

Influência do balanço cátion-aniônico da dieta no rúmen e no desempenho de ovinos

[*Influence of dietary cation-anion balance on rumen and performance variables in sheep*]

G.R. Del Claro¹, M.A. Zanetti^{2*}, F.A. Paiva¹, A. Saran Netto¹,
M.S.V. Salles², L.B. Correa¹

¹Estudante de Pós-Graduação – FZEA – USP - Pirassununga

²Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo
Rua Duque de Caxias Norte, 225
13630-000 - Pirassununga, SP

RESUMO

Estudou-se o efeito do balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD) no desempenho animal e na fermentação ruminal, utilizando-se 25 carneiros machos, da raça Santa Inês, durante 75 dias. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos. Para a manipulação do BCAD, foram adicionados sulfato de amônio e bicarbonato de sódio, obtendo-se os seguintes tratamentos: -160, -40, 140, 250 e 500 mEq/kg de matéria seca. O aumento do BCAD resultou em aumentos da ingestão de matéria seca, do ganho diário, da eficiência alimentar e do pH ruminal ($P < 0,05$). O perfil de ácidos graxos ruminais não foi afetado pelo BCAD.

Palavras-chave: ovino, balanço cátion-aniônico, rúmen, matéria seca, pH

ABSTRACT

The effect of dietary cation-anion balance (DCAB) on dry matter intake, daily weight gain, feed conversion efficiency, rumen pH and rumen volatile fatty acid profile in Santa Ines sheep was studied. Dietary treatments were formulated combining sodium sulphate and sodium bicarbonate in appropriate ratios to achieve DCAB balance of -160, -40, 140, 250 and 500 mEq/kg dry matter. Twenty five male lambs were assigned to the five treatments in a randomized block design for a 75-day feeding trial. Increasing DCAB was associated with increasing voluntary dry matter intake, daily weight gain, feed conversion efficiency and rumen pH ($P < 0.05$); but DCAB did not affect the volatile fatty acid profile in the rumen.

Keywords: sheep, rumen, cation-anion balance, dry matter intake, pH

INTRODUÇÃO

O balanço cátion-aniônico dietético (BCAD), também conhecido por diferença cátion-aniônica da dieta (DCAD), balanço eletrolítico (BE) ou balanço iônico da dieta (BID), representa a diferença entre os cátions e os ânions fixos totais, presentes na dieta. A maioria dos experimentos calcula o BCAD em mEq de (Na^+

+ K^+) - (Cl^- + SO_4^-) por kg ou 100 gramas de matéria seca. O enxofre, apesar de não ser um íon fixo, é incluído no cálculo do BCAD para ruminantes, pois os sulfatos acidificam diretamente os fluidos biológicos. Esses íons são escolhidos para o cálculo do BCAD por influenciarem o balanço ácido-base apesar de terem influência em outras funções no metabolismo animal (Block, 1994).

Projeto financiado pela FAPESP

Recebido para publicação em 1 de dezembro de 2003

Recebido para publicação, após modificações, em 3 de janeiro de 2005

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: gdelclaro@yahoo.com.br

A homeostase ácido-base é um fator de fundamental importância em qualquer espécie animal. Para que os processos vitais transcorram normalmente, o pH dos fluidos corporais deve ser mantido entre limites estritos. Pequenas modificações nessa concentração podem causar alterações na velocidade das reações químicas das células. Deve-se corrigir o acréscimo de ácido, ou íon hidrogênio, aos líquidos corporais, já que com o metabolismo há produção constante de ácidos. Em condições normais, há um contínuo acréscimo de ácidos aos líquidos corporais, pela ingestão ou pelo metabolismo celular (Cunningham, 1999).

