

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 04/12/2017.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FERTILIZANTES E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO: EMISSÕES
DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO CULTIVO DO MILHO**

Max Ternero Cangani

Zootecnista

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FERTILIZANTES E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO: EMISSÕES
DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO CULTIVO DO MILHO**

Max Ternero Cangani

Orientador: Prof. Dr. Jorge de Lucas Junior

Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia

2016

C222f Cangani, Max Ternero
Fertilizantes e sistemas de irrigação: emissões de gases de efeito estufa no cultivo do milho. / Max Ternero Cangani. -- Jaboticabal, 2016 xi, 78 p. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016

Orientador: Jorge de Lucas Júnior

Banca examinadora: Rogério Teixeira de Faria, Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa, Ana Cláudia Ruggieri, Laura Vanessa Cabral da Costa

Bibliografia

1. Inibidor da nitrificação. 2. Óxido nitroso. 3. Metano. 4. Dióxido de carbono. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 504.7:631.862

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal




CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: FERTILIZANTES E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO: EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO CULTIVO DO MILHO


AUTOR: MAX TERNERO CANGANI

ORIENTADOR: JORGE DE LUCAS JUNIOR

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JORGE DE LUCAS JUNIOR
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Profa. Dra. MONICA SAROLLI SILVA DE MENDONÇA COSTA
Departamento de Agronomia / UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ


Profa. Dra. ANA CLÁUDIA RUGGIERI
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. LAURA VANESSA CABRAL DA COSTA
Departamento de Engenharia / UNIARA - Araraquara/SP

Jaboticabal, 04 de fevereiro de 2016.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MAX TERNERO CANGANI – Filho de Maximiano Antonio Cangani e Malvina Ternero Dias Cangani, nascido na cidade de Votuporanga, no Estado de São Paulo, em 29 de novembro de 1986. Em 2008, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Câmpus de Ilha Solteira. De março de 2009 a agosto de 2011, realizou o curso de Pós-Graduação em Microbiologia Agropecuária, em nível de Mestrado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal. De março de 2012 a fevereiro de 2016, realizou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal. Realizou estágio de doutorado na Universidad Politécnica de Madrid no período de março de 2014 a fevereiro de 2015.

Aos meus pais,

Maximiano e Malvina

pelos ensinamentos, dedicação e oportunidades que me proporcionaram ao longo da vida e que possibilitaram minha formação.

Ao meu irmão,

Michel

por ser meu grande amigo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS pela vida, por sempre ter me abençoado, me guiado e me guardado em todos os lugares que passei e tive oportunidade de conhecer e por ter me dado sabedoria para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Jorge por ter confiado em mim, pelos valiosos ensinamentos que proporcionaram meu crescimento profissional e pessoal. Pela paciência, tempo dedicados a mim durante esse período. Agradeço a oportunidade de poder concluir este projeto com a qualidade de suas orientações. Agradeço pelo apoio e permissão de fazer o estágio de doutorado na Espanha, que sem dúvida foi a maior e melhor experiência da minha vida.

Ao Prof. Antonio Vallejo, por ter me acolhido e me orientado em Madri, pela paciência e todo conhecimento passado para mim.

Ao CNPq, pela bolsa de doutorado, à CAPES pela bolsa de PDSE e o Programa de Zootecnia.

À FCAV-UNESP e aos professores do curso de pós-graduação, pelo aperfeiçoamento profissional.

À ETSI Agrónomo – UPM, por ter me proporcionado toda infraestrutura necessária para desenvolver o experimento desta tese.

Aos meus amigos Juliana, Paula e Aline por toda força, ajuda, companheirismo, amizade, compreensão.

Aos amigos Rosana, Alex e Laura pela amizade e convivência.

Aos grandes amigos da Universidad Politécnica de Madrid, Guillermo, Gemma, Alberto, Sonia, Mark, Laura, Laura Tercero, Jaime, Mayte, Angela, Paloma, Ana, Pilar, Pilar Ortiz, Maricarmen e Emi, pela paciência e carinho que tiveram comigo do início ao fim do meu estágio de doutorado, pela amizade, risadas e companheirismo.

