

Efeito do período experimental na absorção aparente de macrominerais em bovinos alimentados com dois níveis de volumoso

Antonio Ferriani Branco*, Fábio José Maia, Kátia Cylene Guimarães, Lúcia Maria Zeoula, Gisele Fernanda Mouro e Rosemeri Aparecida Ferreira

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil.
*Author for correspondence.

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do nível de volumoso na dieta (30% e 70%) e da duração do período experimental (14 e 21 dias) sobre a absorção aparente (AA) parcial e total de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e potássio (K) e sobre o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) parcial e total da matéria seca (MS) em bovinos. Utilizaram-se 4 novilhos da raça Holandês-Preto-e-Branco implantados com cânulas ruminal e duodenal. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4 x 4. A dieta rica em concentrado apresentou maior CDA intestinal e total ($p < 0,01$) para MS e AA ruminal e total ($p < 0,01$) para P. A duração do período experimental afetou a AA intestinal e total ($p < 0,05$) de Ca, que foi maior para o período experimental de 21 dias. Houve interação entre o nível de volumoso na dieta e a duração do período experimental, em que observou-se maior AA intestinal e total ($p < 0,05$) de Ca para dietas com baixo volumoso.

Palavras-chave: cálcio, coeficiente de digestibilidade, fósforo, magnésio e potássio

ABSTRACT. Effect of experimental period on the apparent absorption of mineral macromineral in cattle fed with two diet levels of forage. The objective of this study was to evaluate the effects of forage levels in diet (30% and 70%) and experimental periods (14 and 21 days) on the total and partial apparent absorption (AA) of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg) and potassium (K) and on the partial and total coefficient of apparent digestibility (CAD) of dry matter (DM) in cattle. Four Holstein steers fitted with ruminal and duodenal cannulas were used. The experimental design was a 4 x 4 Latin square. High concentrated diets showed higher intestinal and total CAD ($p < 0.01$) to DM and ruminal and total AA ($p < 0.01$) to P. The experimental period affected intestinal and total ($p < 0.05$) AA of Ca that was higher for of 21 days experimental period. There was interaction between forage level and experimental period where higher intestinal and total AA of Ca ($p < 0.05$) for diets with low forage was observed.

Key words: calcium, digestibility coefficient, phosphorus, magnesium and potassium.

As exigências nutricionais de bovinos, assim como das demais espécies de interesse econômico, não se limitam apenas a nutrientes orgânicos como carboidratos, lipídios e proteínas, mas também compreendem macro e micro elementos minerais que devem ser fornecidos em quantidades e proporções adequadas nas dietas.

Os elementos inorgânicos estão presentes em todos os tecidos dos animais em proporções e quantidades variáveis e, apesar de constituírem apenas 4% do peso corporal de um animal, os

minerais assumem papel fundamental no metabolismo, sendo essenciais tanto na utilização de proteínas e de energia como na síntese de biomoléculas essenciais ao organismo (Dayrell, 1993).

Além das citadas acima, exercem ainda outras funções no metabolismo animal e atuam como componentes estruturais dos ossos e dentes, na manutenção do equilíbrio ácido-básico, do balanço hídrico, da pressão osmótica, na coagulação sanguínea, na permeabilidade da membrana, na

contração muscular, na transmissão de impulsos nervosos, no crescimento celular, no transporte via membrana, na regulação da atividade cardíaca, na secreção de certos hormônios e na ativação e estabilização de certas enzimas.

Com relação à absorção aparente dos minerais, os valores de cálcio encontrados na literatura, para animais submetidos a diferentes dietas são bastante variados, oscilando entre 15% e 68% (Coelho da Silva *et al.*, 1995). Os coeficientes de absorção aparente do P também são bastante variados para experimentos avaliando diferentes sistemas de alimentação. Os valores encontrados na literatura variam de 30,50% (Carvalho *et al.*, 1997) a 57,70% (Coelho da Silva *et al.*, 1991).

Os resultados encontrados na literatura, com respeito à absorção aparente de Mg, apresentam ampla variação, podendo ser verificados valores como: 16,3% (Coelho da Silva *et al.*, 1991); 51,5% (Araújo *et al.*, 1994); 41,6% (Mora *et al.*, 1996); 45,1% (Araújo *et al.*, 1997) e 23,7% (Carvalho *et al.*, 1997). Os valores médios encontrados na literatura para absorção aparente de K também mostram-se amplamente variados : 83,40% (Coelho da Silva *et al.*, 1991); 80,80% (Araújo *et al.*, 1994); 79,40% (Mora *et al.*, 1996); 82,30% (Araújo *et al.*, 1997) e 70,30% (Carvalho *et al.*, 1997).