O equilíbrio ácido-base tem influência direta no metabolismo animal e, por isso, uma relação intrínseca com desempenho (Miles e Butcher, 1993). Um fator que poderia explicar a relação entre o BCAD e o desempenho é a bomba de Na^+ e K^+ . Esse processo é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia de manutenção (Block, 1994). Alterações promovidas pelo BCAD na fermentação ruminal também poderiam explicar a sua relação com o desempenho. Tucker et al. (1988), ao arraçarem vacas holandesas em lactação, com dietas contendo diferentes níveis de BCAD, concluíram que o pH do líquido ruminal diminuiu com o decréscimo do balanço cátion-aniônico, mas não houve alteração na fermentação ruminal. Vagnoni e Oetzel (1998), ao trabalharem com vacas secas, encontraram decréscimo no pH do líquido ruminal quando da utilização de dietas aniônicas, entretanto a fermentação ruminal não foi alterada.

Vacas em lactação devem ter o BCAD altamente positivo, já que esses ruminantes apresentam altas taxas metabólicas e, portanto, há uma tendência para o ambiente celular tornar-se ácido (Block, 1994). Tucker et al. (1988) sugeriram em vacas lactantes, para o máximo desempenho, que o BCAD esteja entre +200 a +375mEq/kg de matéria seca (MS). Den Hartog et al. (1990) relataram desempenho inferior de vitelos com NaHCO_3 e BCAD de +200mEq/kg de MS em relação ao grupo-controle, enquanto o grupo com $(\text{NH}_4) \text{SO}_4$ e BCAD de -100mEq/kg de MS

apresentou resultados intermediários. Para bovinos de corte, Ross et al. (1994), ao trabalharem com novilhos Angus em crescimento, concluíram que o melhor desempenho foi conseguido com BCAD de 150 a 300mEq de $(\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl})/\text{kg}$ de MS. Fauchon et al. (1995) observaram que dietas entre 500 e 700 mEq de $(\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl})/\text{kg}$ de MS foram as que apresentaram maior desempenho para ovinos em crescimento. Jackson et al. (2001), em experimento conduzido com bezerros tratados com BCAD de 0 ou 200mEq $[(\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + \text{S})]/\text{kg}$ de MS, não observaram diferenças no desempenho entre os dois tratamentos.

O trabalho teve por objetivo verificar os efeitos de diferentes relações entre cátions e ânions sobre a ingestão de matéria seca, ganho de peso diário, eficiência alimentar e fermentação ruminal em ovinos da raça Santa Inês.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se 25 cordeiros machos, da raça Santa Inês, alojados em gaiolas de estudo de metabolismo, equipadas com bebedouro automático, cocho e coletor de urina.

Os animais foram alimentados com dieta calculada para suprir suas necessidades, segundo o Nutrient... (1985). Foram oferecidos cinco tratamentos, diferindo nas concentrações de bicarbonato de sódio, sulfato de amônio e caulim em cinco níveis de BCAD (-160;-40;140;260; 500mEq/kg de MS). O tratamento com 140mEq/kg de MS foi considerado o controle, pois continha os níveis de Na^+ ; K^{++} ; Cl^- e S^{-2} preconizados pelo Nutrient... (1985) para ovinos. Nas Tab. 1 e 2 apresentam-se a proporção dos ingredientes e a composição química bromatológica das dietas experimentais.

O experimento teve duração de 90 dias, sendo os 15 primeiros usados para adaptação à ração total. Inicialmente os animais foram pesados, desverminados e distribuídos em gaiolas de estudo de metabolismo. A água foi fornecida à vontade por sistema de abastecimento contínuo.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes das dietas em base seca e balanço cátion-aniônico (BCAD) da dieta em mEq de $\{(Na+K) - (Cl+SO_4)\}$

Ingrediente	N1	N2	C	P1	P2
Casca de algodão	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Milho	43,43	43,43	43,43	43,43	43,43
Soja extrusada	20,72	20,72	20,72	20,72	20,72
Calcário	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Suplemento mineral*	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Caulim	2,00	2,40	3,07	2,07	-
NaHCO ₃	-	-	-	1,00	3,07
NH ₃ SO ₄	2,00	1,20	-	-	-
Uréia	0,00	0,40	0,93	0,93	0,93
BCAD	-160	-40	140	250	500

