



## Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo

Augusto Manoel Rodrigues<sup>1</sup>, Ulysses Cecato<sup>2</sup>, Nelson Massaru Fukumoto<sup>1</sup>, Sandra Galbeiro<sup>1</sup>, Geraldo Tadeu dos Santos<sup>2</sup>, Leandro Martins Barbero<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de pós-graduação de Zootecnia - UEM.

<sup>2</sup> Departamento de Zootecnia - UEM - Av. Colombo, 5790, CEP:87020-900 - Maringá - PR.

<sup>3</sup> Zootecnista.

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar o efeito de fontes de fósforo (Yoorin<sup>®</sup>, Superfosfato simples + superfosfato triplo e testemunha) em pastagem de capim-mombaça sobre as concentrações de nutrientes da excreção animal em condições de pastejo. O método de pastejo foi o de lotação contínua com cargas variáveis. Utilizaram-se novilhos mestiços com peso médio de 300 kg distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, cada uma com quatro repetições. A produção média de urina animal e a concentração de potássio na urina foram maiores nos animais do tratamento Yoorin e variaram de 7,2 a 20,4 L/animal/dia e 180 a 310 g/L, respectivamente. Os excrementos dos animais dos tratamentos testemunha e SFS + SFT apresentaram maior teor de nitrogênio e fósforo na urina em comparação aos do tratamento Yoorin (154 a 195; 0,2 a 0,29 g/L, respectivamente). A quantidade média de nitrogênio e potássio na urina foi maior nos animais dos tratamentos Yoorin e SFS + SFT em comparação aos do tratamento testemunha (de 51 a 99 e 46 a 149 g/animal/dia, respectivamente). A concentração de cálcio e a quantidade média de fósforo e cálcio na urina foram semelhantes entre os tratamentos. A produção de fezes, as concentrações e as quantidades de nitrogênio, potássio e cálcio nas fezes foram semelhantes entre os tratamentos. A quantidade média de fósforo foi maior nas fezes dos animais mantidos nas pastagens fertilizadas com SFS + SFT e Yoorin em comparação aos da pastagem testemunha e variou de 7,5 a 11,6 g/animal/dia. O retorno de nutrientes por meio da excreção animal contribuiu no período experimental com 73, 87, 6 e 28 kg/ha de nitrogênio, potássio, fósforo e cálcio, respectivamente. Os animais da pastagem fertilizada com Yoorin apresentaram maior produção diária de urina, além de mais alta concentração de potássio na urina.

Palavras-chave: fezes, fósforo, macronutriente, urina

## Macronutrient concentrations and amounts in the animal excreta on mombaça grass pasture, fertilized with different phosphorus sources

**ABSTRACT** - The objective of this experiment was to evaluate the effects of phosphorus sources (Yoorin<sup>®</sup>, Ordinary Superphosphate (SS) + Triple Superphosphate (TS) and control) on the concentration and amount of N, P, K, and Ca in the excreta of crossbred steers under grazing conditions on mombaça grass (*Panicum maximum* Jacq. cv. mombaça) pasture. The grazing method was the continuous stocking with variable stocking rate, and the animals used were crossbred with average live weight of 300 kg. It was used a complete randomized design in split plot with four replications. Urine production and K concentration were high for animals grazing on Yoorin fertilized pastures compared to other treatments; urine production ranged from 7.2 to 20.4 L/animal/day and K urine concentration ranged from 180 to 310 g/L. Animals grazing on the control and SS + TS treatments presented greater N and P urine concentration than the ones grazing on Yoorin fertilized pastures, ranging from 154 to 195 g N/L and 0.2 to 0.29 g P/L, respectively. Average N and K amount excreted via urine was greater for animals grazing on Yoorin and SS + TS treatments compared to control treatment, ranging from 51 to 99 g N/animal/dia and 46 to 49 g K/animal/dia, respectively. Average Ca concentration and P and Ca amount excreted via urine were similar among treatments. Average fecal production and N, K, Ca concentrations and amounts were similar among treatments. Average P amount was greater for SS + TS and Yoorin treatments compared to the control, ranging from 7.5 to 11.6 g P/animal/day. Nutrient return via animal excreta contributed in the experimental period with 73, 87, 6, and 28 kg/ha of N, K, P, and Ca, respectively. Animals on Yoorin fertilized pastures presented greater urine production and greater K urine concentration and amount.

