



FLUXO DE GASES DO EFEITO ESTUFA EM CULTIVO DE ERVA-MATE COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA

José Carlos Romanchuk | jose.cr12@aluno.ifsc.edu.br

Murilo Girolimetto Kohler | murilo.gk2004@aluno.ifsc.edu.br

Vilmara Aparecida Santos da Costa | vilmara.s04@aluno.ifsc.edu.br

Viviane Bobrovicz | viviane.b2005@aluno.ifsc.edu.br

Rodrigo Zientara | rodrigo.z20021@aluno.ifsc.edu.br

Josileia Acordi Zanatta | josileia.zanatta@embrapa.br

Eliziane Luiza Benedetti | eliziane.benedetti@ifsc.edu.br

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar o fluxo de gases de efeito estufa em cultivo de erva-mate sob doses de adubação orgânica. Realizou-se o plantio de erva-mate em 2016, instalando o experimento com doses de adubação orgânica. T1: sem adubação, T2: dose recomendada T3: dose 75 % acima da recomendada, com 4 repetições em blocos casualizados. A coleta dos gases foi realizada a cada quinze dias, entre dezembro de 2024 e junho de 2025. As amostras foram coletadas com câmara estática e seringas de três vias, e posteriormente o ar coletado, em quatro tempo espaçados de 15 minutos, foi transferido para recipientes evacuados. No laboratório foi executada a análise da concentração de N_2O , CO_2 e CH_4 por cromatografia gasosa, em seguida estimados os fluxos de emissão/remoção. Houve diferença estatística para a quantidade de óxido nitroso e metano emitido para atmosfera nesse período entre os tratamentos, enquanto para o dióxido de carbono não se observou diferença significativa. O maior emissor de metano foi o tratamento testemunha. O tratamento com a maior dose de cama de frango emitiu mais óxido nitroso que os demais. Conclui-se que a adubação interfere no perfil de emissão de GEE, reduzindo emissões de metano e elevando emissões de óxido nitroso.

Palavras-chave: créditos de carbono; mudança climática; CO_2 ; N_2O .

1. INTRODUÇÃO

A intensificação do efeito estufa é consequência principalmente do aumento na liberação de CO_2 , resultante do uso de recursos naturais estocados, os quais são liberados na atmosfera de forma irreversível por meio da queima, da adubação mineral e do uso intensivo do solo (DE SOUZA, 2012). Esses processos aceleram também a mineralização da matéria orgânica, liberando grandes quantidades de GEE para a atmosfera. A agropecuária não apenas será afetada pelas mudanças climáticas, como também desempenha papel crucial na redução dos gases de efeito estufa (MADARI, 2018). A mitigação das emissões na agricultura e sistemas florestais pode transformar os sistemas produtivos em ambientes neutros ou até sumidouros de carbono (MADARI, 2018).

O uso de cultivos perenes e práticas de manejo que promovam o incremento de matéria orgânica no solo tornam-se essenciais. A adubação orgânica visando à nutrição do solo pode atuar no sequestro de GEE, retardando a emissão ou atuando como sumidouro, além de proporcionar maior diversidade biológica e estruturação do solo, além de atuar retendo elementos que retornariam à atmosfera se fossem reciclados (SOUZA, 2010).

O objetivo deste trabalho foi determinar a emissão de gases de efeito estufa em sistema de adubação orgânica no cultivo de erva-mate.



2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Canoinhas-SC, Planalto Norte Catarinense 26°11'0.37"S 50°22'9.66", com classificação climática segundo Köppen de Cfb-temperado (mesotérmico úmido e verão ameno), com temperatura média anual de 17-18 °C, precipitação média anual de 1600-1700 mm (ROCHA et al., 2016). Em 2016 foi realizado o plantio de erva-mate na densidade de 1.886 pl/ha. A partir disso instalou-se o experimento com adubação orgânica. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, consistindo de 4 blocos e 3 tratamentos, sendo T1: sem adubação, T2: dose recomendada e T3: dose 75 % acima da recomendada, para suprir fósforo e nitrogênio. As doses de adubação foram determinadas a partir da análise de solo, necessidade da cultura (SANTIN et al., 2015) e do teor de nutrientes contidos na cama de aviário (SBCS, 2016). No último ciclo de adubação, período de 1,5 anos que antecedeu as coletas, a dose recomendada foi de 235 kg/ha de N e 54 kg/ha de P₂O₅, resultando na aplicação de cama de frango equivalente a 2,6 t/ha para o T2 e 4,5 t/ha no T3.

