

Aspectos Quantitativos do Processo de Reciclagem de Nutrientes pelas Fezes de Bovinos sob Pastejo em Pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais

Sérgio Pereira Braz¹, Domicio do Nascimento Junior², Reinaldo Bertola Cantarutti³, Adair José Regazzi⁴, Carlos Eugênio Martins⁵, Dilermando Miranda da Fonseca⁶, Rodrigo Amorim Barbosa⁷

RESUMO - O experimento foi conduzido na estação experimental da EMBRAPA/Gado de Leite, em Coronel Pacheco, na Zona da Mata de Minas Gerais, com o objetivo de avaliar os aspectos quantitativos do processo de reciclagem dos nutrientes pelas fezes de bovinos em pastejo. Utilizou-se uma área de 1,21 ha em uma pastagem de *Brachiaria decumbens*, já estabelecida. Foi verificado que, durante as 10 semanas do período experimental, ocorreram variações significativas nos teores de nitrogênio e magnésio na forrageira, que provavelmente influenciaram as variações nos teores destes nutrientes nas fezes. Quanto aos outros nutrientes, não foram observadas variações na forragem disponível, tampouco nas fezes. Observou-se que a frequência média de defecações foi de 9,84 placas de fezes por animal por dia e o peso médio de cada defecação, de 200,5 g (em base de MS). Pode-se constatar, por intermédio de algumas estimativas envolvendo estes dados, a representatividade do retorno dos nutrientes pelas fezes do animal. Assim, estimou-se que 93,28% do N, 76,68% do P, 17,99% do K, 72,93% do Ca e 62,54% do Mg ingeridos pelos animais retornaram à pastagem como fezes, o que corresponde a 18,09% do N, 35,46% do P, 5,47% do K, 30,26% do Ca e 15,43% do Mg presentes na forragem disponível.

Palavras-chave: sustentabilidade, degradação de placas de fezes, incorporação de nutrientes

Quantitative Aspects of Nutrients Recycling in the Feces of Bovines Grazing a Pasture of *Brachiaria decumbens* in the Zona da Mata Region of Minas Gerais

ABSTRACT - The experiment was carried out at the experimental station of EMBRAPA/National Dairy Research, at Coronel Pacheco, in the Zona da Mata region of Minas Gerais, to evaluate the qualitative aspects of the nutrients recycling through the feces of grazing bovines. A 110 square meter plot was located in a previous established pasture of *Brachiaria decumbens*. There were significant differences on the nitrogen and magnesium concentrations of forage, for 10 weeks, apparently reflecting amounts in the forage. There were no variation of the other nutrients in the forage and feces. The average frequency defecation was of 9.84 defecations/animal per day and the average weight of the feces at each defecation was of 200.5 g dry matter. It was verified, by means of some data estimates, that the nutrients recycling in the feces, so 93.28% N, 76.68% P, 1.99% K, 72.93% Ca and 62.54% Mg, that was ingested by the animal returned to the pasture as feces, the same as 18.09% N, 35.46% P, 5.47% K, 30.26% Ca and 15.43% Mg, available as primary production, returned to the pasture through feces.

Key Words: sustainability, degradations of pile feces, nutrients incorporation

Introdução

A proporção dos nutrientes que retornam ao solo através das fezes de bovinos durante o pastejo pode variar entre os diversos sistemas de produção. Estimativas destas proporções podem ser feitas pelo conhecimento da quantidade e composição do alimento consumido e de informações sobre a exigência do animal (Barrow, 1987).

As peculiaridades dos sistemas produtivos no Brasil, onde predominam condições climáticas adversas

e solos de baixa fertilidade, afetam negativamente a qualidade nutritiva das forrageiras, proporcionando, em muitos casos, limitações no consumo de nutrientes e até no atendimento das exigências nutricionais dos animais. Sob estas condições, a reciclagem dos nutrientes das fezes tem sido pouco estudada, embora a perenidade ou sustentabilidade das pastagens possam ser consideradas estritamente dependentes da reciclagem interna dos nutrientes no sistema, uma vez que a reposição de nutrientes pela fertilização dessas pastagens não tem sido usual.

¹ Mestre em Zootecnia/UFV.