Key Words: feces, macronutrient, phosphorus, urine

## Introdução

O animal é importante no sistema de reciclagem de nutrientes, uma vez que as porções da planta, quando ingeridas, são reduzidas em tamanho nos processos de mastigação e ruminação, de modo que, quando excretadas, são mineralizadas mais rapidamente. Esse processo contribui também para aumentar a diversidade de microrganismos no solo e acelerar a decomposição dos materiais e a disponibilidade de nutrientes a ser utilizados pela planta (Archer & Smeins, 1991).

Os nutrientes que retornam à pastagem por meio das fezes e da urina são distribuídos desuniformemente, portanto, esse retorno é influenciado pela taxa de lotação animal, pela forma de pastejo, pela área de descanso, pelo animal (espécie, raça, sexo), pela quantidade e frequência de excreção, pelo sistema de manejo da pastagem, pela localização das aguadas, pela topografia do terreno e pelas sombras. A porção de minerais retida nos animais e excretada varia de acordo com a categoria, a idade, a condição corporal e fisiológica do animal, o estágio de produção e o nível de consumo de forragem (Mathews & Sollenberger, 1996).

Os animais depositam suas fezes mais nas áreas onde passam a noite ou onde ruminam durante o dia, enquanto a urina é excretada mais nas áreas onde pastejam durante o dia. Portanto, o nitrogênio e potássio são excretados em ambas as áreas e distribuídos mais uniformemente que as fezes, ao passo que o fósforo se acumula mais em áreas de descanso, pois é excretado em maior quantidade nas fezes (Mathews & Sollenberger, 1996).

Um bovino adulto urina, em média, 8 a 12 vezes e defeca 11 a 16 vezes por dia. Em cada evento produz 1,6 a 2,2 litros de urina e 1,5 a 2,7 kg de fezes, o que cobre áreas de 0,28 e 0,09 m<sup>2</sup>, respectivamente (Mathews & Sollenberger, 1996). Assim, desconsiderando a sobreposição de excreções, apenas 35% (11,8% como fezes e 23,7% como urina) da área total da pastagem é coberta pelas excreções de bovinos ao final de um ano de pastejo. Entretanto, a quantidade de excretas produzida diariamente depende do tamanho do animal, da dieta e das condições ambientais. Segundo Haynes & Williams (1993), o retorno de nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre das fezes de animais pastejando áreas com produtividade de massa seca de 15.000 kg/ha é de 100, 45, 78 e 14 kg/ha, respectivamente.

Em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais, Braz et al. (2002) avaliaram a reciclagem de nutrientes e observaram concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas fezes de novilhas com peso médio inicial de 300 kg PC em torno

de 11,2; 5,1; 3,1; 11,0 e 4,8 g/kg, respectivamente. 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.

Este trabalho foi realizado para avaliar a influência de fontes de fósforo (superfosfato simples + superfosfato triplo, Termofosfato Magnésiano Yoorin (Yoorin®) em pastagem de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) sobre as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio das excreções dos animais (fezes e urina) em pastejo.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de outubro de 2003 a abril de 2004. As fontes de fósforo foram aplicadas no estabelecimento da pastagem em março de 2002 e a área pastejada de outubro a abril de 2003. O solo, caracterizado como Latossolo Amarelo Distrófico (Embrapa, 1999), era composto de 88% de areia, 2% de silte e 10% de argila e, conforme resultados obtidos em amostra coletada em setembro de 2003, suas características químicas determinadas em análise foram: pH em H<sub>2</sub>O = 5,6; 5,9 e 5,9; Al = 0,08; 0,02 e 0; H + Al = 3,22; 3,18 e 2,99; Ca + Mg = 1,29; 1,52 e 1,43; Ca = 0,82; 0,92 e 0,97 cmolc/dm<sup>3</sup>; K = 0,18; 0,25 e 0,22; P = 3,2; 12,7 e 8,5 mg/dm<sup>3</sup>; C = 7,8; 8,2 e 8,5 g/dm<sup>3</sup> para os tratamentos testemunhas, superfosfato simples + superfosfato triplo e Termofosfato Magnésiano Yoorin, respectivamente.

No estabelecimento da pastagem, utilizou-se P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (140 kg/ha) nos tratamentos termofosfato magnésiano Yoorin e superfosfato simples + superfosfato triplo e, após 54 dias, realizou-se a adubação com a fórmula 15-0-15 (330 kg/ha). Um adubo formulado (superfosfato simples + superfosfato triplo) foi utilizado para balancear a concentração de enxofre e cálcio em relação ao tratamento termofosfato magnésiano Yoorin. Nos períodos de novembro de 2002 a maio de 2003 e de novembro de 2003 a maio de 2004, aplicou-se a fórmula 15-0-15 nas quantidades de 660 e 1.000 kg/ha, parceladas em duas e três aplicações, respectivamente.