(*)500g de suplemento mineral contém: 418,0g de cloreto de sódio; 14,3g de sulfato de ferro II; 11,5g de sulfato de manganês II; 5,6g de óxido de zinco; 0,32g de iodato de sódio; 6,4g de sulfato de cobre II e 0,2g de sulfato de cobalto; 0,08g de selenito de sódio; 40g de flor-de-enxofre; 0,09g selenito de sódio. 3,34g de complexo vitamínico com vitamina A (palmitato), vitamina D₃ e tocoferol (acetato). MS = matéria seca. N1, N2, C, P1 e P2 = tratamentos segundo o BCAD.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica e percentual dos minerais nas dietas experimentais com base na matéria seca e balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD) em mEq de $\{(Na+K) - (Cl+SO_4)\}$

	N1	N2	C	P1	P2
Proteína bruta (%)	19,15	20,47	18,63	20,98	19,37
Fibra bruta (%)	9,46	8,56	8,63	8,16	9,11
Extrato etéreo (%)	7,24	6,70	6,38	6,70	6,70
Matéria mineral (%)	8,52	9,10	10,99	9,73	9,64
Cálcio (%)	1,11	1,11	1,10	1,12	1,13
Fósforo (%)	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Sódio (%)	0,35	0,35	0,35	0,65	0,85
Potássio (%)	1,25	1,25	1,28	1,18	1,20
Enxofre (%)	0,80	0,60	0,35	0,37	0,36
Cloro (%)	0,46	0,43	0,44	0,40	0,40
BCAD	-159,88	-40,54	138,79	251,01	500,49

N1, N2, C, P1 e P2 = tratamentos segundo o BCAD.

Os animais, alimentados às 8 e às 14 horas, em 4,4% do peso vivo, foram pesados a cada 15 dias. Para a realização do estudo de digestibilidade, foram feitas colheitas de fezes e da dieta, na proporção de 10%. No 30º e no 60º dias foram retiradas amostras de fluido ruminal através de sonda esofágica, com análise imediata de pH e retirada de subamostras, diluídas em proporção de 25% com ácido fórmico para posteriores análises de ácidos graxos voláteis.

As determinações de matéria seca e matéria mineral nas fezes e rações obedeceram às recomendações do Oficial... (1990). O sódio foi determinado por fotometria, o enxofre, por turbidimetria em sistema *flow injection analysis*, e o cloro, por titulometria com nitrato de prata. O fósforo foi analisado colorimetricamente, seguindo a metodologia proposta por Fiske e Subbarow (1925).

O pH do líquido ruminal foi mensurado imediatamente após a colheita. As subamostras, contendo 4ml de líquido ruminal e 1ml de ácido fórmico, foram descongeladas e centrifugadas a 10°C por 20 minutos a 20.000g. As determinações dos ácidos graxos voláteis foram feitas por meio de cromatografia líquida.

No delineamento experimental em blocos ao acaso, foram utilizados 25 animais, com cinco tratamentos e cinco repetições por tratamento. Os dados foram analisados por meio do programa computacional SAS (SAS, 1985). As variáveis foram analisadas no PROC GLM, por regressão, com os níveis do BCAD (-160, -40 140, 250 e 500 mEq/kg de MS). As variáveis também foram analisadas por contrastes ortogonais por meio do PROC GLM, entre os tratamentos N1(-160 mEq/kg de MS), N2 (-40 mEq/kg de MS), C (140 mEq/kg de MS), P1(+250 mEq/kg de MS) e P2(+500 mEq/kg de MS), e também entre os

tratamentos negativos (N1 e N2), o controle (C) e os positivos (P1 e P2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O dados referentes à ingestão de matéria seca (IMS) são apresentados na Tab. 3, onde se verifica relação linear entre o BCAD e a IMS. Em geral, a IMS aumentou a partir do BCAD de 140 até o de 500 mEq/kg de MS.