Aos meus amigos de república da Calle Guzman el Bueno, 127, Giuseppe, Carmen, Marta e Maria, por toda cumplicidade, amizades, risadas, festas, jantares e excelentes momentos que passamos juntos durante um ano.

Aos meus amigos de Ribeirão Preto, Fabiano, Maria, Daniel, Ritinha, Thamisa, Livia e Priscila pelo incentivo e verdadeira amizade.

À todos que ajudaram e torceram para que este trabalho fosse concluído com êxito.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Gases de efeito estufa e mudança climática.....	3
2.2. Agricultura e o meio ambiente.....	4
2.3. Processos responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa	7
2.3.1. Nitrificação.....	7
2.3.2. Desnitrificação.....	8
2.3.3. Desnitrificação por nitrificadores.....	9
2.4. Principais fatores que influenciam as emissões de gases de efeito estufa do solo.....	9
2.4.1. Tipo de solo.....	9
2.4.2. Unidade do solo.....	11
2.4.3. Fertilização orgânica.....	11
2.4.4. Sistema de irrigação.....	12
2.5. Importância do nitrogênio para a cultura do milho.....	14
2.6. Fontes de nitrogênio.....	15
2.7. Inibidor da nitrificação como estratégia agrícola para mitigar emissões de gases de efeito estufa do solo.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Caracterização da área experimental e tratamentos avaliados.....	20
3.2. Fertilizantes orgânicos.....	22
3.3. Instalação da cultura do milho, taxa de aplicação de fertilizantes e instalação do sistema de irrigação.....	23
3.4. Amostragem e análise de GEE.....	26
3.5. Emissões acumuladas de GEE.....	28
3.6. Análises do solo e da cultura do milho.....	28
3.7. Análise estatística.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Emissões de óxido nitroso.....	29

4.2. Emissões de metano.....	42
4.3. Emissões de dióxido de carbono.....	49
4.4. Produtividade de grãos de milho.....	55
5. CONCLUSÕES.....	58
6. REFERÊNCIAS.....	59

FERTILIZANTES E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO: EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO CULTIVO DO MILHO

RESUMO: Algumas práticas de gestão tais como a substituição de fertilizantes sintéticos por orgânicos, uso de inibidores da nitrificação e técnicas de irrigação mais eficientes são sugestões como alternativas eficazes para mitigar as emissões de gases de efeito estufa. O estudo foi realizado na estação experimental "El Encin", Madrid, Espanha. Neste experimento, o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes fertilizantes: urina de suínos (U); urina de suínos + inibidor da nitrificação 3,4-dimethylpyrazolephosphate- DMPP (U+I); composto da fase sólida de dejetos de suínos e aves (COM)) e ureia (M); em dois sistemas de diferentes de irrigação (aspersão e gotejamento) nas emissões de gases de efeito estufa (N_2O , metano, CH_4 e dióxido de carbono, CO_2) em solo cultivado milho (*Zea mays* L.) e o efeito destes tratamentos sobre a produção agrícola. Os fluxos de N_2O para a atmosfera, apesar de não apresentarem diferença significativa reduziram com a aplicação de urina + inibidor de nitrificação (DMPP) relação aos demais tratamentos (com fonte de N) sem a adição do inibidor da nitrificação. A irrigação por gotejamento contribuiu para diminuir as emissões acumuladas de N_2O . A ureia proporcionou maior produção de biomassa do que todos os tratamentos orgânicos, embora o rendimento de grãos não foi significativamente diferente entre M e U+I. A irrigação por gotejamento não afetou a produção de grãos. O uso de fontes orgânicas de N e a irrigada por gotejamento é uma estratégia ambientalmente aconselhável, mas um equilíbrio ótimo entre a mitigação de perdas de GEE e adaptação de uma cultura do milho irrigado requer o uso de inibidores da nitrificação em fontes orgânicas líquidas. Os resultados deste estudo, apontaram que a adição do inibidor da nitrificação-DMPP à urina de suínos, sob irrigação por gotejamento, foi a melhor estratégia para diminuir as emissões N_2O , aumentar a oxidação de CH_4 e levando à produção de grãos semelhante aos resultados encontrados nas parcelas fertilizadas com ureia.