A área experimental foi composta de três piquetes com 0,7 a 1,0 hectare, separados por cerca eletrificada. O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com carga variável (put-and-take). Em cada unidade experimental, foram mantidos cocho para sal comum e reservatório de água. Uma área adjacente de 4,4 ha com a mesma gramínea foi destinada para manutenção dos animais reguladores da pastagem, que foram colocados ou retirados dos piquetes

conforme a necessidade, mantendo-se em todos os tratamentos altura média da pastagem de 50 a 60 cm.

Foram estudadas duas fontes de fósforo (superfosfato simples + superfosfato triplo e termofosfato magnésiano Yoorin) em comparação a um tratamento testemunha. Utilizaram-se novilhos machos mestiços não-castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de 300 kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Em todos os piquetes, foi fornecido sal comum à vontade.

A excreção diária de urina foi medida com auxílio de uma sacola plástica, acoplada e ajustada ao animal, com capacidade de retenção de 3 litros. A coleta de urina foi realizada no início do verão (5/1/2004 a 10/1/2004) e no outono (18/4/2004 a 23/4/2004). Os cinco dias que antecederam a coleta foram considerados de adaptação. Utilizaram-se quatro animais por tratamento, todos mantidos em pastejo nos piquetes durante 24 horas (16 horas de coleta na pastagem e 8 horas (período da noturno) no curral, para facilitar a coleta e visualização das sacolas plásticas com a urina. Neste período, foram fornecidas à vontade água e forragem de capim-mombaça. A urina coletada na sacola foi medida e armazenada a 5°C para posterior homogeneização do material coletado no período de 24 horas. Após a homogeneização, procederam-se à subamostragem e ao armazenamento para posterior determinação das concentrações dos nutrientes em estudo.

A produção diária de urina foi calculada pelo somatório da coleta de urina realizada no período de 24 horas. A porcentagem de urina em relação ao PC foi determinada pela razão da produção diária de urina pelo PC animal.

A excreção fecal diária foi avaliada utilizando-se indicador de n-alcanos. Realizaram-se duas coletas no ano: uma no início do período de verão (15/12/2003 a 24/12/2003) e outra no outono (21/3/2004 a 30/4/2004), utilizando-se quatro animais por tratamento. O indicador externo alcanos  $C_{32}$  foi administrado aos animais via oral, em cápsula de 400 mg de alcanos  $C_{32}$  fornecida uma vez ao dia, no mesmo horário, durante nove dias: os cinco primeiros de adaptação animal e os cinco restantes para coleta de fezes, via reto animal, para evitar a contaminação das fezes. O material coletado foi seco em estufa de ventilação forçada por 72 horas, pesado e moído para análise das concentrações de n-alcanos e nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio nas fezes para avaliação da excreção diária fecal e das quantidades de macronutrientes nas fezes. Para análise de n-alcanos, utilizou-se a técnica desenvolvida por Vulich et al. (1995) modificada, que se baseia no processo de saponificação direta das amostras.

- excreção fecal (g/dia) = ingestão de alcanos ( $C_{32}$ )/concentração de alcanos ( $C_{32}$ ) nas fezes

- quantidades de nutrientes = (excreção fecal diária)\*(concentração de nutrientes).

As concentrações de nitrogênio nas fezes e na urina foram determinadas segundo o método da AOAC (1984) e as de fósforo, potássio e cálcio, segundo metodologia descrita por Silva (1991). Os dados foram analisados estatisticamente em esquema de parcelas subdivididas, de modo que as fontes de fósforo e o tratamento testemunha constituíram a parcela principal e os períodos de avaliações (verão e outono) as subparcelas. Quando houve interação entre os tratamentos e os períodos de avaliações, executou-se o desdobramento de interação pela análise de regressão e, quando não houve interação, procedeu-se à análise de regressão para o efeito principal utilizando-se o programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 1991).

No período de avaliação, foi coletada forragem para determinar as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio na lâmina foliar (Tabela 1).

