

CICLAGEM DE NITROGÊNIO E ENXOFRE DE ESTERCO BOVINO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO

SANDOVAL CARPINELLI¹; ADRIEL FERREIRA DA FONSECA²; PEDRO HENRIQUE WEIRICH NETO³; LAÍSE DA SILVEIRA PONTES⁴

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia; Universidade Estadual de Ponta Grossa - PR; Bolsista Capes; e-mail: sandoval_carpinelli@hotmail.com

²Dr. Prof. Associados, Universidade Estadual de Ponta Grossa - PR; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; e-mail: adriel@uepg.br

³Dr. Prof. Associados, Universidade Estadual de Ponta Grossa - PR; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; e-mail: lama1@uepg.br

⁴Dr. Pesquisadora do Instituto Agrônomo do Paraná; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; e-mail: laisepontes@iapar.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi quantificar a liberação de nitrogênio (N) e enxofre (S), a partir das placas de esterco bovino, em dois sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), ambos com pastagem (aveia preta + azevém anual) e gado de corte durante o inverno e soja ou milho no verão. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (presença e ausência de árvores) e sete épocas ao longo do tempo (0, 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias após a entrada dos animais) com seis repetições. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para os teores iniciais: 18,8 e 7,3 g kg⁻¹ de N e S, respectivamente. Contudo, diferenças significativas foram observadas ao longo do tempo apenas para os teores de N (9,7 g kg⁻¹), aos 84 dias do período de avaliação. Os tratamentos não afetaram a dinâmica de decomposição e liberação do N e S. No entanto, o N e S total liberado a partir das placas de esterco bovinos, e potencialmente disponível para as culturas, variou conforme o SIPA, pois dependeu do número de animais durante o período de pastejo e da quantidade de placas de esterco.

PALAVRAS-CHAVE: fezes de bovinos, liberação de nutrientes, incorporação de nutrientes

N AND S CYCLING FROM BOVINE ESTERCO IN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS

ABSTRACT: The aim of the present study was to quantify nitrogen (N) and sulphur (S) releases from bovine manure plates in two integrated crop-livestock systems (ICLS), either with pasture (black oats + ryegrass) and beef cattle during winter and soy or corn in summer. The experimental design was completely randomized, comprising two treatments (presence and absence of trees) and seven periods over time (0, 7, 14, 21, 28, 56 and 84 days after animal entry) with six replications. No differences were observed between treatments for initial contents: 18,8 g kg⁻¹ N and 7,3 g kg⁻¹ S. However, significant differences were observed over time for N (9,7 g kg⁻¹), at the 84th assessment day. The treatments did not affect N and S decomposition and release dynamics. However, total N and S released from the manure plates and potentially available for the crops varied according to the ICLS, depending on the number of animals present during the grazing period and the amount of manure plates.

KEYWORDS: degradations of pile feces, nutrient release, nutrients incorporation

INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) associam solo, planta, árvores e/ou animais, que se integram em diferentes escalas espaço-temporais (Moraes et al., 2014). Desde que devidamente planejados e executados, os SIPA podem trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais ao produtor rural, bem como para a sociedade em geral (Moraes et al., 2014).

Associar árvores em SIPA agrega na diversificação de atividades, além de aumentar a biodiversidade (Franchini et al., 2014). Contudo, as árvores proporcionam alterações no microclima, podendo influenciar a dinâmica de decomposição dos resíduos orgânicos, bem como a ciclagem e o balanço de nutrientes (Franchini et al., 2014).