Palavras-chave: inibidor da nitrificação, óxido nitroso, metano e dióxido de carbono

FERTILIZERS AND IRRIGATION SYSTEMS: GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN THE CULTIVE OF CORN

Abstract: Some management practices such as the replacement of synthetic fertilizers by organic, use of nitrification inhibitors and more efficient irrigation techniques are suggested as effective alternatives to mitigate emissions of greenhouse gases. The study was carried out at “El Encín” field station in Madrid (latitude 40° 32’N, longitude 3° 17’W). In this experiment, we aimed to assess the effect of different organic amendments (pig urine (U); pig urine with the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazolephosphate (U+I); compost from the solid phase of pig slurry (COM)) and urea (U); and two different irrigation systems (the widespread sprinkler and the alternative drip irrigation systems) on greenhouse gas (N₂O, methane, CH₄, and carbon dioxide, CO₂) emissions in a maize (*Zea mays* L.) crop. The effect of these treatments on crop yields was also evaluated. The N₂O fluxes to the atmosphere, although not present significant difference reduced with the application of urine + nitrification inhibitor (DMPP) compared to other treatments (with N source) without the addition of nitrification inhibitor. Drip irrigation helped reduce the cumulative emissions of N₂O. The urea provided higher biomass production than all organic treatments, although the grain yield was not significantly different between M and U + I. Drip irrigation did not affect grain production. The use of organic sources of N and drip irrigated is an environmentally wise strategy, but a great balance between mitigating losses GHG and adaptation of an irrigated corn requires the use of nitrification inhibitors in liquid organic sources. The results of this study indicated that the addition of nitrification inhibitor-DMPP urine of pigs, under drip irrigation was the best strategy to reduce N₂O emissions, increase the oxidation of CH₄ and leading to the production of similar grains to the results found in fertilized plots with urea.

Keywords: nitrification inhibitor, nitrous oxide, methane and carbon dioxide

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Estação experimental "El Encin", com a cultura do milho instalada.....	20
Figura 2.	Pluviometria e temperatura média do solo durante o período de cultivo de milho.....	21
Figura 3.	Instalações do Alojamento de Experimental de Suínos: (A) Interior de uma das salas gerais do Alojamento Experimental de Suínos do Campo de Práticas da Escola Técnica Superior de Engenheiros Agrônomos-UPM, (B) Separação <i>in situ</i> das fezes e urina com cinta plana. Fonte: (RUBIO et al, 2011).....	23
Figura 4.	Câmara estática fechada utilizada para fazer as amostragens de GEE na Estação experimental "El Encín".....	26
Figura 5.	Cromatógrafo de gás HP-6890 equipado com um auto-analisador headspace (HT3).....	27
Figura 6.	Fluxos diários de emissões de N ₂ O dos diferentes fertilizantes aplicados ao solo sob sistema de irrigação por aspersão. A seta na figura indica o dia que foi realizada a fertilização de cobertura. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação - DMPP, DAS- dias após a semeadura.....	31
Figura 7.	Fluxos diários de emissões de N ₂ O dos diferentes fertilizantes aplicados ao solo sob sistema de irrigação por gotejamento. A seta na figura indica o dia que foi realizada a fertilização de cobertura. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação - DMPP, DAS- dias após a semeadura.....	32
Figura 8.	Umidade gravimétrica dos solos que receberam diferentes fertilizantes sob sistema de irrigação por aspersão e gotejamento. A seta na figura indica o dia que foi realizada a fertilização de cobertura. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação - DMPP, DAS- dias após a semeadura.....	35
Figura 9.	Porosidade preenchida por água de solo sob dois sistema de irrigação (aspersão e gotejamento).....	36
Figura 10.	Concentração de NH ₄ ⁺ na camada de 0 -10 cm do solo sob sistema de irrigação por aspersão e gotejamento. A seta na figura indica o dia que foi realizada a fertilização de cobertura. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação - DMPP, DAS- dias após a semeadura.....	39

