não foi detectada interação significativa entre tipos de cama vs. níveis de álcali.

Os resultados deste experimento se assemelham aos obtidos por Maeng et al. (1971) e Jayasuriya &

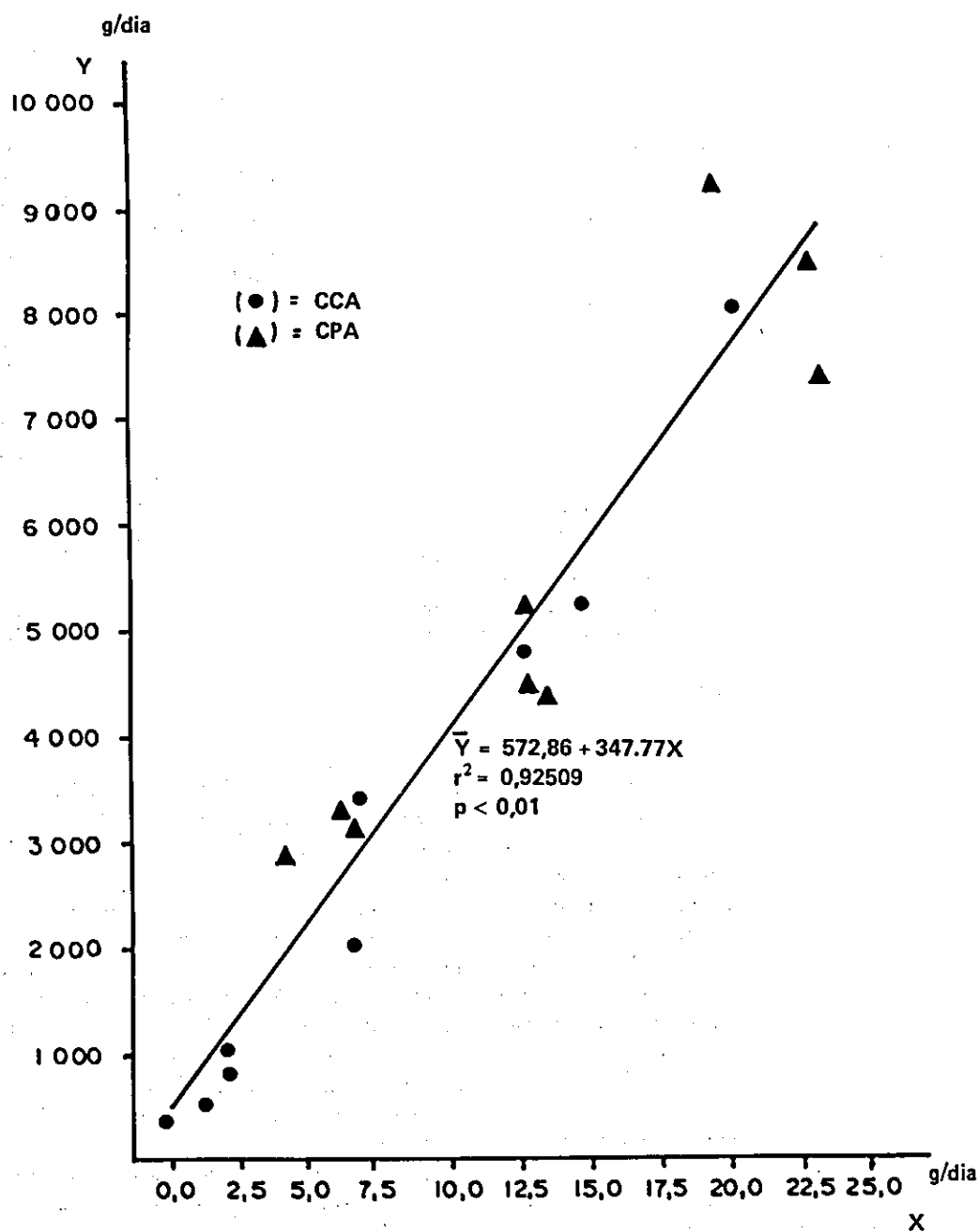


FIG. 1. Relação entre consumo de sódio (X) e consumo de água (Y).

