



EMISSÃO DE METANO A PARTIR DE MANCHAS DE ESTERCO EM PASTAGENS NO SUBTRÓPICO BRASILEIRO ⁽¹⁾.

André Sordi⁽²⁾; Jeferson Dieckow⁽³⁾, Cimélio Bayer⁽⁴⁾, Márcio Amaral Albuquerque⁽⁵⁾, Michely Tomazi⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

⁽²⁾ Professor, Universidade do Oeste de Santa Catarina; São Miguel do Oeste/SC; andresordi@yahoo.com.br. ⁽³⁾ Professor Adjunto, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. ⁽⁴⁾ Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS; ⁽⁵⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. ⁽⁷⁾ Pesquisadora Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

RESUMO: As manchas de esterco de gado potenciais fontes de metano (CH₄) em pastagens, impactando diretamente nas emissões globais dos gases do efeito estufa (GEE). O objetivo do trabalho foi avaliar a emissão de CH₄ e o fator de emissão de CH₄ em manchas de esterco depositada diretamente em pastagem. O experimento foi conduzido em três estações (verão, inverno e primavera), compreendendo 90 dias cada estação. Os tratamentos foram constituídos por 03 diferentes pesos de esterco de gado bovino, correspondendo a ½, 1 e 1½ vezes o volume médio de peso de esterco. Os maiores picos foram observados no tratamento com esterco na dose 1½ nas três estações avaliadas. As emissões mais elevadas ocorreram logo após aplicação do esterco, independente da estação avaliada, com posterior declínio. Os resultados revelam que em manchas de esterco ocorre emissões de CH₄, principalmente logo após a deposição em pastagem.

Termos de indexação: Dejetos em pastagens; gases do efeito estufa.

INTRODUÇÃO

O metano (CH₄) é um importante gás do efeito estufa emitido pelo sistema de criação de bovinos. As principais fontes geradoras de este gás do efeito estufa (GEE) são os efluentes de silagem, lagoas anaeróbicas, esterco depositado diretamente em pastagens e a fermentação entérica.

No Brasil, a criação de gado bovino é realizada a pasto, e a concentração de resíduos fecais ocorrem principalmente na forma de placas depositadas diretamente a campo. Willians (1993) as placas fecais podem ser potenciais fontes emissoras de CH₄ ocorridas durante o processo anaeróbico. Nos dejetos, os fatores responsáveis pela potencialidade da emissão de CH₄ são os ambientais (temperatura, umidade do ambiente), aos sistemas de manejo e a característica do dejetos. Os sistemas de produção em confinamento, com a utilização de lagoas anaeróbicas para o armazenamento e tratamento de

dejetos têm impactos significativos na produção de CH₄. Em sistema de criação a pasto a produção de CH₄ é reduzida, no entanto, a variação de temperatura, umidade e o tempo de exposição podem alterar a produção de CH₄, maximizando a emissão (Lodman et al. 1993).

O objetivo do presente trabalho é avaliar as emissões CH₄ a partir esterco de bovinos em pastagens, visando gerar informações para subsidiar o inventário nacional de gases de efeito estufa.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental do Canguiri, localizada no município de Pinhais (PR), na região metropolitana de Curitiba - PR, (25°23'55" S; 49°07'29" W; 912 de altitude). O clima da região é subtropical úmido mesotérmico (Köppen). O solo é classificado como Cambissolo Háplico, possuindo na camada 0-20 cm 439 g kg⁻¹ de argila; pH_{CaCl2} 4,9; 4,3 % de MO; 50,9 % de saturação por bases; 5,5 cmolc dm³ de Ca⁺²; 0,11 cmolc dm³ de K⁺; 4,4 mg dm³ de Mg⁺²; 2,6 cmolc dm⁻³ de Mg; 7,8 cmolc dm⁻³ de H⁺ + Al⁺³ e densidade do solo 1,2 g cm³. O experimento foi instalado numa área de 25x15m. O procedimento experimental constituiu em avaliar a emissão de CH₄ a partir de esterco de bovino leiteiro da raça holandesa, aplicado diretamente sobre o solo. As avaliações de emissão foram realizadas em três períodos de 90 dias ao longo do ano de 2011, correspondendo às estações de verão (17 de janeiro a 17 de abril), inverno (03 de junho a 01 de setembro) e primavera (16 de setembro a 15 de dezembro). Os tratamentos foram constituídos por três doses de esterco e a testemunha (T0), aplicados em microparcels circulares 32cm de diâmetro. As doses de esterco foram equivalentes à metade (E 0.5), a uma vez (E 1.0) em a uma vez e meia (E 1.5) da massa média coletada em 20 esterçada. A massa média do esterco fresco esterçado foi de 3370 g no verão e a mesma massa foi usada nas estações de inverno e

primavera.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com três repetições. Cada uma das três estações de avaliação foi considerada como um experimento independente. Após cada estação, as microparcelas foram realocadas. As medições de gases sempre iniciou um dia após a aplicação (DAA) e prorrogado por 90 DAA.