- Figura 11.** Concentração de NO_3^- na camada de 0 -10 cm do solo sob sistema de irrigação por aspersão e gotejamento. A seta na figura indica o dia que foi realizada a fertilização de cobertura. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação - DMPP, DAS- dias após a semeadura..... 40
- Figura 12.** Emissões acumuladas de N_2O durante os meses de maio de 2014 a maio de 2015. Médias com letras minúsculas diferentes, diferem si em relação aos fertilizantes dentro de cada sistema de irrigação e médias com letras maiúsculas diferentes, diferem entre si em relação ao sistema de irrigação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação – DMPP..... 41
- Figura 13.** Fluxos diários de emissões/consumo de CH_4 dos fertilizantes aplicados ao solo sob sistema de irrigação por aspersão. A seta na figura indica o dia que foi realizada a fertilização de cobertura. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação - DMPP, DAS- dias após a semeadura..... 44
- Figura 14.** Fluxos diários de emissões/consumo de CH_4 dos fertilizantes aplicados ao solo sob sistema de irrigação por gotejamento. A seta na figura indica o dia que foi realizada a fertilização de cobertura. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação - DMPP, DAS- dias após a semeadura..... 45
- Figura 15.** Emissões acumuladas de CH_4 durante os meses de maio de 2014 a maio de 2015. Médias com letras minúsculas diferentes, diferem si em relação aos fertilizantes dentro de cada sistema de irrigação e médias com letras maiúsculas diferentes, diferem entre si em relação ao sistema de irrigação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação - DMPP..... 48
- Figura 16.** Fluxos diários de emissões de CO_2 dos fertilizantes aplicados ao solo sob sistema de irrigação por aspersão. A seta na figura indica o dia que foi realizada a fertilização de cobertura. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação - DMPP, DAS- dias após a semeadura..... 50

- Figura 17.** Fluxos diários de emissões de CO₂ dos fertilizantes aplicados ao solo sob sistema de irrigação por gotejamento. A seta na figura indica o dia que foi realizada a fertilização de cobertura. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação - DMPP, DAS- dias após a semeadura..... 51
- Figura 18.** Emissões acumuladas de CO₂ durante os meses de maio de 2014 a maio de 2015. Médias com letras minúsculas diferentes, diferem si em relação aos fertilizantes dentro de cada sistema de irrigação e médias com letras maiúsculas diferentes, diferem entre si em relação ao sistema de irrigação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C- controle sem fertilizante nitrogenado, M- ureia, COM- composto, U- urina de suíno, U+I- urina de suíno + inibidor da nitrificação - DMPP 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Taxa de fertilizantes nitrogenados, orgânicos e sintético, aplicados em cada evento de fertilização para os tratamentos avaliados (C, M, COM, U e U+I).....	24
Tabela 2.	Composição química dos fertilizantes orgânicos (urina e composto).....	25
Tabela 3.	Médias dos fluxos diários de N ₂ O (mg N-N ₂ O m ⁻² d ⁻¹) dos diferentes tratamentos de fertilizantes e irrigação no período entre maio de 2014 a maio de 2015.....	30
Tabela 4.	Médias dos fluxos diários de CH ₄ (mg C-CH ₄ m ⁻² d ⁻¹) dos diferentes tratamentos de fertilizantes e irrigação no período entre maio de 2014 a maio de 2015.....	43
Tabela 5.	Médias dos fluxos diários de CO ₂ (mg C-CO ₂ m ⁻² d ⁻¹) dos diferentes tratamentos de fertilizantes e irrigação no período entre maio de 2014 a maio de 2015.....	49
Tabela 6.	Valores médios da produção de grãos de milho (kg ha ⁻¹) dos diferentes tratamentos de fertilizantes e irrigação.....	56

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a atividade antrópica tem provocado uma série de alterações na paisagem terrestre e, mais recentemente, na atmosfera. O aumento da emissão de gases de efeito estufa (GEE) e o consequente aquecimento global do planeta vêm acarretando a busca por estratégias que visam à redução das fontes desses gases (CARVALHO et al., 2010).