² Professor do DZO. Bolsista do CNPq. E-mail: domicion@mail.ufv.br

³ Professor do Departamento de Solos/UFV. E-mail: cantarutti@solos.ufv.br

⁴ Professor do Departamento de Informática/UFV. E-mail: adairreg@mail.ufv.br

⁵ Pesquisador da EMBRAPA/Gado de Leite. E-mail: caeuma@cnppl.embrapa.br

⁶ Professor do DZO. E-mail: dfonseca@mail.ufv.br

⁷ Doutorando em Zootecnia/UFV. E-mail: rodrigo@correio.ufv.br

A continuidade da produção nos sistemas com base em pastejo parece ter condições de se manter em equilíbrio por um longo período de tempo, antes que indique a necessidade de reposição de nutrientes. Entretanto, os animais podem interferir significativamente nesse processo, alterando a distribuição e o aproveitamento dos nutrientes reciclados (Corsi & Martha Jr., 1997).

Da forragem consumida pelos animais em pastejo, pequena proporção dos nutrientes minerais é retida nos produtos animais (Wilkinson & Lowrey, 1973). Cerca de 60 a 99% dos nutrientes ingeridos podem retornar à pastagem pelas excreções (Barrow, 1987).

Entre os macronutrientes, o fósforo, o cálcio e o magnésio são excretados principalmente nas fezes; o nitrogênio e o enxofre podem ser excretados em significantes proporções tanto nas fezes como na urina; e o potássio é excretado em maior quantidade na urina (Haynes & Willians, 1993).

Diante disso, procurou-se avaliar os aspectos quantitativos do processo de reciclagem dos nutrientes pelas fezes de bovinos em pastejo em uma pastagem de *Brachiaria decumbens* em condições representativas da Zona da Mata de Minas Gerais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na estação experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em Coronel Pacheco, na Zona da Mata de Minas Gerais.

A área experimental foi estabelecida em uma pastagem de *Brachiaria decumbens* diferida desde março de 1999, onde foi demarcado um piquete de forma quadrada com 110 metros de lado.

Em julho de 1999, foram colocadas na parcela três novilhas mestiças holandês-zebu com 300 kg de peso vivo, que permaneceram no local durante todo o período experimental, que compreendeu dez semanas.

Durante as dez semanas, em intervalos regulares de sete dias, o número de placas de fezes excretadas pelos animais em toda área demarcada foi contado. Após o registro de cada uma das placas, estas foram marcadas com cal virgem de modo que cada placa fosse registrada uma única vez.

Neste período, dez placas de fezes foram selecionadas aleatoriamente na parte central da área experimental (placas depositadas numa faixa de cinco metros em todo perímetro da área não foram

selecionadas). Em seguida, todo o volume das placas foi transferido cuidadosamente para um saco plástico e levado para o laboratório, onde foi pesado. Após a pesagem, foi coletada uma alíquota do material para secagem em estufa de ventilação forçada, por 72 horas a 60°C, moídas e processadas em moinho tipo "Willey", para análise.

A forragem foi amostrada com auxílio de um quadro-amostra com 0,5 metro de lado, o qual foi lançado aleatoriamente em dez pontos na pastagem, colhendo-se a forragem em seu interior, ao nível do solo. Após a pesagem de cada uma das amostras coletadas, estas foram homogeneizadas, formando uma amostra composta de onde foram retiradas três alíquotas que foram secas, moídas e armazenadas como as amostras de fezes. O nitrogênio foi determinado pelo método semimicro KJELDAHL após digestão sulfúrica como descrito por Silva (1990).

Os extratos líquidos para determinação dos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram obtidos por via úmida após digestão nítrico-perclórica. As determinações foram feitas em espectrofotômetro (método colorimétrico) para fósforo; fotômetro de chama para potássio; e espectrofotômetro de absorção atômica para cálcio e magnésio (Silva, 1990).

Com os pesos e os registros do número de placas de fezes depositadas pelos animais, juntamente com os dados laboratoriais, como porcentagem de matéria seca das placas de fezes e da forragem amostrada e seus teores de nutrientes, foram estimadas as seguintes variáveis: a) frequência de defecações por animal por dia, dividindo-se o total de placas registradas em cada período de amostragem pelo número de animais presentes na área (três animais) e pelo número de dias de cada período (sete dias), realizando este cálculo para os dez períodos de amostragens; b) produção total de fezes, multiplicando-se os pesos secos médios das placas de fezes pelo número médio de placas de fezes registradas; c) quantidade de nutrientes que retornaram à pastagem pelas fezes, multiplicando-se os teores médios de nutrientes nas placas de fezes pela produção total de fezes; e d) disponibilidade de forragem, estimada a partir do peso médio de forragem das amostras colhidas, usando-se um quadro de 0,25 m².

Os dados foram analisados estatisticamente por intermédio da análise de regressão, considerando-se as semanas de amostragem como variáveis aleatórias e a disponibilidade de forragem e os teores de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) nas fezes e na forragem como variáveis dependentes.