Tabela 1 - Concentração de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio na lâmina foliar de capim-mombaça fertilizado com fontes de fósforo no verão e no outono

Tratamento	Verão			
	N	P	K	Ca
	g/kg			
Testemunha	10,01	1,02	22,61	5,87
SFS + SFT	12,72	2,14	24,25	4,03
Yoorin®	11,05	1,97	22,71	5,42
Média	11,3	1,7	23,2	5,10
	Outono			
Testemunha	16,26	1,23	21,69	4,08
SFS + SFT	17,47	2,07	26,22	4,29
Yoorin®	19,78	1,91	25,63	4,20
Média	17,83	1,73	24,51	4,19

## Resultados e Discussão

A produção diária de urina pelos animais diferiu entre os tratamentos (Tabela 2) e, no outono, foi maior nos animais mantidos na pastagem adubada com Yoorin em comparação aos tratamentos SFS + SFT e testemunha. A elevada diferença na produção de urina do tratamento testemunha no verão está relacionada, em parte, à adaptação do animal à bolsa coletora e à redução da ingestão de

água, uma vez que os animais do tratamento Yoorin mostravam-se mais inquietos e estressados – certamente precisavam de mais tempo para se adaptar à bolsa coletora. Além disso, as condições fisiológicas de cada animal, como o peso animal, e o teor de água do pasto podem influenciar na quantidade de urina excretada por animal (Wilkinson & Lowrey, 1973). O maior perfilhamento e a presença de perfílios mais jovens e folhas mais jovens e suculentas no verão de 2003/2004 na pastagem adubada com Yoorin podem ter ocasionado a maior produção de urina nesses períodos, uma vez que esta fonte de fósforo apresenta maior solubilidade ao longo do tempo (Scroboth, 2004). Segundo Wilkinson & Lowrey (1973), o volume de excreções e de nutrientes retornados ao solo varia com a quantidade de forragem utilizada pelos animais e com a composição química das partes da planta que são consumidas.

No outono, os animais produziram mais urina que no verão e a quantidade variou de 11,7 a 16,1 L/animal/dia. No entanto, a quantidade de urina excretada em relação ao PC não diferiu entre os períodos de avaliação (Tabela 2), evidenciando que a idade e o peso do animal influenciam na quantidade de urina excretada, uma vez que, na avaliação de verão, o peso dos animais foi menor (325 kg PC) que no outono (410 kg PC).

A produção média de urina nos tratamentos foi de 13,9 L/animal/dia (Tabela 2), resultado que está de acordo com o descrito por Haynes & Williams (1993), que observaram em bovino adulto produção de urina de 12,8 a 24,4 L/animal/dia. Segundo esses autores, a quantidade e o número de excreções por dia podem ser influenciados pelas condições de pastejo, pelos fatores climáticos, pela ingestão de água e pelo teor de água na forragem.

A porcentagem média de urina excretada em relação ao peso animal foi superior nos animais do tratamento Yoorin e variou de 1,96 a 5,14% PC (Tabela 2). Esses valores são semelhantes ao relatados por Spedding (1971), que, em

estudo com bovinos de corte de 350 kg PC, observou produção de urina de 2,8 a 7,2% PC.

A porcentagem de matéria seca na urina não diferiu entre os tratamentos (Tabela 2), o que está relacionado à maior produção de urina nos animais do tratamento Yoorin em relação ao SFS + SFT e testemunha, o que promoveu diluição da concentração de minerais na urina.

A produção diária de fezes por animal foi semelhante entre os tratamentos e o valor médio foi de 2,78 kg de MS. A semelhança da produção fecal entre os tratamentos pode estar atribuída ao manejo do pasto, que não possibilitou diferenciação da estrutura da pastagem e da disponibilidade de massa entre os tratamentos. Esses resultados se assemelham aos relatados por Detmann et al. (2001), que, estudando a produção de fezes e o consumo de forragem em pastagem de *Brachiaria decumbens*, utilizaram novilhos de aproximadamente 400 kg PC, administrando cromo, e verificaram produção de MS de 2,8 a 3,8 kg/dia. No entanto, Braz et al. (2002) observaram produção fecal por animal inferior (1,97 kg/dia) ao utilizarem novilhas mestiças com peso médio de 300 kg PC.

A produção diária de fezes por animal no outono foi similar entre os tratamentos, entretanto, foi maior no verão (Tabela 3), o que pode estar relacionado à maior teor de água da forragem e ao teor de fibra e à digestibilidade da matéria seca em comparação ao outono. Segundo Detmann et al. (2001), as forrageiras maduras, principalmente nos trópicos e subtropicais, apresentam lenta taxa de passagem pelo trato gastrointestinal, que, juntamente com a baixa fermentação da fibra no rúmen, resulta em baixo consumo voluntário. Assim, pode-se esperar também menor produção de fezes.