TABELA 2. Valores médios da produção urinária, densidade da urina, pH urinário, relação Na:K na urina e pH ruminal de ovinos alimentados com cama de frangos de corte, formada de palha ou casca de arroz, tratada com diferentes níveis de NaOH.

Variáveis ¹	Interação ²	Tipo de cama	Níveis de NaOH (%)			Média
			0	6	12	
Produção urinária (g/dia)	ns	CCA	502,85 ^a	1.295,00 ^{ab}	4.848,33 ^c	2.215,40 ^P
		CPA	1.581,91 ^{ab}	3.482,57 ^{bc}	5.060,05 ^c	3.374,84 ^P
		Média	1.042,38 ^A	2.388,79 ^B	4.954,19 ^C	
Densidade da urina (g/cm ³)	ns	CCA	1,033 ^{ab}	1,036 ^{ab}	1,016 ^a	1,028 ^P
		CPA	1,039 ^b	1,035 ^{ab}	1,024 ^{ab}	1,033 ^P
		Média	1,036 ^B	1,036 ^B	1,020 ^A	
pH da urina	ns	CCA	7,68 ^a	8,31 ^a	8,64 ^a	8,21 ^P
		CPA	8,49 ^a	8,75 ^a	8,66 ^a	8,63 ^Q
		Média	8,08 ^A	8,53 ^A	8,65 ^A	
Relação Na:K na urina	**	CCA	0,41 ^{ab}	0,60 ^b	1,37 ^d	0,79 ^P
		CPA	0,29 ^a	0,62 ^b	0,92 ^c	0,61 ^Q
		Média	0,35 ^A	0,61 ^B	1,14 ^C	
pH ruminal	ns	CCA	6,90	7,00	6,90	6,95
		CPA	6,70	6,70	6,80	6,75
		Média	6,80	6,85	6,85	

¹ Valores assinalados com letras diferentes, maiúsculas para médias e minúsculas para os demais valores, são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$). A comparação das médias foi feita separadamente por tratamentos, níveis de NaOH e tipos de causas.

² ns = não-significativa ($P > 0,05$).

** = significativa ($P < 0,01$).

Owen (1975), que observaram apenas uma tendência na elevação de pH urinário com o aumento da concentração de NaOH nos tratamentos. Todavia, na mesma publicação, porém em outro experimento, Jayasuriya & Owen (1975) verificaram o inverso do constatado no experimento anterior. Por outro lado, Donefer et al. (1969) encontraram pH significativamente maior ($P < 0,05$) na urina de ovinos alimentados com palha de aveia tratada com 8% de NaOH e acidificada com ácido acético, em relação aos alimentados com palha sem tratamento químico.

Para Kolb (1976), a concentração de íons hidrogênio na urina dos animais depende bastante da composição da reação utilizada. Em condições normais de alimentação, a urina dos herbívoros tem reação alcalina.

Sendo o sódio um íon alcalizante, as elevadas quantidades de sódio, na urina dos animais que consumiram dietas tratadas com NaOH, deveria

produzir uma reação fortemente alcalina. Ocorre, porém, que o efeito alcalinizante do sódio provavelmente foi diluído pela elevação na produção urinária.

Os animais que consumiram CCA sem tratamento químico produziram urina com reação ácida, provavelmente decorrente do baixo consumo alimentar. Kolb (1976) relata que animais em jejum prolongado produzem urina com reação ácida. Estes animais deveriam estar com sua rota neoglicogênica ainda mais intensificada, utilizando especialmente proteína para manter a sua glicemia, e ácidos graxos de depósito para suprir energeticamente o processo, resultando num aumento da catogênese com conseqüente elevação na produção de íons hidrogênio e, finalmente, acidificando a urina. Young (1977) mostra a importância e a capacidade dos ruminantes em efetuar a neoglicogênese para manter a glicemia em níveis compatíveis com a vida.