Os resultados assemelham-se aos relatados por Fauchon et al. (1995), os quais, em experimento desenvolvido com cordeiros que receberam BCAD de 100, 300, 500 e 700 mEq de (Na+K) – (Cl) / kg de MS por 42 dias, encontraram efeito linear significativo (P<0,01) sobre a IMS. Os autores calcularam o BCAD apenas com a

inclusão de Cl como ânion e não forneceram os valores de SO₄ na dieta. Dessa forma, para efeito de comparação com o presente trabalho, utilizando-se o Nutrient... (1985), foi calculado o novo BCAD, resultando nos seguintes valores: 4, 175, 390 e 580 mEq (Na + K) – (Cl+S) /kg de MS. A IMS aumentou quando o BCAD variou de 4 a 390 mEq/kg de MS e não se alterou nos valores superiores a 390 mEq/kg de MS. Ross et al. (1994) encontraram efeito linear positivo do BCAD com a IMS até o 84º dia de experimento. Esses autores também não forneceram os valores de SO₄ nas dietas experimentais; desse modo, utilizando o mesmo procedimento, os dados foram recalculados, chegando-se aos seguintes valores: -50, 85, 200 e 395 mEq (Na + K) – (Cl+S) /kg MS, com a ingestão máxima observada no BCAD de 395 mEq/kg de MS.

Tabela 3. Níveis médios de ingestão de matéria seca, em gramas por kg^{0,75}, em ovinos alimentados com diferentes níveis de balanço cátion-aniônico da dieta (tratamentos) em mEq/kg de matéria seca

	Tratamento					Análise de variância			
	-160	-40	140	250	500	CV (%)	L	Q	C
Dias 0-15	74,31	76,52	71,83	75,19	77,02	3,31	0,04	0,04	0,37
Dias 15-30	75,80	81,863	75,43	81,37	83,04	4,17	<0,01	0,37	0,97
Dias 30-45	83,20	88,560	84,29	90,61	92,89	5,55	<0,01	0,57	0,59
Dias 45-60	93,58	98,587	93,78	102,37	102,97	5,40	<0,01	0,67	0,29
Dias 60-75	103,32	107,04	104,33	112,98	112,98	5,93	<0,01	0,89	0,15
Total	86,04	90,516	92,57	93,78	93,78	4,67	<0,01	0,50	0,34

CV = coeficiente de variação; L= efeito linear; Q= efeito quadrático; C= efeito cúbico.

Leek e Harding (1975), citados por Forbes (1995), demonstraram a existência de quimiorreceptores localizados no rúmen e retículo com atividade dependente do pH, sugerindo que a IMS diminui com a queda do pH ruminal. A explicação residiria no efeito do pH na motilidade ruminal. Dessa forma, uma explicação da linearidade entre BCAD e IMS seria a relação existente entre o BCAD e o pH ruminal, principalmente em níveis positivos.

Na Tab 4 apresentam-se dados referentes à média de ganho de peso diário, à eficiência alimentar e à digestibilidade de matéria seca.

A digestibilidade aparente da matéria seca não foi alterada pelo BCAD. O ganho de peso médio e a eficiência alimentar, durante os 75 dias de experimento, aumentaram de forma linear.

Os resultados são semelhantes aos apresentados

por Fauchon et al. (1995), os quais, objetivando estudar a relação entre BCAD e o desempenho em cordeiros, não encontraram diferenças na digestibilidade de matéria seca, entretanto o aumento do BCAD resultou em aumento linear no GPD. Esses autores encontraram o maior GPD no BCAD de +580mEq/kg MS e não alteração da eficiência alimentar. A máxima eficiência encontrada por eles foi 0,170, diferente do presente experimento, 0,234, o que pode ser reflexo da diferença de peso dos animais do experimento. A digestibilidade de matéria seca também não se modificou em função dos diferentes níveis de BCAD (5 a 580mEq/kg de MS), resultado confirmado neste experimento. Esses autores consideraram o BCAD entre 390 e 580 [(Na + K) – (Cl+S)]/kg de MS os de melhor resultado no desempenho de cordeiros, semelhante ao nível de BCAD preconizado no presente experimento.