Várias características dos alimentos e das dietas interferem no processo de ingestão, digestão e absorção de nutrientes, com destaque para relação volumoso: concentrado, processamento, tamanho de partícula e tipo de grão. Dentre essas, a relação volumoso: concentrado assume grande importância nos sistemas de produção de regiões tropicais, por causa do uso predominante de dietas ricas em alimentos volumosos.

Apesar da relação volumoso : concentrado ser uma variável importante nos sistemas de produção brasileiros, poucos são os estudos com digestão parcial que relacionam o nível de volumoso na dieta com a digestão e absorção aparente de macroelementos minerais (Araújo *et al.*, 1997; Carvalho *et al.*, 1997).

Os experimentos de digestão aparente são poderosas ferramentas para a avaliação dos alimentos e dietas, mas são caros e consomem tempo e trabalho de forma significativa. Assim, estudos que identifiquem, de forma segura, qual a duração mínima a ser adotada nos períodos experimentais durante as avaliações são importantes para a economia de recursos. Os estudos que comparam períodos experimentais com diferente duração no mesmo experimento são escassos e, portanto, necessários.

Considerando a grande importância que os macroelementos minerais assumem no desenvolvimento animal, seja através da participação em vias metabólicas, seja na composição corporal, e a importância do manejo da alimentação nos diferentes sistemas de produção, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de dois níveis de volumosos na dieta (30% e 70%) e a duração do período experimental (14 e 21 dias) sobre a digestibilidade aparente da matéria seca e a absorção aparente dos macroelementos cálcio, fósforo, potássio e magnésio.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi, no setor de Bovinocultura de Corte, pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Foram utilizados quatro novilhos da raça Holandês-Preto-e-Branco, castrados, com idade média de dois anos e peso inicial de 340kg. Antes do início do experimento, os bovinos foram submetidos a procedimentos cirúrgicos para a implantação de cânulas de rúmen e duodeno. Os animais foram mantidos em regime de confinamento em baias individuais de 10 m² de área útil, sendo apenas 50% dessa área coberta com telhas de zinco. As baias foram construídas em piso de concreto, contendo comedouros individuais e bebedouros coletivos para cada duas baias.

Os bovinos foram alimentados duas vezes ao dia (8h e 16h) e recebiam água à vontade. Um rigoroso controle higiênico/sanitário foi adotado, sendo as baias e as cânulas lavadas diariamente. A pesagem individual foi realizada no início do experimento e ao final de cada período experimental, para se fazer o ajuste do fornecimento de alimento.

O delineamento experimental empregado foi o quadrado latino 4x4 e os tratamentos avaliados foram: T1 = 70% de volumoso e período experimental de 14 dias; T2 = 30% de volumoso e período experimental de 14 dias; T3 = 70% de volumoso e período experimental de 21 dias e T4 = 30% de volumoso e período experimental de 21 dias.

As dietas foram calculadas para atender em 1,3 vezes a exigência de energia líquida de manutenção segundo o NRC (1996). O volumoso utilizado foi o feno de capim tifton 85 (*Cynodon dactylum*) picado, com o objetivo de evitar perdas e facilitar o arrastamento.

A composição química dos alimentos utilizados nas dietas, a composição das dietas e a composição química das dietas dos tratamentos são mostradas nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1. Composição química dos alimentos utilizados na formulação das dietas (tratamentos)

Alimento	%MS	%PB na MS
Polpa de citrus	90,70	5,44
Casca de mandioca	91,02	3,97
Raspa de mandioca	89,81	3,28
Farelo de soja	89,00	48,00
Feno de Tifton	95,55	9,58

Tabela 2. Composição das dietas experimentais (base 100% de matéria seca)

Ingredientes	Ração AV ¹ (%)	Ração BV ² (%)
Casca de mandioca	7,00	17,00
Polpa de citrus	10,00	20,00
Farelo de soja	7,10	15,80
Raspa de mandioca	5,40	17,00
Uréia	0,50	0,20
Feno de Tifton	70,00	30,00

¹AV = 70% de volumoso; ²BV = 30% de volumoso

Tabela 3. Composição química das dietas experimentais

Nutrientes	Ração AV ¹	Ração BV ²
MS (%)	89,77	88,66
MO (% MS)	93,81	93,48
PB (% MS)	13,72	15,04
FDA (% MS)	33,72	24,86
FDN (% MS)	64,41	41,20
Amido (% MS)	12,04	31,31
EM (Mcal/ kg MS)	2,25	2,60

¹AV = 70% de volumoso; ²BV = 30% de volumoso

Foram fornecidos, ainda, diariamente, misturados ao concentrado diretamente no cocho, 50 g do suplemento mineral, cuja composição é mostrada na Tabela 4.