Em condições naturais, os fluxos de dióxido de carbono (CO_2) entre a atmosfera e os ecossistemas são fundamentalmente controlados pela absorção por meio da fotossíntese das plantas e emissões via respiração, decomposição e combustão da matéria orgânica do solo.

O óxido nitroso (N_2O) é principalmente emitido nos de ecossistemas como um subproduto do processo de nitrificação e desnitrificação, enquanto o metano (CH_4) é emitido por meio da metanogênese sob condições anaeróbias nos solos e do armazenamento de dejetos, por meio da fermentação entérica, e durante a combustão incompleta de materiais orgânicos (IPCC, 2007).

A agricultura é o setor que contribui com aproximadamente 20% das emissões de GEE (JOHNSON et al., 2005). Os fluxos de gases de efeito estufa (GEE) na agricultura são complexos e heterogêneos, mas as atividades de manejo dos sistemas agrícolas oferecem possibilidades de mitigação. Muitas dessas oportunidades baseiam-se em tecnologias que podem ser adotadas imediatamente (IPCC, 2007).

Algumas práticas para mitigar as mudanças climáticas em áreas agrícolas incluem: melhoria do manejo de terras agrícolas; melhoria do manejo de pastagens, manejo de solos agrícolas orgânicos; recuperação de áreas degradadas, manejo da criação de gado, manejo dos resíduos/biossólidos e produção de bioenergia (IPCC, 2007).

A substituição de fertilizantes minerais por fontes orgânicas pode reduzir os problemas ambientais associados com o acúmulo de resíduos animais, dando um destino adequado aos resíduos da produção animal e visando economia na compra de insumos agrícolas. Por outro lado, ainda existe controvérsia sobre os efeitos dos fertilizantes orgânicos na diminuição das emissões de GEE (CHADWICK et al., 2011).

Inibidores da nitrificação têm sido usados como uma estratégia eficaz para atenuar as perdas de nitrogênio (N) (AKIYAMA et al, 2010; QUEMADA et al, 2013; SANZ-COBENÑA et al, 2014;), uma vez que podem aumentar a eficiência de uso de N e também tem um efeito positivo sobre o rendimento das culturas em determinadas condições ambientais e de manejo (ABALOS et al., 2014).

Inibidores da nitrificação podem proporcionar redução entre 30 e 80% nas emissões de N_2O (KIM et al., 2012). Por outro lado, a eficácia do inibidor de nitrificação é altamente relacionada a condições ambientais que afetam os processos que levam às perdas de N (ABALOS et al., 2014).

A irrigação quando bem planejada, evitando-se o excesso de água, tem sido também sugerida como uma estratégia útil para diminuir as perdas de N do sistema. Portanto, as perdas gasosas de N_2O , CH_4 e CO_2 estão intrinsecamente relacionadas com o manejo adequado de água, tipos de fertilizantes e condições ambientais.

Neste contexto o objetivo desta pesquisa foi avaliar na cultura do milho:

- o efeito da substituição da ureia (U), na semeadura, por fertilizantes orgânicos: urina de suínos (U), urina de suínos + inibidor de nitrificação-DMPP (U+I) e composto da fase sólida de dejetos de suínos e aves (COM), nas emissões de GEE e na produtividade da cultura do milho,

- o efeito de dois sistemas de irrigação (aspersão e gotejamento) nas emissões (GEE), na produtividade da cultura do milho,

- o efeito da adição de um inibidor de nitrificação sobre as emissões de GEE e na produtividade da cultura do milho.