A porcentagem média de fezes em relação ao peso do animal foi semelhante entre os tratamentos (0,77 a 0,79%), mas diferiu entre os períodos, pois foi menor no outono (Tabela 3).

A concentração de nitrogênio na urina no tratamento testemunha foi maior que no tratamento Yoorin. Esses tratamentos, no entanto, não diferiram do tratamento SFS +

Tabela 2 - Produção de urina por animal (PUA) e em relação ao peso corporal (%U/PC) e porcentagem de matéria seca da urina (%MSU) em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo

Tratamento	PUA	% U/PC	% MSU
	L/animal/dia		%
Testemunha	7,2C	1,9C	3,6
SFS + SFT	14,1B	3,7B	3,8
Yoorin®	20,4A	5,1A	2,4
Média	13,9	3,6	3,3
CV (%)	18,1	18,2	18,4

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem (P>0,05) pelo teste Tukey.

Tabela 3 - Produção individual de matéria seca fecal (PDF) e porcentagem de fezes em relação ao peso corporal (%F/PC) em pastagem de capim-mombaça no verão e outono

Período	PDF	% F/PC
	kg/animal/dia	%
Verão	3,10a	0,95a
Outono	2,45b	0,60b

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem (P>0,05) pelo teste Tukey.

SFT, cujos valores variaram de 15,4 a 19,5 g/L, provavelmente em virtude da menor produção de urina nos animais dos tratamentos testemunha e SFS + SFT (Tabela 2) em relação aos do tratamento Yoorin. Além disso, observaram-se maior estresse e redução no consumo de água nos animais do tratamento testemunha.

A concentração de nitrogênio nas fezes dos animais do tratamento Yoorin foi semelhante à observada em SFS + SFT e superior à determinada nas fezes dos animais do tratamento testemunha (Tabela 4), o que pode estar relacionado à composição química do capim-mombaça nesses tratamentos, cujos valores médios foram de 15,4; 15,1 e 13,1 g/kg para os tratamentos Yoorin, SFS + SFT e testemunha, respectivamente (Tabela 1). Segundo Whitehead (1986), a proporção de nitrogênio total ingerida excretada e fracionada entre urina e fezes depende do tipo de animal, da ingestão de massa seca e da concentração de nitrogênio da dieta.

A concentração média de nitrogênio na urina e nas fezes diferiu entre os períodos de verão e outono e variou de 14,3 a 21,3 g/L e 1,6 a 1,8 g/kg, respectivamente, o que se deve, em parte, à diferença na concentração de nitrogênio na lâmina foliar do capim-mombaça, de 11,2 e 17,8 g/kg no verão e outono, respectivamente. A maior concentração de nitrogênio na dieta normalmente permite aumento de nitrogênio excretado pela urina e, conseqüentemente, do retorno de nitrogênio ao solo para ser utilizado pela planta para produção de forragem.

A quantidade diária de nitrogênio excretada na urina animal do tratamento SFS + SFT foi superior à observada nos tratamentos Yoorin e testemunha e variou em média de 51 a 99 g/animal/dia (Tabela 5). No entanto, a quantidade de nitrogênio excretada nas fezes foi semelhante entre os tratamentos e variou em média de 42 a 51 g/animal/dia, respectivamente, fato relacionado à baixa concentração desse nutriente nas fezes (Whitehead, 1986). Esses resultados confirmam os da literatura, de menor quantidade de

nitrogênio excretada nas fezes (Wilkinson & Lowrey, 1973; Haynes & Willians, 1993).

No outono, a quantidade média de nitrogênio excretada na urina foi maior que no verão e variou de 47 a 105 g/animal/dia, provavelmente em virtude da qualidade da forragem consumida, uma vez que no verão o teor de proteína bruta foi 62% inferior ao do outono. Além disso, as condições climáticas desfavoráveis para o crescimento do capim no período de setembro, outubro e novembro promoveram atraso na entrada dos animais e, como conseqüência, houve redução na qualidade das folhas consumidas pelos animais, em decorrência do envelhecimento e da diminuição da concentração de carboidratos solúveis e minerais e da digestibilidade das folhas.

No outono, nos dez dias que antecederam a avaliação, ocorreu rebrote intenso das folhas, ocasionado pelo fim do período de estiagem no final de fevereiro. Dias (2004), trabalhando na mesma área experimental e testando as mesmas fontes de fósforo, observou que a qualidade da forragem não foi influenciada pelos tratamentos ou pelo período experimental, provavelmente em razão da menor quantidade de nitrogênio utilizado e das condições edafoclimáticas favoráveis à produção de forragem.