Tabela 4. Composição do suplemento mineral (base 100% matéria seca)

Elemento mineral	Quantidade
Cálcio, g/kg	180
Fósforo, g/kg	90
Sódio, g/kg	100
Magnésio, g/kg	4
Enxofre, g/kg	10
Ferro, ppm	2000
Manganês, ppm	1000
Zinco, ppm	3500
Cobre, ppm	500
Cobalto, ppm	50
Iodo, ppm	100
Selênio, ppm	7
Flúor (max.), ppm	500

As sobras de alimento foram recolhidas diariamente, em sacos plásticos individuais, pesadas, devidamente identificadas e armazenadas em freezer a -20°C , para posterior moagem e preparo para análises.

O óxido crômico (Cr_2O_3), utilizado como indicador externo, na quantidade total diária de 10,0 g por animal, dividida em duas doses, foi colocado diretamente no rúmen, através da cânula ruminal,

nos horários de alimentação, desde o primeiro dia do período experimental.

Foram colhidas amostras de digesta duodenal (cerca de 200 ml) e de fezes (aproximadamente 50g), com o objetivo de se determinar a digestibilidade parcial e total da matéria seca e os coeficientes de absorção aparente parcial e total dos macronutrientes cálcio, fósforo, magnésio e potássio. As amostras de digesta duodenal e fezes foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente etiquetados, e congeladas para posterior processamento e análises.

As amostras de digesta e fezes foram colhidas por um período total de três dias, iniciando no 11^o e 18^o dias, para os tratamentos com 14 e 21 dias de duração do período experimental. As amostras eram colhidas com intervalos de seis horas e incremento de duas horas de um dia para o outro, para evitar a repetição dos horários do dia anterior, totalizando 12 amostras de digesta duodenal e 12 de fezes por período e animal.

As amostras de fezes foram colhidas diretamente na ampola retal de cada animal, recolhidas em sacos plásticos, devidamente identificados e armazenadas à temperatura de -20°C .

As rações eram amostradas semanalmente, formando-se uma amostra composta para cada período experimental, enquanto o feno era amostrado diariamente para a formação de uma amostra composta para cada período experimental, assim como as rações.

As amostras das fezes, da digesta duodenal, das sobras e dos alimentos utilizados nas dietas experimentais eram descongeladas à temperatura ambiente, no interior de bandejas de alumínio, devidamente identificadas e posteriormente pré-secadas em estufa com ventilação forçada a 65°C , durante 72 a 96 horas. Em seguida, procedeu-se à moagem em moinho de facas, utilizando-se peneira com crivo de 1 mm. Após o preparo, as amostras foram acondicionadas em potes plásticos, devidamente etiquetados, e armazenadas à temperatura ambiente para posteriores análises. Essas amostras, juntamente com as amostras do suplemento mineral, foram analisadas para determinação dos teores de MS, Ca, P, Mg, K e Cr.

O teor de cromo nas amostras de fezes e de digesta duodenal foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica, conforme técnica descrita por Willians *et al.* (1962).

A determinação das frações dos macronutrientes inorgânicos foi feita à partir da obtenção da solução mineral, através do método de digestão pela via úmida (Kimura e Miller, 1957). A partir das devidas diluições, determinaram-se as concentrações de Ca e

Mg por espectrofotometria de absorção atômica, o P por colorimetria e o K por espectrofotometria de chama, segundo os métodos descritos por Silva (1990).

Os dados obtidos no experimento foram analisados no programa GLM (SAS, 1999) e as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de Tukey sendo consideradas diferentes significativamente quando $P < 0,05$.

O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + V_k + D_l + VD_{kl} + e_{ijkl}, \text{ onde:}$$

μ = média dos tratamentos

A_i = efeito do animal i ;

P_j = efeito do período j ;

V_k = efeito do nível de volumoso na dieta;

D_l = efeito da duração do período experimental;

VD_{kl} = interação entre nível de volumoso na dieta e a duração do período experimental;

e_{ijkl} = erro aleatório.

Resultados e discussão

Os dados sobre o local de absorção e a disponibilidade de Ca, P, Mg e K na literatura são limitados (Coelho da Silva, 1995), e não há informações com relação ao efeito da duração do período experimental sobre a absorção aparente destes macro elementos.

As concentrações médias de Ca, P, Mg e K para a dieta com alto nível de adição de volumoso foram 0,655; 0,191; 0,188 e 1,46%, respectivamente. Para a dieta com baixo nível de adição de volumoso, essas concentrações foram de 0,73; 0,296; 0,168 e 1,16% para Ca, P, Mg e K, respectivamente. Segundo as exigências do NRC (1996), esses níveis atenderam totalmente às exigências dos animais utilizados no experimento.