Resultados e Discussão

Na Figura 1 está representada a variação na disponibilidade de forragem, durante o período experimental. No início do experimento, verificou-se disponibilidade de 8344 kg/ha, que nas semanas finais decresceu para 4318 kg/ha. O desaparecimento diário de forragem foi estimado em, aproximadamente, 105 kg e 10 kg de MS/ha/dia, respectivamente, na primeira e última semana. Isso, provavelmente, se deveu ao acamamento do capim, ocasionado pelo pisoteio dos animais, uma vez que, diante das características da pastagem, ou seja, baixo valor nutritivo e elevada disponibilidade de forragem, grandes proporções desta podem ter sido convertidas em liteira pelo pisoteio dos animais, em virtude da intensa movimentação dos animais na pastagem, à procura de forragem com maior valor nutritivo.

Cantarutti (1996) verificou taxas de acumulação diária de liteira em pastagens de *Brachiaria humidicola*, consorciada ou não com *Desmodium ovalifolium* e sob diferentes taxas de lotação, entre 30 e 60 kg/ha.

Na Figura 2 está apresentada a variação dos teores de nutrientes na forragem durante o período experimental. Houve diferenças significativas somente nos teores de nitrogênio e magnésio, com médias variando entre 0,47 e 0,31% e 0,27 e 0,22%, respectivamente. O fósforo apresentou teor médio de 0,14%; o potássio, 0,56%; e o cálcio, 0,38%.

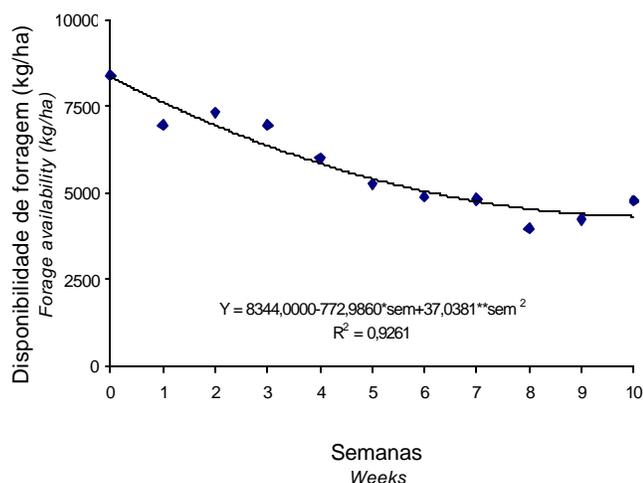


Figura 1 - Variação na disponibilidade de forragem, durante o período experimental.

Figure 1 - Forage availability during the experimental period.

A variação nos teores de nitrogênio e magnésio pode ser atribuída à seletividade dos animais, já que estes nutrientes são móveis nas plantas e se concentram nas folhas jovens, as quais são preferencialmente selecionadas para o consumo.

Não é esperado nas fezes somente a presença de nutrientes fornecidos em quantidades excedentes às exigências nutricionais de manutenção, produção e manutenção das reservas corporais dos animais. Segundo Van Soest (1994), as fezes contêm componentes indigestíveis da dieta (10 a 40%), produtos metabólicos (50 a 85%) e resíduos endógenos do metabolismo animal incluindo bactérias (10 a 15%).