Tabela 4. Valores médios da digestibilidade aparente de matéria seca (DA), ganho de peso diário em kg por dia (GPD) e eficiência alimentar em kg de ganho de peso por kg de matéria seca ingerida (EA), em ovinos alimentados com diferentes níveis de balanço cátion-aniônico da dieta (tratamentos)

Variável	Tratamento					Análise de variância			
	-160	-40	140	250	500	CV(%)	L	Q	C
DA	71,06	70,83	70,23	72,25	72,76	2,88	0,12	0,38	0,52
GPD (kg)									
Dias 0-15	0,03	0,095	0,062	0,110	0,107	46,67	<0,01	0,30	0,32
Dias 15-30	0,13	0,121	0,159	0,169	0,181	33,99	0,05	0,97	0,34
Dias 30-45	0,190	0,188	0,176	0,223	0,197	17,15	0,36	0,76	0,08
Dias 45-60	0,186	0,164	0,204	0,217	0,197	20,73	0,16	0,46	0,07
Dias 60-75	0,218	0,196	0,174	0,191	0,197	24,01	0,48	0,281	0,61
Total	0,151	0,153	0,155	0,182	0,174	14,14	0,02	0,80	0,14
EA									
Dias 0-15	0,044	0,157	0,115	0,190	0,180	48,03	0,01	0,21	0,31
Dias 15-30	0,210	0,185	0,264	0,254	0,272	36,63	0,14	0,77	0,56
Dias 30-45	0,296	0,255	0,255	0,296	0,245	19,99	0,43	0,93	0,12
Dias 45-60	0,236	0,190	0,250	0,241	0,221	20,02	0,70	0,56	0,10
Dias 60-75	0,245	0,213	0,195	0,195	0,193	24,00	0,05	0,34	0,94
Total	0,200	0,203	0,216	0,234	0,222	10,71	0,05	0,42	0,21

CV= coeficiente de variação. L= efeito linear; Q= efeito quadrático; C= efeito cúbico. DA= digestibilidade aparente da matéria seca; EA= eficiência alimentar (ganho/ingestão).

Jackson et al. (2001), em experimento conduzido com bezerros tratados com 0 ou 200 mEq [(Na+K) – (Cl+S)]/kg de MS, ou seja, fora da faixa de BCAD encontrada no presente experimento para o melhor desempenho em cordeiros em crescimento, não observaram diferenças no GPD médio. Entretanto, Jackson et al. (2001), ao estudarem os efeitos do BCAD no desempenho de bezerros e utilizarem -179, 45, 225 e 383mEq [(Na+K) – (Cl+S)]/kg de MS, encontraram melhores resultados no tratamento +225mEq [(Na+K) – Cl] /kg de MS, o que se confirmou no presente experimento.

Os maiores desempenhos observados para dietas com adição de NaHCO₃ (P1 e P2) são explicados pelo aumento na IMS e na EA. Block (1994) sugeriu que a bomba de sódio e potássio, mecanismo que opera juntamente com a entrada de glicose nas células, pode se alterar por desequilíbrio entre esses dois minerais, sendo esse um dos motivos da influência do BCAD no

desempenho animal.

A análise de contrastes revelou que os tratamentos de BCAD negativos (N1 e N2) e o tratamento-controle apresentaram médias de GPD inferiores às dos BCAD positivos (P1 e P2). Como nos processos metabólicos são produzidas substâncias acidogênicas, o efeito antagonístico dos cátions poderia explicar o melhor desempenho dos animais mantidos nas dietas com BCAD positivo.

Na Tab. 5 encontram-se os valores de pH do líquido ruminal, referentes ao 30° e 60° dias, em função de diferentes níveis de BCAD. Observa-se que houve efeitos linear e quadrático significativos. O aumento do BCAD aumentou o pH ruminal. Todos os valores são considerados normais para ruminantes que receberam altos níveis de concentrado e fibra curta, como é o caso da casca de algodão.