As digestibilidades intestinal e total ($p < 0,01$) da matéria seca foram afetadas pelo nível de adição de volumoso, sendo menor para as dietas com alto nível de volumoso. Os animais, quando alimentados com esta dieta, apresentaram maior ingestão de MS, o que já era esperado, uma vez que a mesma continha concentração de energia metabolizável menor que a dieta com 30% de volumoso (Tabela 5).

Os resultados (Tabela 5) mostram que, apesar de a absorção do Ca ocorrer tanto pré-intestinal como intestinal, a absorção pré-intestinal é mais importante. Esses resultados são concordantes com a literatura (Grace *et al.*, 1974; Greene *et al.*, 1983a), mas é importante destacar que o local de absorção de Ca pode variar amplamente em ruminantes devido à forma e à solubilidade do Ca e as suas interações com nutrientes no trato digestivo (Greene *et al.*, 1988).

Tabela 5. Efeitos do nível de volumoso (30 e 70%) e da duração do período experimental (14 e 21 dias) sobre a digestibilidade aparente da MS e absorção aparente (CDA) de macro elementos minerais (Ca, P, MG e K) no trato digestivo de bovinos

Item	Efeito Principal				EPM
	Nível de volumoso (%)		Período (dias)		
	70	30	14	21	
Ingestão (g/dia)					
Matéria Seca	6670,92	5752,57**	6244,64	6178,85	54,92
Cálcio	43,25	42,02*	43,10	42,16	0,39
Fósforo	12,59	17,07**	15,13	14,52*	0,22
Magnésio	12,36	9,72**	11,18	10,90*	0,11
Potássio	96,06	66,53**	82,00	80,58	1,33
Fluxo Duodenal (g/dia)					
Matéria Seca	3791,11	3018,27**	3435,15	3374,24	111,94
Cálcio	37,00	36,75	37,02	36,73	2,00
Fósforo	35,99	32,20*	34,82	33,36	1,08
Magnésio	8,71	7,21**	8,11	7,81	0,30
Potássio	96,81	78,99	91,41	84,40	7,96
Digestão Ruminal (g/dia)					
Matéria Seca	2879,81	2734,30	2809,49	2804,61	118,34
Cálcio	6,25	5,27	6,08	5,44	2,14
Fósforo	-23,40	-15,13**	-19,69	-18,84	1,16
Magnésio	3,65	2,51*	3,07	3,10	0,35
Potássio	-0,76	-12,46	-9,40	-3,82	8,33
CDA Ruminal (%)					
Matéria Seca	43,17	47,53	45,00	45,39	1,97
Cálcio	14,13	12,36	13,65	12,85	4,88
Fósforo	-186,47	-90,16**	-137,89	-138,75	9,99
Magnésio	29,48	25,41	26,79	28,10	3,03
Potássio	-0,97	-21,83	-15,91	-6,88	13,41
Fluxo Fecal (g/dia)					
Matéria Seca	2288,95	1475,86**	1868,88	1895,93	34,49
Cálcio	33,40	34,07	36,79	30,68**	1,56
Fósforo	10,17	8,49	9,51	9,15	0,73
Magnésio	10,45	8,57**	9,51	9,51	0,32
Potássio	20,97	12,93**	17,13	16,77	1,92
Digestão Intestinal (g/dia)					
Matéria Seca	1502,16	1542,41	1566,26	1478,31	109,00
Cálcio	3,60	2,68	0,23	6,05*	2,22
Fósforo	25,82	23,70**	25,31	24,21	0,67
Magnésio	-1,74	-1,36	-1,40	-1,70	0,28
Potássio	75,85	66,06	74,28	67,63	7,30
CDA Intestinal (%)					
Matéria Seca	39,62	51,10**	45,60	43,81	1,88
Cálcio	7,44	5,82	-1,10	14,36*	5,79
Fósforo	71,39	73,44	72,42	72,42	1,49
Magnésio	-22,04	-19,85	-18,55	-23,34	3,81
Potássio	78,75	82,20	80,44	80,51	1,96
CDA Total (%)					
Matéria Seca	65,68	74,34**	70,07	69,31	0,61
Cálcio	22,85	18,62	14,38	27,09*	4,04
Fósforo	18,94	49,94**	34,34	34,53	4,97
Magnésio	15,47	11,67	14,69	12,44	3,23
Potássio	78,15	80,34	79,22	79,27	2,03