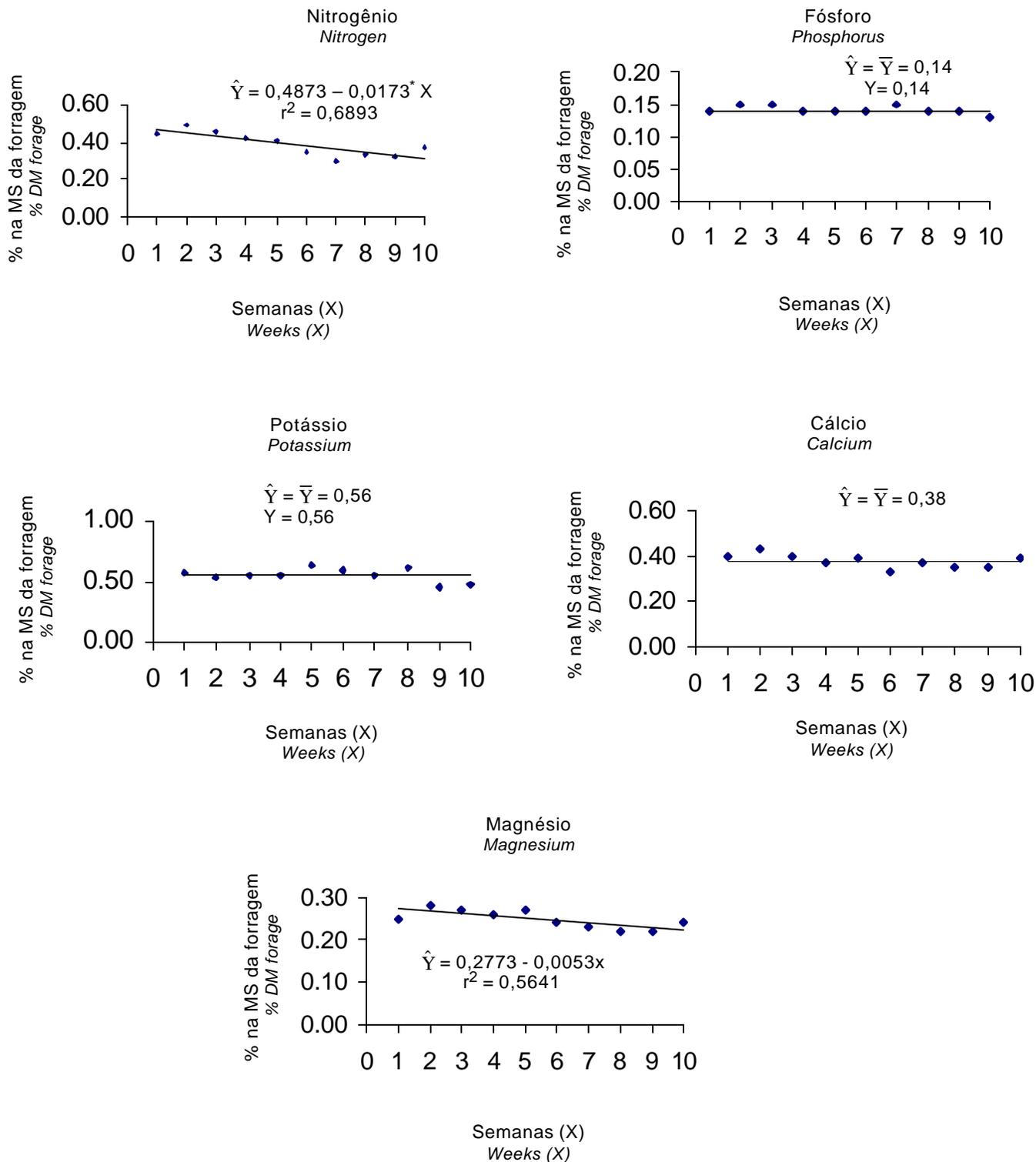
A variação nos teores de nutrientes nas amostras de fezes é apresentada na Figura 3. Aparentemente, como reflexo das variações observadas nos teores de nutrientes da forragem (Figura 2), somente o nitrogênio e o magnésio apresentaram variação significativa. Assim, os teores de nitrogênio variaram de 1,30 a 0,93% e os de magnésio, de 0,57 a 0,38; os outros nutrientes apresentaram teores médios de 0,51; 0,31; e 1,10% para fósforo, potássio e cálcio, respectivamente, em relação à matéria seca das fezes.

Observa-se, neste estudo, que os teores de nutrientes nas fezes se aproximam dos teores mais baixos encontrados na literatura, o que pode ser justificado pela estreita correlação entre os teores nas fezes e as quantidades de nutrientes ingeridas (Haynes & Williams, 1993).

Van Soest (1994) considera que a composição química e a estrutura física da fonte de alimento determinam suas taxas de biodegradação, sendo que a adaptação digestiva dos herbívoros é limitada pela sua capacidade para reter o alimento ingerido por um tempo suficiente para extrair os nutrientes. Quando as taxas de extração são baixas, pode-se contrabalançar em alguma extensão pela alta ingestão de alimento, enquanto alguns materiais com lentas taxas de digestão podem ser perdidos nas fezes.

Assim, apesar de os baixos teores de nutrientes observados nas fezes estarem diretamente correlacionados com menores quantidades de nutrientes reciclados por esta via, a excreção de maiores quantidades de nutrientes pode ser compensada pela maior produção de fezes, tornando-se importante a observação da frequência das defecações e o peso de cada uma dessas defecações, pois irão ditar a quantidade total de nutrientes excretada.