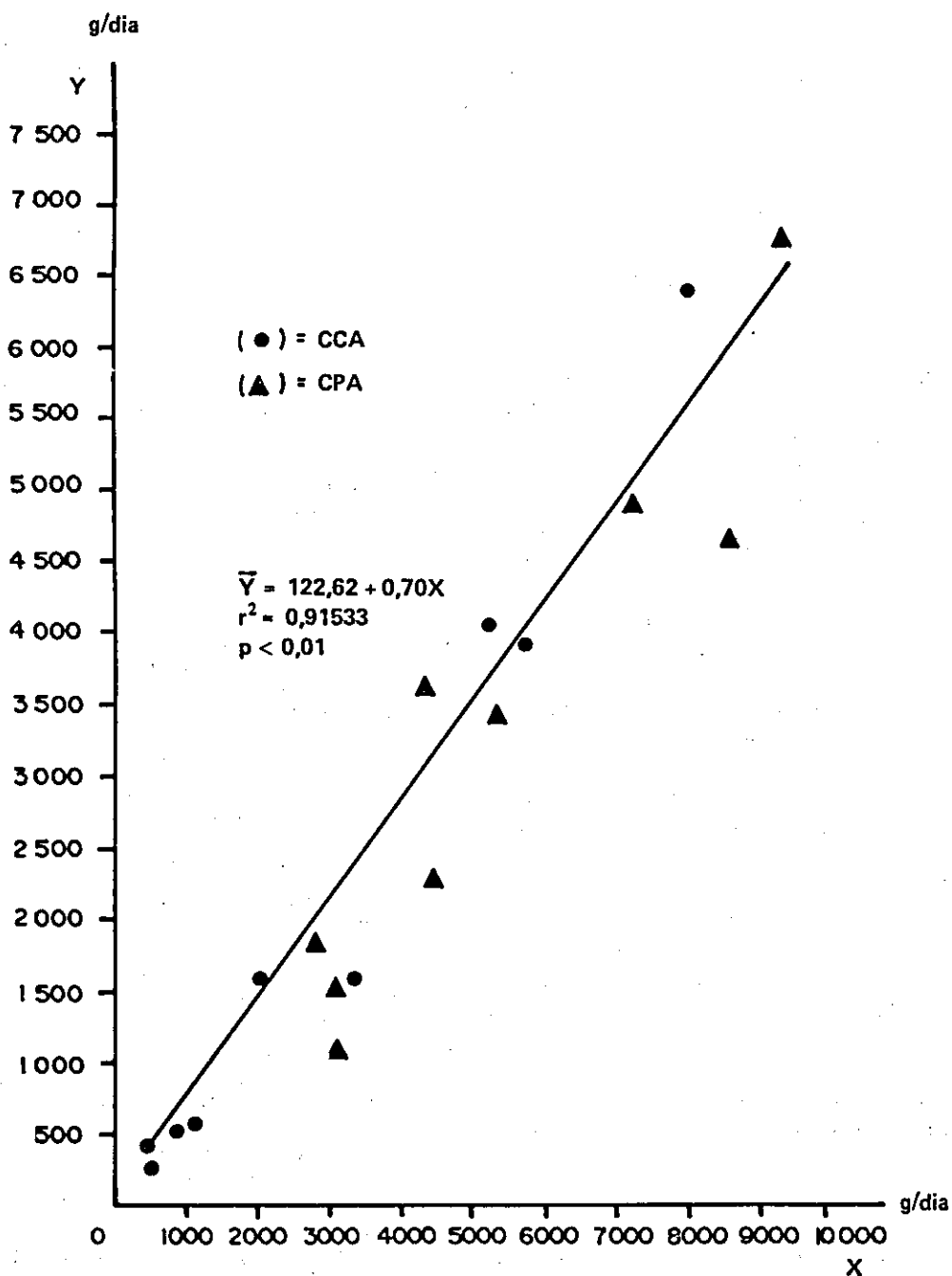


FIG. 2. Relação entre consumo de água (X) e produção urinária (Y).

A relação Na:K urinária (Tabela 2) dos ovinos alimentados com CCA foi 0,41, 0,60 e 1,37, respectivamente, para os níveis de zero, 6% e 12% de NaOH; somente o nível mais elevado de álcali foi estatisticamente ($P < 0,05$) superior aos demais. Para os alimentados com CPA, esses valores foram, respectivamente, 0,29, 0,62 e 0,92, havendo diferença estatística ($P < 0,05$) entre os três níveis de álcali estudados. A análise de variância para a relação Na:K mostrou haver interação significativa ($P < 0,05$) entre tipos de cama vs. níveis de NaOH. Entre os tipos de camas, nos tratamentos com zero e 6% de NaOH, esta relação não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$). Todavia, ao nível de 12% de álcali, os animais que consumiram CCA apresentaram uma relação Na:K urinária significativamente ($P < 0,05$) superior à dos que ingeriram CPA. A ocorrência de interação significativa a 12% de NaOH parece ter sido decorrente da grande perda de sódio pela urina dos animais que consumiram CCA, a este nível de álcali, ocasionada pela súbita elevação no consumo deste mineral.