Tabela 5. Valores médios de pH do líquido ruminal no 30° e 60° dias de experimento em cordeiros alimentados com diferentes níveis de balanço cátion-aniônico da dieta (tratamentos)

	Tratamento					Análise de variância			
	-160	-40	140	250	500	CV(%)	L	Q	C
30° dia	6,20	6,49	6,47	6,56	6,57	2,81	0,01	0,14	0,24
60° dia	5,79	6,07	6,27	6,23	6,29	2,31	<0,01	0,01	0,47
Média	6,00	6,24	6,37	6,42	6,40	1,89	<0,01	<0,01	0,25

CV = coeficiente de variação; L= efeito linear; Q= efeito quadrático; C= efeito cúbico.

Influência do balanço cátion-aniônico...

O pH do líquido ruminal reflete o balanço entre as taxas de produção e absorção ruminal dos ácidos graxos voláteis, o tamponamento por meio de substâncias contidas na saliva e a presença de tampões ou bases dos alimentos (Van Soest, 1994). Dietas ricas em concentrado requerem baixo tempo de ruminação, conseqüentemente, reduzem a secreção salivar em relação à produção de ácidos graxos voláteis (Orskov e Ryle, 1990). No presente experimento, a dieta continha 30% de casca de algodão como fonte volumosa, ou seja, fibra não efetiva, o que explica os valores de pH ruminal encontrados em todos os tratamentos. O líquido ruminal foi colhido por sonda esofagiana, o que também pode influenciar o pH, pois pode existir contaminação de saliva. Estes resultados são consistentes com os de Tucker et al. (1988), que relataram aumento do pH do fluido ruminal de forma linear com o aumento nos níveis de BCAD em vacas leiteiras. Para os tratamentos de -100, 0, 100 ou 200mEq (Na+K) – (Cl+S)/kg de MS, os valores encontrados foram de 6,5, 6,63, 6,73 e 6,76, respectivamente. Menores valores de pH do líquido ruminal para tratamentos com BCAD negativo também foram observados por Vagnoni e Oetzel (1998), os quais trabalharam com vacas secas e diferentes sais aniônicos, com BCAD de 203, -51, -40 e -63mEq(Na+K) - (Cl+S)/kg de MS. Esses autores verificaram queda de 0,12 unidades de pH quando as vacas foram alimentadas com sais aniônicos em relação ao período de alimentação basal (203 mEq (Na+K)-(Cl+S)/kg). Os resultados deste estudo estão de acordo com os relatados por Ross et al. (1994), em experimento desenvolvido com novilhos em crescimento, com tratamentos de BCAD -50, 85, 200 e 395mEq (Na+K) – (Cl+S)]/kg MS. Esses autores, com a colheita de fluido ruminal por sonda esofagiana, verificaram efeito linear no 28°

dia de experimento. O pH aumentou de 6,66 no BCAD de -50 até 6,93 no BCAD de 200, permanecendo inalterado até o BCAD de 395 mEq (Na+K) – (Cl+S)]/kg MS.

Os menores valores encontrados para as dietas negativas, provavelmente, são resultado de aumento do *strong ion difference* (SID), no fluido ruminal. Stewart (1983) afirmou que a concentração do íon de hidrogênio é dependente da diferença entre as concentrações de cátions fortes e de ânions fortes em uma solução (SID). Conseqüentemente, mudança no pH indica que deve haver mudança em uma dessas variáveis independentes. O SID é definido pela concentração de (Na+K) - (Cl+SO₄). O (NH₄)₂SO₄ encontrado nos tratamentos de -160 e -40mEq/kg de MS diminui o SID no rúmen, pela alta concentração de SO₄, provavelmente diminuindo o pH desse fluido. A mesma explicação é válida para o maior pH com a inclusão de NaHCO₃ (+250 e 500 mEq/kg de MS). Os tratamentos com adição de NaHCO₃ ainda aumentam os valores do pH por tamponamento do bicarbonato, por aumento da ingestão de água, por diluição do conteúdo ruminal e, conseqüentemente, por aumento de fluxo (Russel e Chow, 1993). Dessa forma, a relação positiva encontrada entre pH ruminal e BCAD, provavelmente, é conseqüência de alteração no SID no rúmen e também por tamponamento dos ácidos produzidos, nos tratamentos com a inclusão de NaHCO₃.