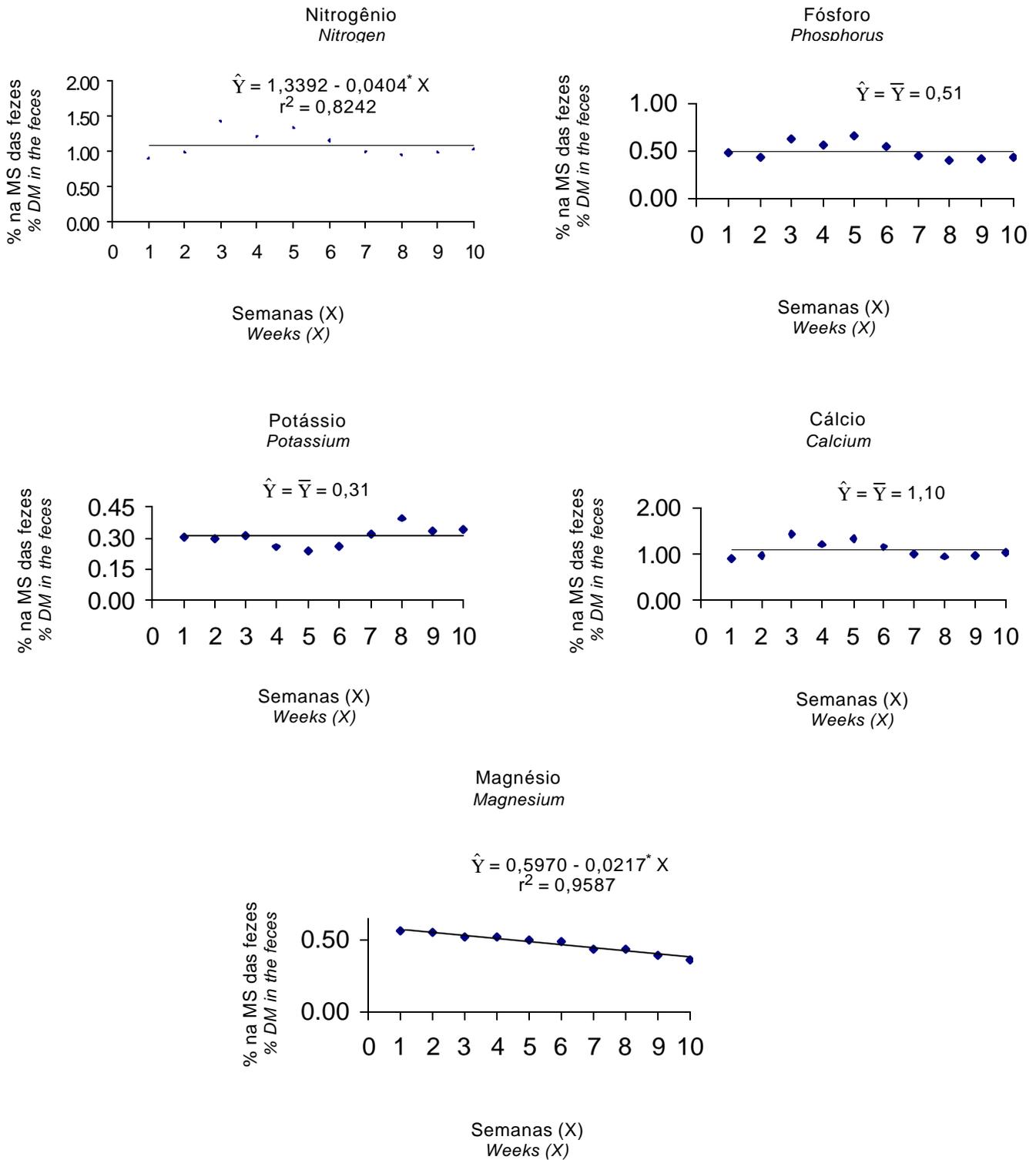
Na Figura 4, pode ser observado que não ocorreu variação significativa na frequência de defecações



* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t (significant at 1% of probability by t test).

Figura 2 - Variação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em porcentagem da matéria seca (MS) na forragem disponível, em função das semanas de amostragem.

Figure 2 - Variation in the nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium contents, in % dry matter in the available forage, as a function of sampling weeks.



* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t (significant at 1% of probability by t test).

Figura 3 - Variação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em porcentagem da matéria seca (MS) nas fezes, em função das semanas (sem) de amostragem.

Figure 3 - Variation in the nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium contents, as a function of available dry matter in the feces, as a function of sampling weeks.

dos animais durante o período experimental, cuja média foi de 9,84 defecações por animal por dia.

Haynes & Willians (1993) admitem que os bovinos podem defecar entre 11 e 16 vezes por dia. Entretanto, Barrow (1967) destacou que bovinos em condições de pastagens naturais defecaram menos que a metade das vezes que bovinos em condições intensivas de manejo, o que explica os baixos valores observados neste estudo, permitindo relacionar os resultados obtidos às características da forragem.