A dose total foi parcelada em 3 aplicações na entre safras (1,5 anos), com aplicação nos meses de fevereiro e setembro. Em dezembro de 2024 iniciou-se a coleta de amostras de ar com câmara estática contendo sistemas de recobrimento e vedação, em seringas com válvula de três vias, conforme procedimentos descritos por Zanatta *et al.* (2014).

Tal coleta consistiu na instalação de bases fixas em cada unidade experimental, realizando-se as coletas em 4 intervalos distintos espaçados em 15 minutos, sendo eles: 0 (inicial), 15, 30 e 45 min. A cada tempo foram coletados dados de temperatura dentro da câmara e em um dos tempos a temperatura do solo foi aferida. Em cada lapso temporal, efetuou-se a amostragem de ar através das válvulas acopladas à seringa e a saída da tubulação extensora, para coletar gases da posição central da câmara. Após o término da coleta a amostra foi transferida manualmente para frasco evacuado por meio de agulha fixada na seringa, seguido pela análise de N₂O, CH₄ e CO₂ por cromatografia gasosa (ZANATA et al., 2014). As avaliações perduraram por 180 dias.

Após 12 coletas, a cada 15 dias, procederam-se a ajustes lineares dos resultados e correção para as condições do ambiente de coleta, para obter o fluxo diário. Posteriormente, somadas as emissões de gases obtidas para N₂O, CH₄ e CO₂, esses foram submetidos à análise de homogeneidade e normalidade. Se aceitos os pressupostos, análise de variância seguido de teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o *software* estatístico R studio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os tratamentos não apresentaram diferença para a emissão de CO₂ no período de 180 dias. A emissão média entre os tratamentos foi de 5200 kg C-CO₂/ha.

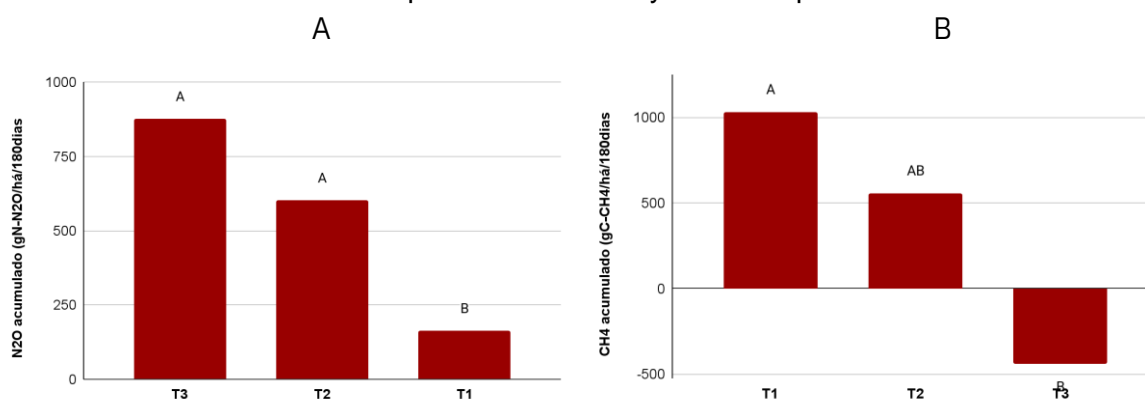
Houve comportamento inverso entre os tratamentos em relação a emissão de N₂O (Figura 1A) e CH₄ (Figura 1B). O tratamento T2 se manteve intermediário nos dois resultados, proporcionando emissão de 602,5 g N-N₂O/ha, igual estatisticamente a T3 (875,6 g N-N₂O/ha). A menor emissão observada foi no plantio sem adubação, com 162,98 g N-N₂O/ha. O comportamento por T1 ocorreu em todos os meses avaliados e acredita-se que decorre da menor disponibilidade de N no sistema, em relação aos tratamentos que recebem adubação orgânica.

No tratamento T3, apesar da maior emissão de N₂O, é também o único tratamento em que ocorre influxo de CH₄, (-443 g C-CH₄/ha), ao contrário de T1, que libera (1031,025 g C-



CH₄/ha). A melhor resposta de T3 pode ser observada na Figura 1B, em que seus valores absolutos quinzenais, em sua maioria se encontram abaixo do valor de intersecção dos eixos, ou seja, sempre absorvendo este gás da atmosfera. A aplicação da cama de aves pode contribuir para a emissão de CH₄ por dois motivos complementares: adição de C que aumenta a atividade biológica como um todo, e também a entrada de N que estimula a competição entre os processos de oxidação do CH₄ e a nitrificação do NH₄⁺. Outra questão importante a ser mencionada, é que a aplicação não aumentou a emissão de dióxido de carbono de forma geral, o que indica que a adubação correta de erva mate pode ser uma fonte de nutrientes sem aumento da emissão desse gás.