Para capturar as emissões de metano foi utilizado o método da câmara estática (Mosier, 1989). A emissão cumulativa (g m^2), em cada estação de 90 dias foi calculada integrando os fluxos de hora em hora ao longo do tempo, com as correções de todas as unidades de superfície do tempo e da concentração.

Amostras de esterco foram secas a 60°C para a determinação de massa seca (MS), posteriormente, uma alíquota foi moída até passar em peneira 2 mm e 20 mg foi pesada para a determinações de C e N, por combustão seca, em analisador elementar Vario EL III (Elementar Analysensysteme GmbH, Alemanha).

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey considerando a probabilidade de erro de 10%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média diária foi de $20,3^\circ\text{C}$ no experimento de verão, diminuiu para $13,9^\circ\text{C}$ no inverno e subiu para $17,1^\circ\text{C}$ na primavera. A menor temperatura diária foi de $5,8^\circ\text{C}$ (27 de junho, 25 DAA o início do experimento de inverno) e a maior foi de $23,7^\circ\text{C}$ (05 de fevereiro, 20 DAA o início do experimento de verão). O verão foi a época mais chuvosa (687 mm durante os 90 dias de experimento), em comparação ao inverno (555 mm) e na primavera (365 mm).

Ocorreu variações dos teores de C no esterco as três estações avaliadas. Sendo os teores maiores na primavera 414 g kg^{-1} , seguido no inverno com 389 g kg^{-1} e verão com 375 g kg^{-1} de C na massa seca (MS). Os valores de nitrogênio total na MS forma diferentes entre as estações, com maior valor na primavera, seguido do verão e inverno (Tabela 1).

Os fluxos de emissão de C-CH_4 nos tratamentos de esterco foram similares nas três estações avaliadas, ocorrendo à maior emissão nas maiores doses de esterco e sempre logo após aplicação (Figura 1 a-b-c).