Na média geral, a quantidade de nitrogênio excretado na urina e nas fezes foi de 76 e 46 g/animal/dia, respectivamente. Considerando o período experimental de 140 dias e o número médio de animais por dia por hectare de 4,27, a quantidade de nitrogênio excretado e que retornou à pastagem foi de 10,6 e 6,60 kg/animal e 45,4 e 28 kg/ha na urina e nas fezes, respectivamente.

O retorno total de nitrogênio à pastagem foi de 73,4 kg/ha (62% da urina e 38% das fezes). Esses resultados corroboram os descritos por Haynes & Williams (1993) de que 60 a 70% do nitrogênio da pastagem retorna ao solo via urina de animais em pastejo, no entanto, são grandes as perdas por volatilização desse nitrogênio. Esse resultado confirma que

Tabela 4 - Concentração de nitrogênio na urina e nas fezes de novilhos em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo

Tratamento	Urina	Fezes
	g/L	g/kg
Testemunha	19,5A	1,6B
SFS + SFT	18,5AB	1,7AB
Yoorin®	15,4B	1,8A
Média	17,8	1,7
CV (%)	14,8	3,8

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem (P>0,05) pelo teste Tukey.

Tabela 5 - Quantidade de nitrogênio na urina e nas fezes (g/animal) de novilhos em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo

Tratamento	Urina	Fezes
	g/animal/dia	
Testemunha	51C	51
SFS + SFT	99A	46
Yoorin®	78B	42
Média	76	46
CV (%)	14,5	15,6

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem (P>0,05) pelo teste Tukey.

a excreção de nitrogênio pelo animal contribui para o retorno de 49% do nitrogênio aplicado na pastagem e para a sustentabilidade do sistema.

A concentração de potássio nos animais do tratamento com Yoorin no verão foi maior que nos animais dos tratamentos SFS + SFT e testemunha, enquanto, no outono, a concentração desse mineral nas excreções do animais do tratamento SFS + SFT foi semelhante à observada no Yoorin, que, por sua vez, foi maior que no tratamento testemunha (Tabela 6).

Na urina, a quantidade desse mineral foi similar entre os períodos e variou de 23 a 25 g/L (Tabela 6), provavelmente em virtude de sua concentração nas dietas, uma vez que a concentração de potássio da lâmina foliar do capim-mombaça foi semelhante e variou de 23,1 e 24,5 g/kg para os períodos de verão e outono, respectivamente (Tabela 1). Nas fezes, a concentração de potássio foi semelhante entre os tratamentos e entre os períodos do ano (14,4 g/kg nas fezes), portanto, a concentração de potássio na urina é maior que nas fezes, o que propicia o retorno desse elemento para o sistema. Esses valores são superiores aos relatados por Braz et al. (2002), que, trabalhando em pastagem de *Brachiaria decumbens*, encontraram concentrações média de potássio de 5,1 g/kg nas fezes de novilhas com peso médio inicial de 300 kg. Essa diferença comprova que a concentração de potássio na dieta ingerida pelo animal varia de acordo com a espécie, a idade e o sexo do animal.

A quantidade diária de potássio na urina dos animais do tratamento Yoorin foi superior e variou de 46 a 149 g/animal/dia (Tabela 7). Essa diferença entre os tratamentos está relacionada à produção de urina e à concentração de potássio na urina, que foram superiores no tratamento Yoorin, favorecendo o retorno do nutriente para o sistema, uma vez que as concentrações de potássio na lâmina foliar não sofreram variação. A maior quantidade de potássio

observada no outono pode estar relacionada, principalmente, à maior produção de urina pelos animais neste período (Tabela 2) e à concentração semelhante na urina nesses períodos. A quantidade diária de potássio nas fezes foi semelhante entre os tratamentos e períodos (média de 40 g/animal/dia), o que pode ser atribuído à concentração desse mineral na dieta e à produção de fezes, que foram similares entre os tratamentos.

Na média geral, a quantidade de potássio na urina e nas fezes foi de 105 e 40 g/animal/dia, respectivamente, portanto, 58% do potássio da pastagem retornou via excreção (72% via urina e 18% pelas fezes), o que evidencia a urina como importante via de reciclagem de potássio no ecossistema (Haynes & Willians, 1993).