5. CONCLUSÕES

- A adição do inibidor da nitrificação-DMPP à urina de suínos, sob irrigação por aspersão, diminuir as emissões N_2O , com resultados semelhantes aos do tratamento controle e levando à produção de grãos semelhantes aos resultados encontrados nas parcelas fertilizadas com ureia.
- O sistema de irrigação por gotejamento mostrou resultados promissores em termos de diminuir as emissões de N_2O , apesar de o risco de diminuir a absorção de CH_4 .
- A irrigação por gotejamento proporcionou aumento na produção de biomassa, sem diminuir a produção de grãos.
- No sistema de irrigação por gotejamento os tipos de fertilizantes aplicados não influenciaram nas emissões de CO_2 .
- A substituição parcial de ureia por fontes orgânicas de N é uma estratégia ambientalmente aconselhável para a mitigação de emissões de GEE.

6. REFERÊNCIAS

ABALOS, D., JEFFERY, S., SANZ-COBENA, A., GUARDIA, G., VALLEJO, A., 2014. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agric. Ecosyst. Environ.* 189, 136-144

ABER, J. D.; MELILLO, J. M. *Terrestrial Ecosystems*. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1991

AGUILERA, E.; LASSALETTA, L.; SANZ-COBENA, A.; GARNIER, J.; VALLEJO, A. (2013): The potential of organic fertilizers and water management to reduce N₂O emissions in Mediterranean climate cropping systems. A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 164, 32-52.

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Matéria orgânica do solo, nitrogênio e enxofre nos diversos sistemas de exploração agrícola. In: YAMADA, T.; STIPP E ABDALLA, S.R.; VITTI, G.C. Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba, SP: International Plant Nutrition Institute (INPI), 2007. cap. 1, p. 1-41.

AKIYAMA, H., YAN, X., YAGI, K., 2010. Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N₂O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis. *Glob. Change Biol.* 16(6), 1837-1846.

AKIYAMA, H.; TSURUTA, H. Nitrous oxide, nitric oxide, and nitrogen dioxide fluxes from soils after manure and urea application. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v.32, n.2, p.423-431, 2003.

AL KANANI, T.; AKOCHI, E.; MACKENZIE, A. F.; ALLI, I.; BARRINGTON, S. Organic and inorganic amendments to reduce ammonia losses from liquid hog manure. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 21, n. 4, p. 709-715, 1992.

ALBUQUERQUE, P. E. P. D.; DURÃES, F. O. M. *Uso e manejo de irrigação*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 528 p.

ALLEN, R.G, RAES, L.S, SMITH, D.M., 1998 Crop evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requeriments. FAO. Irrigation and Drainage, Paper 56. Rome, Italy.

ALLUVIONE, F. et al. Nitrous oxide and carbon dioxide emissions following green manure and compost fertilization in corn. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.74, n.2, p.384-395, 2010.

ARONSON, E.L., HELLIKER, B.R., 2010. Methane flux in non-wetland soils in response to nitrogen addition: a meta-analysis. Ecology 91(11), 3242-3251.

BAGGS, E. M.; BLUM, H. CH₄ oxidation and emissions of CH₄ and N₂O from Lolium perenne swards under elevated atmospheric CO₂. Soil Biology & Biochemistry, Oxford, v.36, n.4, p.713-723, 2004.

BALL, B.C.; SCOTT, A.; PARKER, J.P. Field N₂O and CO₂ e CH₄ fluxes in relation to tillage compaction and soil quality in Scotland. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.53, n.1, p.29 39, 1999.

BARTON, L., MC LAY, C.D.A., SCHIPPER, L.A., SMITH, C.T., 1999. Annual denitrification rates in agricultural and forest soils: A review. Australian Journal of Soil Research 37, 1073-1093.

BEKKU, Y.; NAKATSUBO, T.; KUME, A.; ADACHI, M.; KOIZUMI, H. Effect of warming on the temperature dependence of soil respiration rate in artic, temperate and tropical soils. Applied Soil Ecology, Belfied, v. 22,n3,p.205-210, mar. 2003.

BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 665 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625p.

BHANDRAL, R.; SAGGAR, S.; BOLAN, N. S.; HEDLEY, M. J. Transformation of nitrogen and nitrous oxide emission from grassland soils as affected by compaction. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.94, n.2, p.482-492, 2007.