Observa-se, na Tabela 2, que o álcali parece não ter influenciado o pH ruminal. Os valores encontrados estão situados na faixa favorável à ação das bactérias celulolíticas referidas por Choung & McManus (1976). Os resultados obtidos se assemelham aos verificados por McManus & Choung (1976), Choung & McManus (1976) e Donefer et al. (1969), que trabalharam com diferentes tipos de palha tratada com NaOH e acidificada com ácido acético ou sulfúrico. Ololade et al. (1970) também verificaram que o pH ruminal em ovinos alimentados com palha de trigo tratada com 4% de NaOH foi bastante estável. No entanto, Ololade & Mowat (1975) observaram que o pH ruminal de ovinos alimentados com palha de cevada tratada com níveis de zero a 6% de NaOH decresceu de 6,8 para 6,1 com o aumento do álcali nos tratamentos.

CONCLUSÕES

1. O pH ruminal não foi afetado pelo álcali, mesmo quando o seu nível na palha foi de 12%.
2. O consumo de água e a produção urinária foram significativamente elevados pela adição de NaOH às dietas. Todavia, o NaOH não afetou o pH urinário.

3. A densidade e a produção da urina se apresentaram inversamente relacionadas. O metabolismo do potássio parece não ter sido afetado pelo consumo de dietas tratadas com NaOH, quando analisado através da relação Na:K urinária.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, B. Thirst and brain control of the water balance. *Am. Sci.*, 59:408-15, 1971.
- BUGGY, J. & FISHER, A.E. Evidence for a dual central role for angiotensin in water and sodium intake. *Nature*, 205:733-4, 1974.
- CARMONA, J.F. & GREENHALGH, J.F.D. The digestibility and acceptability to sheep of chopped or milled barley straw soaked or sprayed with alkali. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 78(2):477-85, 1972.
- CHOUNG, C.C. & MCMANUS, W.R. Studies on forage cell walls. 3. Effects of feeding alkali-treated rice hulls to sheep. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 86(3): 517-30, 1976.
- DENTON, D.A. The effect of Na depletion on the Na:K ratio of the parotid saliva of the sheep. *J. Physiol.*, 131:516-25, 1956.
- DONEFER, E.; ADELEYE, I.O.A. & JONES, T.A.O.C. Effect of urea supplementation on the nutritive value of NaOH-treated oat straw. *Adv. Chem.*, 95: 328-42, 1969.
- GANS, J.H. & MERCER, P.F. The kidneys. In: SWENSON, M.J. *Dukes' physiology of domestic animals*. 9. ed. London, Comstock, 1977. cap. 37, p.463-92.
- GREENHALGH, J.F.D. Improving the nutritive value of straw by alkali treatment. *ARC Res. Rev. Agric. Res. Council.*, 2(3):67-70, 1976.
- HARRIS, L. Os métodos químicos e biológicos empregados na análise de alimentos. Gainesville, Univ. of Florida, 1970. 147p.
- HAYS, V.W. & SWENSON, M.J. Minerals. In: SWENSON, M.J. *Dukes' physiology of domestic animals*. 9. ed. London, Comstock, 1977. cap. 33, p.395-413.
- HOUP, T.R. Water, electrolytes, and acid-base balance. In: SWENSON, M.J. *Dukes' physiology of domestic animals*. 9. ed. Ithaca, Cornell Univ. Press, 1977. cap. 36, p.443-62.
- JAYASURIYA, M.C.N. & OWEN, E. Sodium hydroxide treatment of barley straw; effect of volume and concentration of solution on digestibility and intake sheep. *Anim. Prod.*, 21(3):313-22, 1975.
- KAMAL, T.H.; JOHNSON, H.D. & RAGSDALE, A.C. Metabolic reactions during thermal stress (35°F to 90°F) in dairy acclimated at 50°F and 80°F. *Mo. Agric. Exp. Stn. Res. Bull.*, (785):1-114, 1962.
- KETZ, H.A. Fisiologia del rinón. In: KOLB, E. *Fisiologia veterinária*. 2.ed. Zaragoza, Acribia, 1974. v.2, cap. 10, p.616-47.