* e ** significativo a 5 e 1% respectivamente; EPM: erro padrão da média

Não houve efeito do nível de volumoso da dieta sobre a absorção aparente pré-intestinal (13,25%), intestinal (6,63%) e total (20,70%) do Ca (Tabela 5). Considerando a absorção aparente total, verifica-se que os resultados obtidos na presente pesquisa mostram valores semelhantes ao encontrado por Coelho da Silva *et al.* (1991) que foi de 23,4%, mas inferiores à grande parte dos valores mostrados na literatura. Os coeficientes de absorção aparente total de Ca, relatados pela literatura em diferentes sistemas de alimentação, foram, em média, de 33,0 a 68,0% (Field, 1983); 47,9% (Valadares Filho *et al.*, 1991a); 36,2% (Araújo *et al.*, 1994); 32,8% (Rabello *et*

al., 1994); 15,0 a 68,0% (Coelho da Silva, 1995); 26,2% (Ben-Ghedalia *et al.*, 1996); 63,3% (Mora *et al.*, 1996); 52,6% (Araújo *et al.*, 1997); 16,3% (Carvalho *et al.*, 1997) e 29,9% (Khorasani *et al.*, 1997). É importante destacar que a quantidade de Ca absorvida pelo animal está relacionada com a ingestão e o “status” de Ca do animal, idade, exigência, fonte e fórmula química do Ca na dieta, “status” de vitamina D do animal e inter-relação com outros elementos inorgânicos (McDowell *et al.*, 1983; Alfaro *et al.*, 1988; NRC, 1989 e 1996).

A digestibilidade pré-intestinal de P foi influenciada ($p < 0,01$) pelo nível de volumoso na dieta, sendo menor na dieta com 70% de volumoso. A secreção pré-intestinal de P foi de -186,5% e -90,2% para dieta com 70% e 30% de volumoso, respectivamente, o que demonstra a reciclagem deste elemento, via saliva, como fonte adicional de P para os microrganismos do rúmen. Com relação ao P, como ocorre secreção pré-intestinal, não se pode considerar como ponto de partida para cálculo da absorção aparente intestinal, a ingestão deste elemento, mas, sim, o fluxo para o duodeno. Os resultados mostram que o principal local de absorção do P é o intestino, ocorrendo uma absorção aparente média de 72,4% do fluxo deste elemento para o duodeno, a qual não foi influenciada pelo nível de adição de volumoso à dieta. Esses resultados coincidem com os de outros autores que observaram secreção pré-intestinal de P e o intestino delgado como principal local de absorção deste elemento (Grace *et al.*, 1974; Greene *et al.*, 1983b; Rahnema e Fontenot, 1983; Wylie *et al.*, 1985).

A absorção aparente total de fósforo foi influenciada ($p < 0,01$) pelo nível de inclusão de volumoso na dieta, sendo 18,94% (70% volumoso) e 49,94% (30% volumoso). Os valores adotados pelo ARC (1980), NRC (1989) e AFRC (1991), para as absorções verdadeiras de P, foram 50%, 70% e 58%, respectivamente, sendo superiores aos resultados obtidos com a dieta com alto nível de adição de volumoso. Para a dieta com baixo nível de inclusão de volumoso, os resultados são condizentes com a absorção aparente total de P em diferentes sistemas de alimentação que foram, em média, de 57,7% (Coelho da Silva *et al.*, 1991); 45,8% (Rosado, 1991); 44,3% (Valadares Filho *et al.*, 1991a); 43,6% (Araújo *et al.*, 1994); 42,2% (Ben-Ghedalia *et al.*, 1996); 57,5% (Mora *et al.*, 1996); 51,9% (Araújo *et al.*, 1997); 30,5% (Carvalho *et al.*, 1997) e 30,9% (Khorasani *et al.*, 1997).

Os resultados mostram (Tabela 5) que a absorção aparente de Mg ocorreu em maior escala antes do intestino; que ocorreu secreção de Mg no intestino

através da bile (suco biliar) e pâncreas (suco pancreático), a qual contribuiu para uma queda na absorção aparente intestinal de Mg; e que não houve efeito do nível de inclusão de volumoso na dieta sobre a absorção aparente pré-intestinal (27,45%), intestinal (-20,95%) e total (13,60%). Pesquisas anteriores (Grace *et al.*, 1974; Giduck *et al.*, 1981; Greene *et al.*, 1983b; Rahnema e Fontenot, 1983; Wylie *et al.*, 1985) mostraram resultados idênticos quanto aos locais de absorção e secreção deste elemento, e o NRC (1996) considera que o rúmen é o principal local de absorção de Mg em ruminantes.

Quanto à absorção aparente total de Mg, os resultados da presente pesquisa foram inferiores aos resultados médios verificados na literatura, os quais variaram amplamente em diferentes dietas, sendo 18,4% (Greene *et al.*, 1988); 16,3% (Coelho da Silva *et al.*, 1991); 43,7% (Rosado, 1991); 56,9% (Valadares Filho *et al.*, 1991b); 51,5% (Araújo *et al.*, 1994); 36,6% (Rabello *et al.*, 1994); 37,5% (Ben-Ghedalia *et al.*, 1996); 41,6% (Mora *et al.*, 1996); 45,1% (Araújo *et al.*, 1997); 23,7% (Carvalho *et al.*, 1997) e 20,2% (Khorasani *et al.*, 1997).