Pode-se observar, também na Figura 4, que o peso médio das defecações não variou durante o período experimental, sendo verificado que o peso médio de cada defecação foi de 200,5 g. Cabe destacar que esta estimativa não considera as diferenças de peso das placas depositadas no interior da área experimental e as depositadas na área de bordadura, pois foi observado, visualmente, que as placas de fezes depositadas após o ato de ruminção ou pousio, numa faixa de 5 metros em todo o perímetro da área experimental (bordadura), apresentaram volume superior àquelas associadas com os animais em pastejo, ou seja, na parte central da área experimental. Estas placas depositadas na bordadura foram somente computadas para o cálculo da frequência de defecações.

Mediante o peso médio de cada defecação (200,5 g de MS) e a frequência de defecações (9,84 defecações por animal por dia), a excreção fecal diária estimada foi de 1,97 kg de MS por animal.

Detmann (1999), estudando a produção de fezes e o consumo de forragem em pastagem de *Brachiaria decumbens* por novilhos com aproximadamente 400 kg de peso vivo, administrando cromo, sob diversas formas, como indicador da produção fecal, verificou que a produção variou de 2,8 a 3,8 kg de MS/dia, porém constatou que valores próximos de 3,8 kg possivelmente estão superestimados, uma vez que, por intermédio desses valores, as estimativas de consumo de matéria seca se tornam superestimadas, pois valores de consumo de matéria seca superiores a 2,5% do peso vivo do animal tendem a ser irrealistas, em condições de balanceamento não-otimizado de nutrientes, como em pastagens.

Citando diversos autores, Detmann (1999) propõe que as forragens, independentes da forma como são administradas, apresentam concentração de fibra relativamente alta, que limita o consumo por distensão do trato gastrointestinal, antes que a demanda por energia seja atendida. Neste tipo de controle físico da

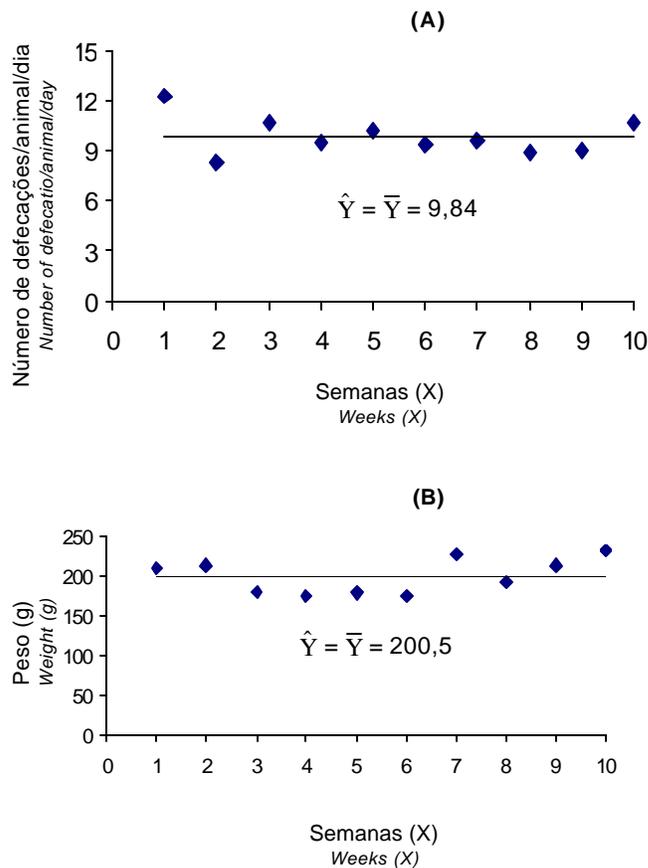


Figura 4 - Variação do número de defecações por animal por dia (A) e do peso médio de cada defecação, em gramas (B), em função das semanas de amostragem.

Figure 4 - Variation in the number of defecation/animal/day (A) and in the average weight of each defecation, in grams (B), according to sampling weeks.

ingestão, a taxa com que a forragem deixa o rúmen representa fator importante na regulação da ingestão diária, sendo o consumo de forragem, muitas vezes, limitado pelo tempo de resistência no rúmen. O autor propõe ainda que as forrageiras maduras, principalmente nos trópicos e subtropicais, apresentam lenta taxa de passagem através do trato gastrointestinal, que, juntamente com a baixa fermentação da fibra no rúmen, resultam em baixo consumo voluntário. Diante disso, pode-se esperar também menor produção de fezes.