- KOLB, E. Fisiologia veterinária. 2.ed. Zaragoza, Acribia, 1976. v.2, cap. 10, p.616-59.
- LAMPILA, M. Experiments with alkali straw and urea. *Ann. Agric. Fenn.*, 2: 105, 1963.
- LOOSLY, J.K. & RIBEIRO, J. Sódio e cloro na nutrição de ruminantes em pastagens. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, Belo Horizonte, MG, 1976. Anais . . . Belo Horizonte, UFMG, 1976. p.99-109.
- MCMANUS, W.R. & CHOUNG, C.C. Studies on forage cell walls. 2. Condition for alkali treatment of rice straw and rice hulls. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 86(3): 453-70, 1976.
- MAENG, W.J. Improving feeding value of ligno-cellulosic materials. I. Effect of alkali treatment on the digestibility and chemical composition of barley straw. *Korean J. Anim. Sci.*, 18(6): 499-504, 1976.
- MAENG, W.J.; MOWAT, D.N. & BILANSKI, W.J. Digestibility of sodium hidroxide treated straw feed alone or in combination with alfalfa silage. *Can. J. Anim. Sci. Ottawa*, 51(3): 743-7, 1971.
- NELSON, A.B.; MCVICAR, R.W.; ARCHER JUNIOR, W. & MEISKE, J.C. Effect of high salt intake on the digestibility of ration constituents and on nitrogen, sodium and chloride retention by steers and wethers. *J. Anim. Sci., Albany*, 14: 825-30, 1955.
- NOTTLE, M.C. Silica metabolism of the Merino sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, 17: 175-82, 1966.
- OLOLADE, B.G. & MOWAT, D.N. Influence of whole-plant barley reconstituted with sodium hydroxide on digestibility rumen fluid and plasma metabolism of sheep. *J. Anim. Sci., Albany*, 40(2): 351-7, 1975.
- OLOLADE, B.G.; MOWAT, D.N. & SMITH, G.C. Digestibility and nitrogen retention of NaOH treated diet. *J. Anim. Sci., Albany*, 37(1): 352, 1973.
- OLOLADE, B.G.; MOWAT, D.N. & WINCH, J.E. Effects of processing methods on the *in vitro* digestibility of sodium hydroxide-treated roughages. *Can. J. Anim. Sci., Ottawa*, 50: 657-62, 1970.
- PICKERING, E.C. The role of the kidney in sodium and potassium balance on the cow. *Proc. Nutr. Soc.*, 24: 364-76, 1965.
- QUEVAUVILLIERS, J.; PERLEMUTER, L.; OBRASKA, P. & KOPE, A. Cuadernos de fisiología normal y patológica. 2.ed. Barcelona, Toray-Masson, 1976. v.1, cap. 3, p.135-43.
- SHIRLEY, R.L. & CARVALHO, J.H. Água como fonte de minerais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, Belo Horizonte, MG, 1976. Anais . . . Belo Horizonte, UFMG, 1976. p. 34-50.
- SINGH, M. & JACKSON, M.G. The effect of different levels of sodium hidroxide spray treatments of wheat on consumption and digestibility by cattle. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 77: 5-10, 1971.
- SQUIRE, V.R. & WILSON, A.D. Distance between food and water supply and its effect on drinking frequency, and food and water intake of Merino and boquer Leicester sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, 22: 293-8, 1971.
- VERNER, E.B. The antidiuretic hormone and the factores which determine its release. *Proc. R. Soc. Ser. B.*, 135: 25-106, 1974.
- VETTORI, L. Métodos de análises de solos. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).
- WILSON, R.K. & PIGDEN, W.J. Effect of a sodium hydroxide treatment on the utilization of wheat straw and poplar wood by rumen microorganisms. *Can. J. Anim. Sci., Ottawa*, 44(1): 122-3, 1964.
- YOUNG, J.W. Gluconeogenesis in cattle; significance and methodology. *J. Dairy Sci., Champaing*, 60(1): 1-15, 1977.