As excreções dos animais favorecem o acúmulo de nutrientes no solo (Dubeux Junior et al., 2007). As quantidades de nutrientes que retornaram pelas fezes representaram quantidades significativas dos totais dos nutrientes na forragem disponível e consumida (Braz et al., 2002). Em condições de pastejo direto, a excreta passa a ser a principal via de retorno de nutrientes ao solo (Dubeux Junior et al., 2007). Assim, é importante conhecer os processos que afetam a decomposição dos esterco, bem como a dinâmica de liberação de nutrientes em SIPA. O objetivo do presente estudo foi quantificar a liberação de nitrogênio (N) e enxofre (S) a partir das placas de esterco bovino, em distintos SIPA.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Fazenda Modelo (lat.: 25°07'24,3''S; lon.: 50°02'58,6''W; alv. média de 953 m) do Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, município de Ponta Grossa – PR. O solo é classificado como Cambissolo Háptico Distrófico típico e Latossolo Vermelho Distrófico típico. O clima desta região, pela classificação de Köppen, é do tipo Cfb subtropical úmido mesotérmico, com temperatura média anual de 17,6 °C.

A área total do experimento compreendeu 13,1 ha e foi dividida em 12 unidades experimentais (u.e), sendo seis arborizadas. Árvores de eucalipto (*Eucalyptus dunnii*), aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e grevilea (*Grevillea robusta*) foram plantadas em 2006, na mesma linha, em arranjo de 14 x 3 m (238 árvores ha⁻¹). Após desbastes, o arranjo atual foi de 28 x 9 m, contendo apenas eucalipto. Desde 2010, as culturas de soja (*Glycine max* L. Merrill) e milho (*Zea mays* L.) foram conduzidas alternadamente durante o verão e, durante o inverno, pastagem de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) consorciada com azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) foi cultivada para cobertura do solo e pastoreio de bovinos de corte (novilhas da raça Purunã) sob sistema de plantio direto. O presente estudo foi realizado em duas u.e., uma arborizada de 1,2 ha e outra sem árvores de 1,1 ha, durante o inverno de 2018.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (presença e ausência de árvores) e sete épocas ao longo do tempo (0, 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias após a entrada dos animais), com seis repetições. A adubação de base na pastagem foi 400 kg ha⁻¹ do formulado NPK (04-30-10). A adubação nitrogenada em cobertura, na forma de ureia, foi realizada no início do perfilhamento da pastagem com 90 kg N ha⁻¹.

Para o manejo dos animais, utilizou-se a técnica “put and take”, com 3 animais *testers* por u.e. e um número variável de animais reguladores, visando manter a altura da pastagem em torno de 20 cm. Para o ajuste de carga animal, medidas semanais de altura da pastagem foram feitas com o auxílio da régua “sward stick”, em 100 pontos aleatórios por u.e. Aos 51 dias após a semeadura (i.e. 05/06/2018), foi iniciado o pastejo. Os animais permaneceram na área até 17 de outubro de 2018, totalizando 104 dias de pastejo.

No início do período de pastejo, 36 placas de esterco por u.e. foram marcadas para acompanhar o processo de degradação natural e 6 placas de esterco por u.e. foram coletadas imediatamente após a defecação pelos animais. Para evitar o aceleração da decomposição das placas de esterco via ação física, i.e, pisoteio dos animais, caixas de exclusão de pastejo foram usadas. As coletas das placas de esterco foram realizadas aos 0, 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias após a entrada dos animais. As placas de esterco foram coletadas e secas em estufa (60 °C), até atingir peso seco constante, e pesadas (Abreu et al., 2009) para determinação da quantidade de material remanescente.

Os teores de N e S foram determinados por meio de digestão sulfúrica e leitura pelo método semi-micro-Kjeldahl, para N (Abreu et al., 2009) e por meio de digestão nítrico-perclórica e leitura por turbidimetria para S. Os intervalos de confiança de N e S remanescentes foram comparados pelo teste

Tukey 95%, para cada u.e. Após, tais dados foram ajustados a um modelo de regressão exponencial não-linear, (intervalos de confiança comparados pelo teste Tukey, 95%). O modelo exponencial foi:

$$Rem = res + act \times e^{-kt}$$

Onde: *Rem* se refere à porcentagem de N e S remanescente no tempo *t* (dias); *res* é o tamanho da fração resistente; *act* é a fração prontamente decomponível (ou fração ativa); e *k* é a constante de decomposição da fração ativa. A partir dos valores de *k*, calculou-se o tempo de meia vida ($t_{1/2}$), ou seja, tempo necessário para 50% do N e S liberado das placas de esterco bovinos. Para tal cálculo, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$t_{1/2} = \ln(2) / k$$

Onde: $\ln(2)$ é um valor constante (0,693); e *k* é a constante de decomposição da fração ativa descrita anteriormente.