A concentração de fósforo na urina e nas fezes no verão não diferiu entre os tratamentos (Tabela 8), o que confirma os resultados relatados por Safley et al. (1984), que, em pesquisa com vacas Holandesas na Carolina do Norte, observaram concentração média de fósforo na urina de 0,2 g/L. A concentração de fósforo nas fezes diferiu entre os tratamentos e variou de 2,7 a 5,6 g/kg; nos tratamentos Yoorin e SFS + SFT, foi superior à do tratamento testemunha, fato relacionado à menor concentração de fósforo no capim consumido no tratamento testemunha, o que reduziu a concentração desse elemento na planta e a disponibilidade aos animais (Tabela 1). A quantidade média de fósforo na urina diferiu significativamente em relação aos demais tratamentos, oscilando de 0,20 a 0,29 g/L (Tabela 8). No tratamento com Yoorin, a concentração média de fósforo na urina foi inferior à determinada no tratamento testemunha e semelhante à do tratamento SFS + SFT, provavelmente pelo fato de que a maior produção de urina pelos animais do tratamento Yoorin resultou em maior diluição dos minerais contidos na urina, diminuindo a concentração de fósforo.

Tabela 6 - Concentração de potássio na urina de novilhos em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo

Tratamento	Urina	
	Verão	Outono
	g/L	
Testemunha	15B	20B
SFS + SFT	20B	25AB
Yoorin®	32A	29A
Média	23	25
CV (%)	12	13

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey.

Tabela 7 - Quantidade de potássio na urina e nas fezes de novilhos em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo

Tratamento	Urina	Fezes
	g/animal/dia	
Testemunha	46C	42
SFS + SFT	119B	31
Yoorin®	149A	47
Média	105	40
CV (%)	17	36

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey.

Nos períodos avaliados, concentração média de fósforo nas fezes foi influenciada pela aplicação das fontes de fósforo e apresentou valor médio de 3,8 g/kg. Esse resultado foi inferior ao observado por Braz et al. (2002), que, em experimento com novilhas (peso médio inicial de 300 kg) em pastagem de *Brachiaria decumbens* encontraram concentração média de fósforo nas fezes em torno de 5,1 g/kg.

Em virtude da baixa concentração de fósforo na urina, o retorno não contribuiu muito para a reciclagem de fósforo no ecossistema, pois a urina animal apresenta apenas traços desse mineral (Tabela 8), o que confirma o baixo retorno do fósforo à pastagem relatado em outros trabalhos (Wilkinson & Lowrey, 1973; Haynes & Willians, 1993).

A quantidade de fósforo na urina animal não foi influenciada pelas fontes de fósforo aplicadas nem pelos períodos (média geral de 0,24 g/animal/dia), portanto, o fósforo reciclado pela urina tem pouca contribuição para a pastagem, uma vez que o retorno foi de apenas 57 g/ha no período experimental. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Haynes & Willians. (1993), que observaram apenas traços de fósforo na urina de ruminantes.

A quantidade de fósforo nas fezes foi semelhante entre os tratamentos no período de verão (Tabela 9), porém, no outono, foi maior nos animais dos tratamentos com Yoorin e SFS + SFT, fato semelhante ao observado para a concentração de fósforo nas fezes. Esse resultado foi próximo ao relatado por Betteridge et al. (1986), que, avaliando a ingestão e a produção fecal em novilhos em pastagem de alta qualidade, determinaram valores nas fezes de 10 a 23 g/animal/dia. Os resultados deste estudo evidenciam que a participação das fezes na reciclagem de fósforo no ecossistema é maior que a da urina, uma vez que, no período experimental, o retorno de fósforo foi de 1,4 kg/animal e 6,1 kg/ha, respectivamente.

Tabela 8 - Concentração de fósforo na urina e nas fezes de novilhos em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo

Tratamento	Urina	Fezes	
		Verão	Outono
	g/L	g/kg	
Testemunha	0,29A	2,9	2,7B
SFS + SFT	0,23AB	3,2	5,6A
Yoorin®	0,20B	2,9	5,4A
Média	0,24	3,0b	4,6a
CV (%)	24,8	10	21

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey.

Tabela 9 - Quantidade de fósforo nas fezes de animais em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo

Tratamento	Fezes	
	Verão	Outono
	g/animal/dia	
Testemunha	8,5	6,6B
SFS + SFT	9,3	13,7A
Yoorin®	9,9	13,3A
Média	9,2b	11,2a
CV (%)	18	23

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey.