Os resultados de fermentação ruminal, analisada pelo perfil de ácidos graxos voláteis, são apresentados nas Tab. 6 e 7. Foram realizadas colheitas nos dias 30 e 60 do período experimental, através de sonda esofagiana.

Tabela 6. Concentrações médias de ácidos graxos voláteis em mMol/dl e em percentual do total no 30° dia, em ovinos alimentados com diferentes níveis de balanço cátion-aniônico da dieta (tratamentos)

	Tratamento					Análise de variância			
	-160	-40	140	250	500	CV(%)	L	Q	C
Ácido acético	27,67	30,91	26,76	22,95	31,08	26,28	0,92	0,37	0,20
Ácido acético (%) ¹	66,09	62,63	64,60	61,99	63,41	11,43	0,70	0,63	0,57
Ácido propiônico	10,93	16,00	11,67	12,92	15,97	47,55	0,54	0,94	0,19
Ácido propiônico (%) ¹	26,23	31,54	29,15	30,83	30,73	27,40	0,61	0,63	0,38
Ácido butírico	3,19	2,55	2,53	2,88	2,893	41,21	0,81	0,64	0,75
Ácido butírico (%) ¹	7,66	5,83	6,25	7,17	5,85	29,75	0,48	0,85	0,14
A/P*	2,71	2,120	2,31	2,17	2,554	45,43	0,89	0,31	0,52
Total	41,74	49,80	40,96	38,75	49,95	28,49	0,72	0,55	0,17

CV = coeficiente de variação; L= efeito linear; Q= efeito quadrático; C= efeito cúbico. *A/P- acético/propiônico. ¹% em relação ao total.

Tabela 7. Concentrações médias de ácidos graxos voláteis em mMol/dl e em percentual do total no 60º dia, em ovinos alimentados com diferentes níveis de balanço cátion-aniônico da dieta (tratamentos)

	Tratamento					Análise de variância			
	-160	-40	140	250	500	CV(%)	L	Q	C
Ácido acético	19,61	22,75	31,75	26,79	22,83	23,94	0,21	<0,01	0,93
Ácido acético (%) ¹	71,22	65,76	72,31	60,44	68,24	8,57	0,35	0,25	0,55
Ácido propiônico	5,65	9,59	9,68	16,10	9,01	59,56	0,23	0,03	0,48
Ácido propiônico (%) ¹	21,64	27,30	21,63	34,54	25,86	21,40	0,21	0,27	0,74
Ácido butírico	1,92	2,45	2,72	3,71	1,96	45,64	0,63	0,03	0,33
Ácido butírico (%) ¹	7,130	6,93	6,052	7,71	5,89	22,95	0,33	0,63	0,29
A/P*	3,36	2,56	3,44	2,02	2,79	26,28	0,25	0,35	0,83
Total	26,59	34,79	44,17	46,61	38,81	32,22	0,21	0,01	0,68

CV = coeficiente de variação; L= efeito linear; Q= efeito quadrático; C= efeito cúbico. *A/P- acético/propiônico. ¹% em relação ao total.

De maneira geral, tanto no 30º quanto no 60º dia de experimento, o BCAD não influenciou o perfil de ácidos graxos voláteis no rúmen. Apenas no 30º dia de experimento, a produção de ácido acético, em mMol por dl, apresentou comportamento quadrático, aumentando até o BCAD de 140 e diminuindo posteriormente até o BCAD de 500mEq/kg de MS. Também no 30º dia, a concentração de ácido butírico e a concentração total de ácidos graxos voláteis apresentaram comportamento quadrático, aumentando até o BCAD de 250 e diminuindo no de 500mEq/kg de MS, podendo ser reflexo da diluição ruminal em função do maior consumo de água.