A produção de 1,97 kg de MS de fezes por animal por dia verificada neste estudo assemelha-se ao nível mais baixo verificado por Detmann (1999). Pode-se atribuir este fato à subestimação dos dados, proporcionada pela desconsideração da diferença de peso entre as placas depositadas na área de bordadura e na área útil, e ainda ao menor peso dos animais utilizados neste estudo e, principalmente, ao período em que este

foi conduzido, ou seja, em período antecedente à estação de crescimento, quando a forragem disponível impõe maiores restrições à maximização do consumo voluntário e da produção de fezes, diferentemente do estudo citado, que foi conduzido na estação de crescimento.

Considerando-se os dados de produção de fezes e os seus teores de nutrientes, o retorno diário de nutrientes pelas fezes, por animal, foi estimado em 22,10 g de nitrogênio, 10,06 g de fósforo, 6,12 g de potássio, 21,70 g de cálcio e 9,47 g de magnésio.

Estes valores estão abaixo dos verificados por Betteridge (1986), que, estudando, a excreção fecal de novilhas pastejando forragem de alta qualidade, verificou quantidades variando entre 36 e 62 g de nitrogênio por dia, 10 e 23 g de fósforo por dia e 12 e 46 g de potássio por dia.

As quantidades absolutas retornadas são resultados que impõem restrições à comparação, uma vez que existem diferenças nas quantidades de nutrientes armazenadas em cada ecossistema. Assim, o conhecimento da porcentagem da produtividade primária ou do consumo de nutrientes pelo animal que retorna ao ecossistema pelas fezes podem favorecer comparações mais realísticas.

Betteridge (1986) verificou que 16 a 24% do nitrogênio, 8 a 21% do potássio e 44 a 74% do fósforo consumido foram excretados nas fezes diariamente. Da mesma forma, Hutton et al. (1967) e Hutton et al. (1965) verificaram também que próximo de 26% do nitrogênio, 66% do fósforo, 11% do potássio, 77% do cálcio, e 80% do magnésio em relação ao total consumido foram excretados nas fezes.

Considerando-se os 8344 kg de forragem disponível inicialmente e os 4318 kg que restaram no final dos 70 dias do estudo e seus respectivos teores médios de nutrientes citados, a excreção fecal diária por animal, de 1,97 kg e seus teores médios de nutrientes, além do consumo médio diário por animal, de 6,6 kg de MS, foram obtidos para comparação, apresentados na Tabela 1.

Pela análise da Tabela 1, podem-se observar as porcentagens de retorno de nutrientes tanto em relação ao total consumido como em relação à produtividade primária. Estes dados apresentaram concordância com aqueles verificados por Betteridge (1986), Hutton et al. (1967) e Hutton et al. (1965), embora, como já discutido anteriormente, as quantidades absolutas foram diferentes.

Tabela 1 - Balanço entre os nutrientes desaparecidos e os consumidos pelos animais e o retorno pelas fezes dos animais durante o período experimental

Table 1 - Balance among disappeared and consummated nutrients and the animals feces return during the experimental period

Nutriente <i>Nutrient</i>	Nitrogênio <i>Nitrogen</i>	Fósforo <i>Phosphorus</i>	Potássio <i>Potassium</i>	Cálcio <i>Calcium</i>	Magnésio <i>Magnesium</i>
Teores iniciais de nutrientes na forragem (%) <i>Nutrients initial contents in forage (%)</i>	0,47	0,15	0,59	0,38	0,27
Quantidade dos nutrientes inicialmente disponível (kg) <i>Nutrients initial available amount (kg)</i>	39,22	12,52	49,23	31,71	22,53
Teores finais de nutrientes na forragem (%) <i>Nutrients final contents in forage</i>	0,31	0,15	0,59	0,38	0,22
Quantidades de nutrientes restantes na forragem (kg) <i>Nutrients amounts left in forage</i>	13,39	6,48	25,48	16,41	9,50
Nutrientes desaparecidos (kg) <i>Disappeared nutrients (kg)</i>	25,83	6,04	23,75	15,30	13,03
Teores médios de nutriente na forragem consumida (%) <i>Average nutrients contents in consummated forage (%)</i>	0,39	0,15	0,59	0,38	0,25
Quantidade de nutrientes na forragem consumida (kg) <i>Nutrients amount in consummated forage (kg)</i>	5,40	2,08	8,18	5,27	3,46
Quantidade de nutrientes ingerida pelo sal mineral (kg) <i>Nutrients amount ingested by mineral salt (kg)</i>	-	0,96	-	1,38	-
Total de nutrientes consumido (kg) <i>Total of consummated nutrients (kg)</i>	5,40	3,04	8,18	6,65	3,36
Quantidade de nutrientes retornada pelas fezes (kg) <i>Nutrients amount returned by feces (kg)</i>	4,58	2,09	1,27	4,50	1,97
Nutrientes consumidos retornados pelas fezes (%) <i>Consummated nutrients returned by feces (%)</i>	93,28	76,68	17,99	72,93	62,54
Nutrientes desaparecidos retornados pelas fezes (%) <i>Disappeared nutrients returned by feces (%)</i>	18,09	35,46	5,47	30,26	15,43