A concentração de cálcio na urina e nas fezes foi semelhante entre os tratamentos e variou de 1,5 a 2,4 g/L e 16 a 26 g/kg, o que pode estar relacionado à menor produção de urina no tratamento testemunha em relação aos tratamentos com Yoorin e SFS + SFT. Na urina e nas fezes, os valores médios de cálcio foram de 1,9 g/L e 18 g/kg, respectivamente, resultado semelhante ao encontrado por Hogg (1981), que observou concentração de cálcio nas fezes de 12 a 25 g/kg (Wilkinson & Lowrey, 1973; Haynes & Willians, 1993). A quantidade diária desse mineral na urina e nas fezes não foi afetada pela aplicação das fontes de fósforo e variou de 0,04 a 0,05 e 0,63 a 0,85 g/animal/dia. A quantidade média diária de cálcio na urina e nas fezes foi próxima à obtida por Haynes & Willians (1993), que também observaram que o cálcio excretado pela urina contribui muito pouco para a reciclagem de nutrientes na pastagem. Ao contrário, o cálcio excretado pelas fezes tem boa contribuição na reciclagem de nutrientes, pois o retorno pelas fezes no período experimental foi de 6 kg/animal/ha e 28 kg/ha.

## Conclusões

A aplicação de Yoorin na pastagem, além de aumentar a produção e a porcentagem de urina em relação ao PC, resulta em maior concentração e quantidade de potássio na urina animal. Entretanto, as fontes de fósforo Yoorin e superfosfato simples + superfosfato triplo propiciaram maiores quantidades de fósforo nas fezes. As concentrações de outros minerais nas fezes não foram influenciadas pela fertilização da pastagem com as demais fontes de fósforo avaliadas. O uso das fontes de fósforo não influenciou as concentrações de cálcio e fósforo na urina. As concentrações desses minerais na urina contribuem pouco para a reciclagem de nutrientes. Entretanto, o nitrogênio e o potássio das excreções animais retornam ao ecossistema

principalmente pela urina, enquanto o fósforo e o cálcio retornam mais pelas fezes.

### Literatura Citada

- ARCHER, S.; SMEINS, F.E. Ecosystem-level processes, In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Eds.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 1991. p.109-139.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 13.ed. Whashington, D. C., 1984. 1015p.
- BETTERIDGE, K.; ANDREWES, W.G.K.; SEDCOLE, J.R. Intake and excretion of nitrogen, potassium and phosphorus by grazing steers. **Journal of Agricultural Science**, v.106, n.2, p.393-404, 1986.
- BRAZ, S.P.; NASCIMENTO JR., D.; CANTARUTTI, R.B. et al. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.858-865, 2002.
- DETMANN, E.; CECON, P.R.; FONSCCECA, P.M. et al. Estimção de parâmetros constituintes da cinética e trânsito de partículas em bovinos sob pastejo por diferentes seqüências amostrais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.220-230, 2001.
- DIAS, F.J. **Composição químico-bromatológica do capim-mombaça (*Panicum maximum* jacq. cv. mombaça) sob pastejo, adubadas com diferentes fontes de fósforo**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. p.412.
- HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advanced Agronomy**, v.49, n.1, p.119-199, 1993.
- HOGG, D.E. A lysimeter study of nutrient losses from urine and dung applications on pasture. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v.9, n.3, p.39-46, 1981.
- MATHEWS, B.W.; SOLLENBERGER, L.E. Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures: soil considerations. In: NUTRIENT CYCLING IN FORAGE SYSTEMS. 1996, Columbia. **Proceedings...** Columbia: University of Missouri, 1996. p.213-229.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG: 1997. p.150.
- SAFLEY, L.M.; BARKER, J.C.; WESTERMAN, P.W. Characteristics of fresh dairy manure. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v.27, n.2, p.1150-1153, 1984.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: 1991. p.165
- SPEEDING, C.R. The nutrient cycle. In: SPEEDING, C.R. (Ed.) **Grassland ecology**. London: Oxford University Press, 1971. p.103.
- SCROBOTH, V. **Características morfológicas e perfilhamento do capim-mombaça, adubado com fontes de fósforo sob pastejo**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. 87p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 2004.
- VULICH, S.A.; HANRAHAN, J.P.; CROWLEY, B.A. Modification of the analytical procedures for the determination of herbage and fecal n-alkanes used in the estimation of herbage intake. **Journal of Agricultural Science**, v.124, n.1, p.71-77, 1995.
- WHITEHEAD, D.C. **Nitrogen fluxes in intensive grassland productivity**. Nijhoff: 1986, p.47-58.
- WILKINSON, S.R.; LOWREY, R.W. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. (Eds.) **Chemistry and biochemistry of herbage**. New York: Academic Press, 1973. v.30, n.2, p.247-315.