Com relação ao K, a absorção aparente ocorreu basicamente no intestino, havendo secreção deste elemento nos compartimentos anteriores, indicando a reciclagem do mesmo para o rúmen. As absorções aparente intestinal e total deste elemento mostraram-se altas, 80,5% e 79,2%, respectivamente, e não foram influenciadas pelo nível de volumoso da dieta. Obviamente que a absorção total é menor que a intestinal, face à secreção pré-intestinal de K (-6,61%). O intestino delgado é o principal local de absorção de potássio (Grace *et al.*, 1974; Dillon e Scott, 1979; Rahnema e Fontenot, 1983; Khorasani *et al.*, 1997), porém quando o consumo é muito alto, o K será mais absorvido antes do intestino delgado também (Khorasani *et al.*, 1997). No entanto, o NRC (1996) menciona que o K é absorvido no rúmen e no omaso, bem como no intestino, e que a absorção é muito alta.

A absorção aparente total média de K (79,2%) foi semelhante aos resultados médios obtidos na literatura, os quais variaram amplamente entre dietas, sendo 83,4% (Coelho da Silva *et al.*, 1991); 44,4% (Rosado, 1991); 67,9% (Valadares Filho *et al.*, 1991b); 80,8% (Araújo *et al.*, 1994); 85,0% (Rabello *et al.*, 1994); 77,0% (Rahnema *et al.*, 1994); 83,1% (Ben-Ghedalia *et al.*, 1996); 79,4% (Mora *et al.*, 1996); 82,3% (Araújo *et al.*, 1997); 70,3% (Carvalho *et al.*, 1997) e 82,1% (Khorasani *et al.*, 1997). O NRC (1989) menciona que o coeficiente de absorção verdadeira varia de 91% - 100%.

Pela Tabela 6, nota-se que com exceção das absorções aparente intestinal e total ($p < 0,05$) de Ca, os demais parâmetros analisados não foram influenciados pela duração do período experimental. O período experimental mais longo proporcionou maior absorção intestinal de Ca (14,36% vs. -1,10%), ocorrendo o mesmo para a absorção aparente total (27,09% vs. 14,38%).

Tabela 6. Efeito do nível de volumoso (30 e 70%) e da duração do período experimental (14 e 21 dias) sobre a digestibilidade aparente da MS e absorção aparente (CDA) de macro elementos minerais (Ca, P, MG e K) no trato digestivo de bovinos

Item	Tratamento				EPM
	70% Volumoso		30% Volumoso		
	14 ¹	21 ¹	14 ¹	21 ¹	
Ingestão (g/dia)					
Matéria Seca	6697,67	6644,17	5791,61	5713,54	54,92
Cálcio	43,80	42,70	42,41	41,63	0,39
Fósforo	12,97	12,21*	17,29	16,84	0,22
Magnésio	12,54	12,19	9,83	9,62	0,11
Potássio	96,93	95,19	68,07	65,98	1,33
Fluxo Duodenal (g/dia)					
Matéria Seca	3862,04	3720,19	3008,25	3028,29	111,94
Cálcio	37,54	36,46	36,51	36,99	2,00
Fósforo	36,32	35,65	33,32	31,07	1,08
Magnésio	8,86	8,56	7,37	7,05	0,30
Potássio	99,44	94,20	83,38	74,60	7,96
Digestão Ruminal (g/dia)					
Matéria Seca	2835,63	2293,98	2783,35	2685,24	118,34
Cálcio	6,26	6,24	5,90	4,64	2,14
Fósforo	-23,35	-23,44	-16,03	-14,23	1,16
Magnésio	3,68	3,63	2,46	2,57	0,35
Potássio	-2,50	0,99	-16,30	-8,62	8,33
CDA Ruminal (%)					
Matéria Seca	42,33	44,02	48,05	47,00	1,97
Cálcio	13,78	14,49	13,51	11,21	4,88
Fósforo	-180,80	-192,13	-94,97	-85,36	9,99
Magnésio	29,15	29,80	24,43	26,39	3,03
Potássio	-3,04	1,10	-28,78	-14,87	13,41
Fluxo Fecal (g/dia)					
Matéria Seca	2279,98	2297,92	1457,78	1493,94	34,49
Cálcio	35,89	30,91	37,70	30,45*	1,56
Fósforo	10,54	9,80	8,48	8,51	0,73
Magnésio	10,54	10,36	8,48	8,66	0,32
Potássio	21,89	20,05	12,36	13,49	1,92
Digestão Intestinal (g/dia)					
Matéria Seca	1582,06	1422,27	1550,47	1534,34	109,00
Cálcio	1,65	5,55	-1,18	6,54*	2,22
Fósforo	25,79	25,85	24,84	22,57	0,67
Magnésio	-1,68	-1,80	-1,11	-1,61	0,28
Potássio	77,54	74,16	71,02	61,11	7,30
CDA Intestinal (%)					
Matéria Seca	40,97	38,23	51,54	50,66	1,88
Cálcio	2,86	12,02	-5,05	16,69*	5,79
Fósforo	70,47	72,32	74,37	72,51	1,49
Magnésio	20,50	23,59	16,60	23,10	3,81
Potássio	77,81	79,70	83,08	81,33	1,96
CDA Total (%)					
Matéria Seca	65,95	65,41	74,82	73,85	0,61
Cálcio	17,95	27,75	10,82	26,43*	4,04
Fósforo	18,51	19,37	50,18	49,69	4,97
Magnésio	15,90	15,04	13,49	9,85	3,23
Potássio	77,29	79,02	81,16	79,52	2,03