Figura 1: (A) Emissão total de N₂O, (B) Emissão diária de N₂O, (C) Emissão total de CH₄ e (D) Emissão mensal de CH₄. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.



Fonte: Os autores (2025).

Os resultados são compatíveis com outros trabalhos da literatura, como os de Friedrichs *et al.* (2019), analisando o efeito fatorial da aplicação de dejetos suíno em solos com ou sem palha, superficial ou injetado no perfil. Os autores encontraram igualdade estatística para as emissões de CO₂ a partir do vigésimo nono dia de incubação entre seus diversos tratamentos. Pode-se atribuir a este fato a pronta utilização de compostos carbônicos facilmente metabolizáveis do próprio composto orgânico, que estimulam o desenvolvimento microbiano, até restarem os compostos menos disponíveis, que reduzem o amplo desenvolvimento das colônias edáficas (FRIEDRICHS *et al.*, 2019).

Em estudo realizado por Oliveira (2021) ao verificar emissão de fluxos gasosos em capim Piatã, encontrou aumento das emissões de óxido nítrico com adubações nitrogenadas em relação ao tratamento controle. Já para o metano, o tratamento testemunha foi o que mais emitiu, enquanto aplicações de composto orgânico, estimularam o influxo. Isto demonstra que os resultados obtidos são condizentes com outros dos trabalhos nessa mesma temática.

O estudo está em fase inicial, espera-se a obtenção de dados que permitam maior compreensão deste fenômeno na produção de erva-mate adubada organicamente, a fim de orientar práticas e compreender o comportamento dos GEEs nesta cultura.



4. CONCLUSÃO

A adubação orgânica não influencia as emissões de CO₂, aumenta a emissão de óxido nitroso, mas em compensação causa a absorção de metano. A dose de 75% a mais de adubação orgânica, além da dose recomendada, causa maiores emissões de óxido nitroso, enquanto é que mais absorve metano. Já a dose recomendada, se portou de forma intermediária nas emissões de óxido nitroso e na absorção de metano.

REFERÊNCIAS

DE SOUZA, Jacimar Luis de; PREZOTTI, Luiz Carlos; GUARÇONI, André. Potencial de sequestro de carbono em solos agrícolas sob manejo orgânico para redução da emissão de gases de efeito estufa. **Idesia**, vol. 30, n. 1, p. 7–15, 2012.

FRIEDRICH, Augusto; BORGES JÚNIOR, Walter Santos; ROTERS, Diego Fernando; MAFRA, Álvaro Luiz. Emissão de CO₂ do solo pela aplicação de fertilizantes orgânicos e minerais em ambiente controlado. **Agropecuária catarinense**, vol. 32, n. 2, p. 86 - 91, 2019.

OLIVEIRA, Alexandra da Silva. **Aspectos morfogênicos, produtivos e emissões de gases do efeito estufa em pastagem de capim piatã com adubação orgânica e mineral**. 2021. Dissertação: bacharelado – Curso de Zootecnia, UFGD, Dourados. 2021.

ROCHA Isa Oliveira et al. 2016. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Estatística e Cartografia, **Atlas geográfico de Santa Catarina: diversidade da natureza**. Santa Catarina. 2.ed. Florianópolis. ISBN: 978-85-8302-078-3.

SANTIN, Delmar et al. **Nutrição e recomendação de adubação e calcário para a cultura da erva-mate**. In: WENDLING, I., SANTIN, D. Propagação e nutrição de erva-mate – Brasília, DF : Embrapa, 2015. 195 p. ISBN 978-85-7035-365-8.

SBCS. 2016. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina** - Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 376 p. ISBN: 978-85-66301-80-9.

SOUZA, Jocimar. Luis. de. 2010. Reciclagem e sequestro de carbono na agricultura orgânica. In: FERTIBIO 2010. **Anais**. Guarapari, ES: Incaper, 12 p.

MADARI, Beata. Emoko. et al. O papel da agricultura na mitigação das emissões de gases de efeito estufa. 59-68. In: CUADRA, S. V. et al. **Ação contra a mudança global do clima: contribuições da Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

ZANATTA, Josileia. Acordi., et al. **Protocolo para medição de fluxos de gases de efeito estufa do solo**, Colombo: Embrapa Florestas, 2014. ISSN 1980-3958.