BODELIER, P.L.E.; LAANBROEK, H.J. Nitrogen as a regulatory factor of methane oxidation in soils and sediments. *FEMS Microbiology Ecology*, Oxford, v.47, n.3, p.265-277, 2004.

BOECKX, P.; VAN CLEEMPUT; VILLARALVO, I. Methane oxidation in soils with different textures and land use. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.49, n.1-3, p. 91-95, 1997.

BOWMAN, A.F., 1990. Exchange of greenhouse gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere. In: Bowman, A.F. (Eds.), *Soil and the greenhouse effect*. Wiley, Chischester, pp. 61-127.

BREMER, D. J. Nitrous oxide fluxes in turfgrass: effects of nitrogen fertilization rates and types. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v.35, n.5, p.1678-1685, 2006.

BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. *The nature and properties of soils*. 7.ed. New York: The Macmillan Company, 1969. 653p.

CÁRDENAS, L., RONDÓN, A., JOHANSSON, C., SANHUEZA, E., 1993. Effect of soil moisture, temperature, and inorganic nitrogen on nitric oxide emissions from acidic tropical savannah soils. *Journal Geophysic Research* 98, 14786-14790.

CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; PICOLLO, M.C.; GODINHO, V.P. & CERRI, C.C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. *Soil Tillage Res.*, 103:342-349, 2009.

CHADWICK, D.; SOMMER, S.; THORMAN, R.; FANGUEIRO, D.; CARDENAS, L.; AMON, B.; MISSELBROOK, T. (2011). Manure management: implications for greenhouse gas emissions. *Animal Feed Science and Technology* 166, 514-531

CHADWICK, D.R., PAIN, B.F., BROOKMAN, S.K.E., 2000. Nitrous oxide and methane emissions following application of animal manures to grassland. *Journal Environmental Quality* 29, 277-287.

CHANTIGNY, M.H., 2003. Dissolved and water-extractable organic matter in soils: a review on the influence of land use and management practices. *Geoderma* 113, 357 – 380.

CUNHA, D. N.; MARTUSCELLO, J. A.; GOMES, R. A.;E MAJEROWICZ, N. 2001. Perdas de nitrogênio por volatilização em urinabovina. En: Jornada Iniciação Científica. Universidade Federal Rural de Rio Janeiro(UFRRJ). 11. Seropédica 2001. 11:11-12.

DALAL, R.C.; WANG, W.; ROBERTSON, G.P.; PARTON, W.J. Nitrous oxide emission from Australian agricultural lands and mitigation options: a review. *Australian Journal of Soil Research*, v. 41, p. 165-195, 2003.

DAMASCENO, F. Injeção de dejetos líquidos suínos no solo e inibidor de nitrificação como estratégias para reduzir as emissões de amônia e óxido nitroso. Santa Maria: UFSM, 2010. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

DAVIDSON, E.A.; KELLER, M.; ERICKSON, H.E.; VERCHOT, L.V.; VELDKAMP, E. Testing a conceptual model of soil emissions of nitrous and nitric oxides. *BioScience*, 50, n.8, p. 667-680, 2000.

DAVISON, E.A., VITOUSEK, P.M., MATSON, P.A., RILEY, R., GARCIA-MENDEZ, G., MAAS, M. J., 1991. Soil emissions of nitric oxide in a seasonally dry tropical forest of Mexico. *Journal of Geophysical Research* 96. 15439-15445.

DICK, J., SKIBA, U., WILSON, J., 2001. The effect of rainfall on NO and N₂O emissions from Ugandan agroforest soils. *Phyton- Annales Rei Botanicae* 41, 73-80.

DITTERT, K., LAMPE, C., GASCHÉ, R., BUTTERBACH-BAHL, K., WACHENDORF, M., PAPEN, H., SATTELMACHER, B., TAUBE, F., 2005. Short-term effects of single or combined application of mineral N fertilizer and cattle slurry on the fluxes of radiatively active trace gases from grassland soil. *Soil Biology & Biochemistry* 37, 1665-1674.

DOBBIE, K.E.; SMITH, K.A. The effects of temperature, water-filled pore space and land use on N₂O emissions from an imperfectly drained gleysol. *European Journal of Soil Science*, 52, p. 667-673, 2001.