* significativo a 5%; ¹ Período Experimental (dias), EPM: erro padrão da média

Para a dieta com 70% de volumoso (Tabela 6), observa-se que não houve efeito do período experimental sobre qualquer dos parâmetros, com exceção da ingestão de fósforo ($p < 0,05$), a qual foi

de 12,97 e 12,21 g/dia para 14 e 21 dias, respectivamente. Isto demonstra que para essas dietas pode-se adotar períodos experimentais de 14 dias em estudos de digestão parcial que envolvam o estudo de Ca, P, Mg e K.

Os resultados obtidos para a dieta com 30% de volumoso não mostram resultados diferentes, com exceção do Ca. Analisando o elemento Ca, verifica-se que o período de 21 dias mostrou resultados de absorção aparente intestinal e total superiores ao período de 14 dias, sendo -5,05% vs. 16,69% e 10,82% vs. 26,43%, respectivamente. Os resultados mostram que, quando se trabalha com dietas ricas em concentrados, devem-se adotar períodos experimentais mais longos no sentido de permitir a plena adaptação dos mecanismos de regulação da absorção do Ca no organismo, enquanto que para os elementos P, Mg e K, independentemente do nível de adição de volumoso na dieta, pode-se adotar período experimental com duração de 14 dias.

Referências bibliográficas

- Agricultural and Food Research Council- AFRC. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of the sheep and cattle. Report 6. *Nutr. Abstr. Rev.* (série B), 61(69): 573-612, 1991.
- Agricultural Research Council - ARC. *The nutrients requirements of ruminants livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980.
- Alfaro, E.; Neathery, M.W.; Miller, W.J.; Crowe, C.T.; Gentry, R.P.; Fielding, A.S.; Pugh, D.G.; Blackmon, D.M. Influence of a wide range of calcium intakes on tissue distribution of macroelements and microelements in dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 71(5): 1295-1300, 1988.
- Araújo, G.G.L.; Coelho Da Silva, J.F.; Valadares Filho, S.C.; Leão, M.I.; Lombardi, C.I.; Seara, G.S. Absorções aparentes totais e parciais de cálcio, magnésio, fósforo e potássio pelas vacas lactantes. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 23(5):773-781, 1994.
- Araújo, G.G.L.; Coelho Da Silva, J.F.; Valadares Filho, S.C.; Campos, O.F.; Pereira, J.C.; Signoretti, R.D.; Turco, S.H.N.; Rouetta, R. Consumo e absorção aparente total de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de dietas com diferentes níveis de volumoso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 34. Juiz de Fora, MG, 1997. Anais...Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.237-239.
- Ben-Ghedalia, D.; Miron, J.; Yosef, E. Apparent digestibility of minerals by lactating cows from a total mixed ration supplemented with poultry litter. *J. Dairy Sci.*, 79:454-458, 1996.
- Carvalho, A.U.; Valadares Filho, S.C.; Coelho Da Silva, J.F.; Queiroz, A.C.; Cecon, P.R.; Muniz, E.B. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1. Consumo e