Análises de variância, usando o modelo GLM (Statgraphics Centurion XV), foram feitas para as concentrações de N e S no resíduo inicial, i.e. imediatamente após a defecação pelos animais. O cálculo para determinação do desaparecimento dos constituintes foi obtido pela diferença entre as quantidades iniciais e finais destes nas placas, expressa como porcentagem do conteúdo inicial na placa de esterco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças entre os períodos de amostragem para o teor inicial de N ($F = 6,31$; $P < 0,001$) nas placas de esterco, com maiores teores (18,8 g kg⁻¹ de N) logo após a entrada dos animais na área e menores aos 84 dias do período de avaliação (9,7 g kg⁻¹ de N). Não foram observadas diferenças entre os SIPA para os teores médios iniciais de nutrientes (18,8 e 7,3 g kg⁻¹ de N e S, respectivamente), e o peso médio de cada defecação, de 170 g (em base de matéria seca). Os teores iniciais de N e S presentes na massa seca de esterco bovino foi bom fornecedor de nutrientes às plantas forrageiras durante todo o período de pastagem. Além desse aspecto nutricional, o esterco provavelmente favoreceu o aumento dos microrganismos do solo. Em condições de pastejo direto, a excreta passa a ser a principal via de retorno de nutrientes ao solo (Dubeux Junior et al., 2007).

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos na fração ativa e na *k*. Portanto, os valores médios para cada parâmetro do modelo não-linear foram apresentados na Figura 1. O S foi o nutriente mais rapidamente liberado da fração ativa, enquanto o oposto ocorreu com o N (Figura 1). Aos 23 dias após o início do pastejo, aproximadamente 50% do N proveniente das placas de esterco recém excretadas havia sido liberado para a pastagem.

A associação com árvores resultou em elevadas diferenças nas quantidades de N e S liberadas ao longo do ciclo de pastejo, decorrentes de variações na quantidade de animais presente e, conseqüentemente, no número de placas de esterco bovino sendo depositado sobre o solo. Por exemplo, ao longo do período de pastejo, a massa seca total de esterco depositada na superfície do solo foi de 362,4 e 198,8 kg ha⁻¹ no SIPA com ausência e presença de árvores, respectivamente. A partir dos resultados, e considerando 84 dias após a entrada dos animais, cerca de 60% do N e 28% do S contido nas placas de esterco, na fração prontamente decomponível, já estavam completamente liberados. Isso representa cerca de: 4,1 e 2,2 kg ha⁻¹ de N e 0,8 e 0,4 kg ha⁻¹ de S no SIPA ausência e presença de árvores, respectivamente, liberado pela ciclagem no resíduo inicial.

A presença de árvores afetou a massa de forragem (1474,6 e 534,0 kg ha⁻¹ no SIPA ausência e presença de árvores, respectivamente), provavelmente devido à alta restrição luminosa, doze anos após o plantio das árvores. No início do experimento (03/07/2018), verificou-se disponibilidade de 728,2 kg ha⁻¹ de forragem no SIPA ausência de árvores e 361,0 kg ha⁻¹ no SIPA presença de árvores. Observa-se que animais mantidos em SIPA arborizada, apresentaram uma menor carga animal (726,1 e 392,3 kg ha⁻¹ no SIPA ausência e presença de árvores, respectivamente). Conseqüentemente, o menor ganho médio diário aliado a menor carga resultou em menor ganho de peso vivo por hectare neste sistema. Tais resultados são decorrentes da menor produtividade da pastagem (e.g. menor massa de forragem) no sistema arborizado.