Esses resultados são compatíveis com os observados por Tucker et al. (1988), os quais, em experimento conduzido com vacas lactantes, tratadas com BCAD de -100 até +200 mEq/kg de MS, concluíram que o BCAD não interfere no perfil de AGVs, embora o total de AGV tendesse a diminuir com o aumento do BCAD. Ross et al. (1994) também argumentaram que o BCAD tem pouca influência nas proporções molares de AGVs. Os autores verificaram crescimento linear do ácido butírico e propiônico no 84º dia de experimento. Vagnoni e Oetzel (1998), em experimento comparando sais aniônicos, também não encontraram efeitos do BCAD na proporção individual de AGVs, ou na relação entre acético e propiônico, e sugeriram que esses sais exerceriam modesto efeito na fermentação ruminal. Pelos resultados obtidos e pela literatura consultada, o BCAD tem pouca influência no perfil de ácidos graxos voláteis no rúmen.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o balanço cátion-aniônico da dieta influencia o desempenho, pelo aumento da ingestão de matéria seca, o ganho de peso diário e a eficiência alimentar nas dietas catiônicas de ovinos da raça Santa Inês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLOCK, E. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally retarded production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.77, p.1437-1450, 1994.
- CUNNINGHAM, J.G. *Tratado de fisiologia veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1999. 454p.
- DEN HARTOG, L.A.; MORS, R.A.B.; VERSTEGEN, M.W.A. et al. The dietary electrolyte balance in oral calf nutrition. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, v.63, p.173-179, 1990.
- FAUCHON, C.; SEOANE, J.R.; BERNIER, J.F. Effects of dietary cation-anion concentrations on performance and acid-base balance in growing lambs. *Can. J. Anim. Sci.*, v.75, p.145-151, 1995.
- FISKE, C.M.; SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, v.66, p.375-400, 1925.
- FORBES, J.M. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. Wallingford: CAB International, 1995. 532p.

- JACKSON, J.A.; AKAY, V.; FRANKLIN, S.T. et al. The effect of cation-anion difference on calcium requirement, feed intake, body weight gain, and blood gases and mineral concentration of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, v.84, p.147-153, 2001.
- MILES, R.; BUTCHER, G. Equilíbrio ácido-base I : princípios básicos. *Ind. Avic.*, v.40, p.21-24, 1993.
- NUTRIENT requirement of sheep. Washington, DC:NAC, 1985.
- OFFICIAL methods of analysis. 15.ed. Arlington:AOAC, 1990. 1298p.
- ORSKOV, E.R.; RYLE, M. *Energy nutrition in ruminants*. New York: Elsevier Applied Science, 1990. 149p.
- OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J. et al. Acidosis in cattle: a review. *J. Anim. Sci.*, v.75, p.727-735, 1998.
- ROSS, J. G.; SPEARS, J. W.; GARLICH, J. D. Dietary electrolyte balance effects on performance and metabolic characteristics in growing steers. *J. Anim. Sci.*, v.72, p.1842-1848, 1994.
- RUSSELL, J.B.; CHOW, J.M. Another theory for the action of ruminal buffers salts: decreased fermentation and propionate production. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.826-830, 1993.
- SAS Stat Guide, Release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS Institute, 1988. 1028p.
- STEWART, P.A. Modern quantitative acid-base chemistry. *Ann. J. Physiol. Pharm.*, v.61, p.1444-1461, 1983.
- TUCKER, W.B.; XIN, Z.; HEMKEN, R.W. Influence of dietary calcium chloride on adaptive changes in acid-base status and mineral metabolism in lactating dairy cows fed a diet high in sodium bicarbonate. *J. Dairy Sci.*, v.71, p.1587-1597, 1988.
- VAGNONI, D.B.; OETZEL, G.R. Effects of dietary cation-anion difference on the acid-base status of dry cows. *J. Dairy Sci.*, v.81, p.1643-1652, 1998.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. New York: Cornell University, 1994. 476p.