Pode-se observar que não houve similaridade entre os dados observados neste estudo e aqueles verificados pelos autores citados, somente no caso do nitrogênio, sendo que estes verificaram que entre 16 e 25% do nitrogênio consumido retornou à pastagem pelas fezes, enquanto neste estudo foi observado que próximo de 93% do nitrogênio que se estimou ser consumido retornou à pastagem.

Ainda que alguns fatores relativos à estimativa do consumo e à desconsideração da seletividade da dieta pelos animais possam ter conduzido à subestimação das quantidades de nitrogênio e de outros nutrientes consumidos, pode-se atribuir esses valores à baixa disponibilidade de nitrogênio na forragem e à insuficiência no atendimento das exigências nutricionais dos animais, sendo possível que tenha ocorrido a mobilização de reservas corporais, o que pode ser evidenciada pela constância do peso dos animais, e assim pode ter ocorrido a excreção tanto de nitrogênio como de outros nutrientes de origem endógena, como destacado por Van Soest (1994).

Buschbacher (1987) verificou balanço negativo, quando comparou as quantidades ingeridas de fósforo com aquelas excretadas nas fezes. Assim, em média, 1,32 kg de fósforo foi ingerido pelos animais em pastagem de *Brachiaria* e 1,62 kg foi excretado nas fezes, proporcionando um balanço de -0,30 kg/ha/ano. Quanto ao nitrogênio, considerando a excreção nas fezes e na urina, foi verificado também balanço negativo, correspondendo a -8,25 kg/ha/ano.

Conclusões

A disponibilidade de nutrientes no ecossistema limitou a reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos em pastejo. Entretanto, as baixas quantidades de nutrientes que retornaram pelas fezes representaram quantidades significativas dos totais dos nutrientes na forragem disponível e consumida.

Literatura Citada

- BARROW, N.J. Return of nutrients by animals. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Ecosystems of the world 17B – Managed Grasslands/Analytical Studies**. Amsterdam: Elsevier, 1987. p.181-186.
- BARROW, N.J. Some aspects of the effects of grazing on the nutrition of pastures. **Journal of Australian Agricultural Science**, v.33, p.254-262, 1967.
- BETTERIDGE, K.; ANDREWES, W.G.K. Intake and excretion of nitrogen, potassium and phosphorus by grazing steers. **Journal of Agricultural Science**, v.106, p.393-404, 1986.
- BUSCHBACHER, R.J. Cattle productivity and nutrient fluxes on Amazon pasture. **Biotropica**, v.19, n.3, p.200-207, 1987.
- CANTARUTTI, R.B. **Dinâmica de nitrogênio em pastagens de *Brachiaria humidicola* em monocultivo e consorciada com *Desmodium ovalifolium* Cv. Itabela no sul da Bahia**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 83p. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CORSI, M.; MARTHA Jr., G.B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. p.161-192.
- DETMANN, E. **Cromo e constituintes da forragem como indicadores, consumo e parâmetros ruminais em novilhos mestiços, suplementados, durante o período das águas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 103p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.
- HUTTON, J.B.; JURY, K.E.; DAVIES, E.B. Studies of New Zealand dairy pasture. IV. The intake and utilization of magnesium in pasture herbage by lactating dairy cattle. **New Zealand Journal of Agricultural Science**, v.8, p.479-496, 1965.
- HUTTON, J.B.; JURY, K.E.; DAVIES, E.B. Studies of the nutritive value of New Zealand dairy pastures. V. The intake and utilization of potassium, sodium, calcium, phosphorus, and nitrogen in pasture herbage by lactating dairy cattle. **New Zealand Journal of Agricultural Science**, v.10, p.367-388, 1967.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 156p.
- Van SOEST, P.J. **Nutrition ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WILKINSON, S.R.; LOWREY, R.W. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: BUTLER, G.W.; BALLEY, R.W. (Eds.) **Chemistry and biochemistry of herbage**. New York: Academic Press, 1973. p.247-315.

Recebido em: 19/06/01

Aceito em: 25/01/02