Além disso, foi possível manter, em média, as alturas de manejo preconizadas (~20 cm). No entanto, mesmo mantendo uma altura média semelhante entre os dois sistemas, diferenças importantes ocorreram em termos de massa de forragem, as quais não correspondem com as diferenças de altura. A restrição luminosa em sistemas arborizados resulta em alterações na estrutura da pastagem (e.g. densidade de perfilhos), alterando a relação entre massa de forragem e altura da pastagem. É provável

que as maiores diferenças observadas aqui sejam reflexo de uma maior restrição luminosa para a pastagem devido ao desenvolvimento das árvores doze anos após o plantio das mesmas. Com a carga animal significativamente reduzida no SIPA arborizado, o número de excretas diárias de esterco por animais também diminuiu, afetando também a ciclagem de nutriente via excreta animal.

Assim, apesar dos teores de nutrientes observados nas fezes bovinas não estarem diretamente correlacionados com os diferentes SIPA, as 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.

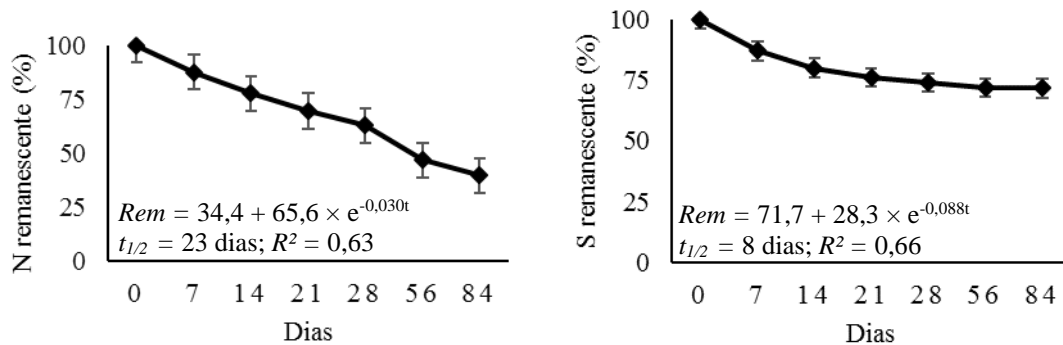


Figura 1: Média dos dois SIPA (presença ou ausência de árvores): nitrogênio (N) e enxofre (S) remanescente de esterco bovino em avaliações realizadas ao longo do tempo em caixas de exclusão de pastejo na superfície do solo.

CONCLUSÕES

Os SIPA não afetaram a dinâmica de liberação de nitrogênio e enxofre. Entretanto a quantidade de nitrogênio e enxofre totais liberados a partir das placas de esterco e potencialmente disponível para as culturas, atual e subsequente, variou conforme o SIPA, pois dependeu do número de animais durante o período de pastejo e da quantidade de placas de esterco. maiores liberações de nutrientes ocorreram no SIPA sem árvores.

REFERÊNCIAS

- Abreu MFD, Abreu Junior CH, Da Silva FC, Dos Santos GCG, Andrade JCD, Gomes TF, Coscione AR, Andrade CAD. Análise químicas de fertilizantes orgânicos (urbanos). In: SILVA FCD, editor. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2º ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica; 2009. p. 397-486.
- Braz, S. P.; Nascimento Junior, D. do.; Cantarutti, R. B.; Regazzi, A. J.; Martins, C. E.; Fonseca, D. M. da.; Barbosa, R. A. 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.
- Dubeux Junior, J. C. B.; Sollenberger, L. E.; Mathews, B. W.; Scholberg, J. M.; Santos, H. Q. Nutrient cycling in warm-climate grasslands. Crop Science, v.47, n.3, p.915-928, 2007.
- Franchini, J. C.; Balbinot Junior, A. A.; Sichieri, F. R.; Debiassi, H.; Cont, O. Yield of soybean, pasture and wood in integrated crop-livestock-forest system in Northwestern Paraná state, Brazil. Revista Ciência Agrônômica, v.45, n.5, p.1006-1013, 2014.
- Moraes, A. D.; Carvalho, P. C. de F.; Lustosa, S. B. C.; Lang, C. R.; Deiss, L. Research on integrated crop-livestock systems in Brazil. Revista Ciência Agrônômica, v.45, n.5, p.1024-1031, 2014.