- digestibilidade aparente. *Rev. Bras. Zootec.*, 26(5):986-995, 1997.
- Coelho da Silva, J.F. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: PEREIRA, J.C. (Ed). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995. Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa: Jard, 1995. p.467-504.
- Coelho da Silva, J.F.; Valadares Filho, S.C.; Leão, M.I.; Castro, A.C.G.; Costa, W.P. Efeito da monensina sódica e da uréia sobre o consumo, parâmetros ruminais, digestibilidade aparente e balanço nutricional em bovinos. *R. Bras. Zootec.*, 20(5):454-470, 1991.
- Dayrell, M.S. Deficiências minerais em bovinos do Brasil. In: PEIXOTO, A.M. (ed.). *Nutrição de bovinos - conceitos básicos e aplicados*. Piracicaba, Fealq. 1993. p.451-472.
- Dillon, J.; Scott, D. Digesta flow and mineral absorption in lambs before and after weaning. *J. Agric. Sci.*, 92:289-299, 1979.
- Field, A.C. A review of requirements of dairy and beef cattle for major elements. *Livest. Prod. Sci.*, 10(4):327-338, 1983.
- Giduck, S.A.; Fontenot, J.P.; Herbein, J.; Greene, L.W.; Webb Jr., K.E. *Magnesium metabolism in sheep fed two levels of soluble carbohydrate and potassium*. Virginia Tech Livestock Research Report N° 1. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 1981.
- Grace, N.D.; Ulyatt, M.J.; Macrae, J.C. Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. III. The movement of Mg, Ca, P, K e Na in the digestive tract. *J. Agric. Sci.*, 82:321-334, 1974.
- Greene, L.W.; Fontenot, J.P.; Webb Jr.; K.E. Site of magnesium and macromineral absorption in steers fed high levels of potassium. *J. Anim. Sci.*, 57:503-510, 1983a.
- Greene, L.W.; Webb Jr.; K.E.; Fontenot, J.P. Effect of potassium level on site of absorption of magnesium and other macroelements in sheep. *J. Anim. Sci.*, 56:1214-1224, 1983b.
- Greene, L.W.; May, B.J.; Schelling, G.T.; Byers, F.M. Site and extent of apparent magnesium and calcium absorption in steers fed monensin. *J. Anim. Sci.*, 66(11):2987-2991, 1988.
- Khorasani, G.R.; Janzen, R.A.; McGill, W.B.; Kennelly, J.J. Site and extent of mineral absorption in lactating cow fed whole-crop cereal grain silage or alfalfa silage. *J. Anim. Sci.*, 75(1):239-248, 1997.
- Kimura, F.T.; Miller, V.L. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *J. Agric. Food Chem.* 5:216-219, 1957.
- Mcdowell, L.R.; Conrad, L.H.; Ellis, G.L.; Loosli, J.K. *Minerals for grazing ruminants in tropical regions*. Gainesville:Univerty of Flórida. 1983. 85p.
- Mora, P.J.G.; Valadares Filho, S.C.; Leão, M.I. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia líquida da silagem de milho (*Zea mays* L.) para vacas lactantes. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 25(2):357-368, 1996.
- National Research Council - NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1989. 157p.
- National Research Council - NRC. *Nutrient requirement of beef cattle*. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.
- Rabello, T.T.; Valadares Filho, S.C.; Coelho Da Silva, J.F.; Leão, M.I.; Castro, A.C.G.; Matos, F.N. Absorções aparentes totais e parciais de cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio em vacas alimentadas com grão de soja moído. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: SBZ, 1994. p.418.
- Rahnema, S.H.; Fontenot, J.P. Effect of supplemented magnesium from magnesium oxide or dolomitic limestone upon digestion and absorption of minerals in sheep. *J. Anim. Sci.*, 57:1545-1552, 1983.
- Rosado, G.R.; Armstrong, D.G. Effect of sodium and potassium level on the absorption of magnesium and other macro-minerals in sheep. *Livest. Prod. Sci.*, 24:223-230, 1991.
- SAS. SAS User's Guide (Version 6.12 Ed.). SAS Inst. Inc., Cary, NC. 1999.
- Silva, D.J. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 1990. 165p.
- Valadares Filho, S.C.; Coelho Da Silva, J.F.; Leão, M.I.; Valadares, R.F.D.; Costa, W.P. Absorções aparentes totais e parciais de sódio, potássio e magnésio, cobre e manganês em bovinos alimentados com rações purificadas e semipurificadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 1991a. p. 179.
- Valadares Filho, S.C.; Coelho Da Silva, J.F.; Leão, M.I.; Valadares, R.F.D.; Costa, W.P. Absorções aparentes totais e parciais de cálcio e fósforo em bovinos alimentados com rações purificadas e semipurificadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 1991b. p. 179.
- Willians, C.H.; David, D.J.; Iismaa, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Agr. Sci.*, 59:381-385, 1962.
- Wylie, M.J.; Fontenot, J.P.; Greene, L.W. Absorption of magnesium and other macrominerals in sheep infused with potassium in different parts of the digestive tract. *J. Anim. Sci.*, 61: 1219, 1985.

Received on May 31, 2000.

Accepted on July 20, 2000.