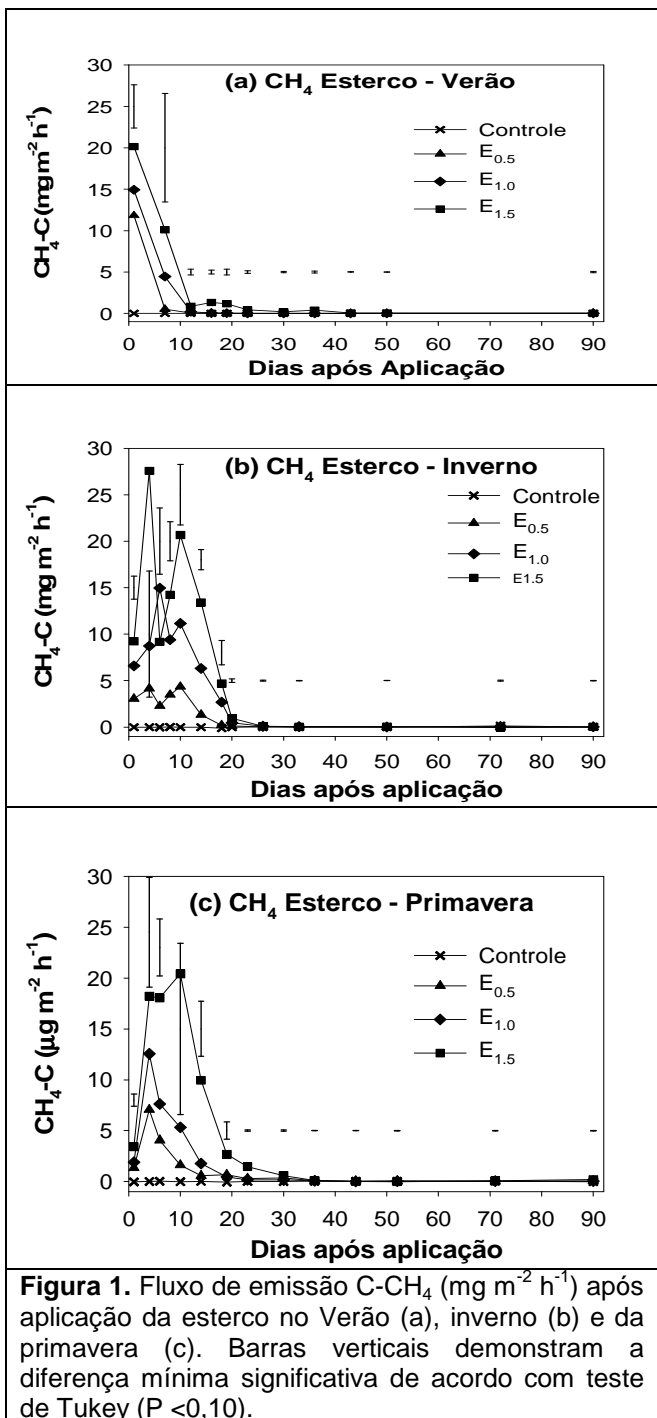


Figura 1. Fluxo de emissão C-CH_4 ($\text{mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) após aplicação da esterco no Verão (a), inverno (b) e da primavera (c). Barras verticais demonstram a diferença mínima significativa de acordo com teste de Tukey ($P < 0,10$).

No verão, a maior emissão ocorreu aos 1 DAA, com rápido declínio e se estabilizando aos 12 DAA. No inverno ocorreu fluxo máximo em $E_{1.5}$ aos 4 DAA, com posterior declínio e retorno de suas emissões ao 10 DAA. No inverno o fluxo de emissão permaneceu elevado até os 20 DAA, isso proporcionou 8 dias a mais de emissão de fluxos em relação ao verão.

Yamulki & jarvis (2002) observaram picos iniciais



com declínio até os 10 dias após aplicação. Para os mesmo autores, este comportamento não é perceptível em todos os casos, sendo dependente de características intrínsecas do esterco, como o grau de umidade, composição da fração, volume de esterco, concentração de sólidos voláteis e características inerente ao ambiente como temperatura, umidade, pH e porosidade do solo.

A emissão de CH₄ em esterco sugere algumas hipóteses sobre os mecanismos de emissão após sua deposição na pastagem. Inicialmente as emissões podem estar envolvidas ao arraste físico do CH₄ formado no rúmen, este CH₄ fica preso em pequenas cavidades na massa fecal e são liberadas após sua ruptura no solo. Associados a isso, a massa fecal fresca já inoculada por fungos, bactérias e protozoários potencializa a emissão, no entanto, este potencial é dependente do número de microrganismos que inoculam o esterco e da massa fecal fresca (Willians, 1993).

Na estação de primavera, o comportamento foi semelhante ao inverno. O maior fluxo foi observado em E1.5 com 20,41 mg C-CH₄ m⁻² h⁻¹ aos 10 DAA, e nos tratamentos E1.0 e E0. Em ambas as estações após a queda do pico de emissão não mais se observou aumento dos fluxos, independente das condições ambientais (temperatura ou umidade).

Extrínsecamente as características climáticas que incidem sobre o esterco, são os principais fatores reguladores do fluxo de emissão. Neste contexto, em condições de elevada temperatura e clima seco, contribuiu para a secagem mais rápida e emissão menos acentuada, o que ocorre principalmente no verão. Na primavera e inverno a manutenção da umidade da massa do esterco tende a permanecer por um período maior, na qual nos possibilita a manutenção de um maior fluxo de emissão nestas estações devido a manutenção de um ambiente anaeróbico por mais tempo, aumentando o fluxo de emissão de CH₄.

A umidade da placa fecal também possui grande contribuição sobre as emissões de CH₄, o esterco fresco ao ser depositado contém elevado teor de umidade (> 80%), no entanto, pode reduzir para menos de 30% em menos de 40 horas. O baixo conteúdo de água cria um ambiente desfavorável à atividade de microrganismos metanogênicos. A partir desta condição a oxigenação do material começa a inibir a formação de CH₄, devido às bactérias metanogênicas serem extremamente sensíveis ao oxigênio (Topp & Pattey, 1997).

Outro fator importante na manutenção de um ambiente anaeróbico é a formação da crosta no esterco, que permite a mudança de CH₄ entre o

meio interno e a atmosfera fazendo com que ocorra a manutenção de um estado anaeróbico na placa. A chuva também é um agente ativo que contribui para a manutenção do estado anaeróbico e permite a percolação de parte do substrato metanogênicos para o solo (Jarvis et al., (1995).

As emissões totais de CH₄ foram maiores nas maiores doses de deposição de esterco sendo maior no inverno, seguido da primavera e menor no verão (Tabela 2).

Todos os fatores de emissões foram maiores com o aumento da dose de esterco aplicada proporcionou aumento fator de emissão (Tabela 2). Os picos ocorreram dos 1 aos 12 dias após aplicação se encerrando no máximo aos 22 dias após aplicação, dependendo da estação de avaliação.

Conclusão

O aumento da dose de esterco aumentou a emissão de CH₄, tais características devem-se principalmente a fatores intrínsecos ao esterco, a alimentação e ao clima favorável ao processo de metanogênese.

REFERÊNCIAS

- JARVIS, S. C.; LOVELL, E. D.; PANAYIDES, R. Patterns of Methane Emission From Excreta of Grazing Animals. *Soil Biol. Biochem.* 27. 12. Pg 1581-1588, 1995.
- LODMAN, D.W.; BRANINE, M. E.; CARMEAN, B.R.; ZIMMERMAN, P.; WARD, G. M.; JOHNSON, D. E. Estimates of methane emissions from manure of U.S. cattle. *Chemosphere*. Printed in Great Britain. Vol.26, N. 1-4, p 189-199, 1993.
- TOPP, E.; PATTEY, E. Soils as sources and sinks for atmospheric methane. *Can. J. Soil Sci.* 77: 167-17. 1997.
- WILLIAMS, D. J.: Methane emissions from manure of free-range dairy cows. *Chemosphere*. 26: 179-187. 1993.
- YAMULKI, S.; JARVIS, S. C. Short-term effects of tillage and compaction on nitrous oxide, nitric oxide, nitrogen dioxide, methane and carbon dioxide fluxes from grassland. *Biol Fertil Soils*. 36: 224-23. 2002.

Tabela 1. Matéria Seca (MS), concentração C e N e relação C:N no esterco de bovino aplicado em meia esterçada (E0.5), as doses de esterco foram equivalentes à metade (E 0.5), a uma vez (E 1.0) em a uma vez e meia (E 1.5) da massa média defecada (3.37 kg obtida no verão e replicada no inverno e primavera).

Média	MS (g kg ⁻¹)	C (g kg ⁻¹ MS)	N (g kg ⁻¹ MS)	C:N	C aplicado (g m ⁻²)			N aplicado (g m ⁻²) ^(a)		
					E _{0,5}	E _{1,0}	E _{1,5}	E _{0,5}	E _{1,0}	E _{1,5}
Verão	127±11	375±4	20.4±0.1	18±3	967±9	1934±18	2901±27	53±1	105±1	158±2
Inverno	142±21	386±1	18.0±0.5	21±6	1113±5	2225±11	3338±17	52±2	104±3	156±5
Primavera	118±1	414±4	26.2±2.4	16±2	992±6	1984±11	2975±17	63±1	126±2	188±3
Média±D.P	129±12	392±20	22.0±4.2	18±3	1024±7	2048±23	3071±38	56±6	111±12	167±18

Tabela 2. Emissão total de CH₄ e fator de emissão (FE) para esterco, com metade (E0.5), uma vez (E1.0) e uma vez e meia (E1.5), do peso médio por esterçada, aplicado em verão, inverno e primavera (90 dias cada).

	Controle	E _{0,5}	E _{1,0}	E _{1,5}	Médias
Emissão acumulada de CH ₄ em 90 dias (g CH ₄ -C m ⁻²)					
Verão	0.01±0.001	0.97±0.20	1.76±0.12	3.40±1.39	1.54 B
Inverno	0.04±0.03	1.11±0.08	3.66±0.22	6.40±1.04	2.80 A
Primavera	0.02±0.01	1.34±0.06	2.53±0.35	6.87±2.20	2.69 A
Médias	0.02 d	1.14 c	2.65 b	5.56 a	2.34±0,70
Emissão acumulada líquida de CH ₄ em 90 dias (g CH ₄ -C m ⁻²)					
Verão		0.96	1.75	3.39	2.03
Inverno		1.07	3.62	6.36	3.68
Primavera		1.32	2.51	6.85	3.56
Médias		1.12±0.18	2.63±0.94	5.53±1.87	3.09±0.92
Fator de emissão de CH ₄ -C (%)					
Verão		0.099±0,03	0.091±0,01	0.117±0,05	0.102 B
Inverno		0.096±0,01	0.163±0,01	0.191±0,03	0.150 A
Primavera		0.133±0,05	0.127±0,02	0.230±0,07	0.163 A
Médias		0.110 b	0.127 b	0.179 a	0.138±0,03