DUXBURY, J.M. The significance of greenhouse gas from soils of tropical agroecosystems. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B.A. (Eds.) *Soil management and greenhouse effect. Advances in Soil Science*. Boca Raton: CRC Lewis Publishers, 1995. p. 279-291.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. (2006) *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Londrina: Editora Planta. 403 p.

ESCOBAR, L.F. Emissão de gases de efeito estufa em sistemas de manejo em solo do planalto médio do Rio Grande do Sul. 2008. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria, 2008.

FANG, C.; MONCRIEFF, J. B. The dependence of soil CO₂ efflux on temperature. *Soil Biology & Biochemistry*, v.33, n.2, p.155-165, 2001.

FANGUEIRO D.; CHADWICK D.; DIXON L.; BOL R. Quantification of priming and CO₂ respiration sources following the application of different slurry particle size fractions to a grassland soil *Soil, Biology and Biochemistry*, 39:2608-2620, 2007.

FERREIRA, E. A. 1995. Excreção de bovinos e as perdas de nitrogênio nas pastagens tropicais. Universidade Federal Rural de Rio Janeiro (UFRRJ). Dissertação Mestrado, 1995. 124 p.

FERREIRA, E.; SANTOS, J. C.; OLIVEIRA, O. C.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; MIRANDA, C.; ALVES, B. J.; URQUIAGA, S.; E BODDEY, R. M. 2000 Recuperação do nitrogênio da urina de bovinos por pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain. Fillocalizadas na região do cerrado de Campo Grande, MS. En: International ymposium Soil Functioning Under Pastures in Intertropical Areas. Brasília, 2000. Proceedings. Brasília.

FERTILIZERS, Frankfurt, 2005. Proceedings: Paris, International Fertilizer Industry Association, 2005. 8p. CR-ROM.

FIRESTONE, M. K., DAVIDSON, E. A., 1989. Microbiological basis of NO and N₂O production and consumption in soil. In: Andreae, M.O., Schimel, D.S. (Eds.), *Exchange of Trace Gases Between Terrestrial Ecosystems and the Atmosphere*, Wiley, London. pp. 7-21.

FIRESTONE, M.K., 1982. Biological denitrification. In: Stevenson, F.J. (Eds.), *Nitrogen in agricultural soils*. *Agronomy* 22, pp. 289-326.

FRIZZONE, J.A.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A.C.A.; HEBEL JÚNIOR, A. Produtividade do feijoeiro sob diferentes uniformidades de distribuição de água na superfície e na subsuperfície do solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.2, p.414-425, 2007.

FROUZ, J.; PIZL, V.; CIENCIALA, E.; KALCIK, J. Carbon storage in post-mining forest, the role of tree biomass and soil bioturbation. *Biogeochemistry*, v. 94, p. 111-121, 2009

FRYE, W.W. Nitrification inhibition for nitrogen efficiency and environment protection. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY

GOMES, J. Emissão de gases do efeito estufa e mitigação do potencial de aquecimento global por sistemas conservacionistas de manejo do solo. 2006. 126 f. (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

GRANLI, T., BOCKMAN, O.C., 1994. Nitrogen oxide from agriculture. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. 12, 7–127.

GRANT, B.; SMITH, W. N.; DESJARDINS, R.; LEMKE, R.; LI, C. Estimated N₂O and CO₂ emissions as influenced by agricultural practices in Canada. *Climatic Change*, 65, p. 315–332, 2004

HAYNES, R.J.; P.H. WILLIAMS. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advanced Agronomy*, v.49, p.119-199, 1993.

HELLEBRAND, H. J.; KERN, J.; SCHOLZ, V. Long-term studies on greenhouse gas fluxes during cultivation of energy crops on sandy soils. *Atmospheric Environment*, 37, p. 1635 1644, 2003.

HOCHSTEIN, L.I., TOMLINSON, G.A., 1988. The enzymes associated with denitrification. *Annual Review of Microbiology* 42, 231-261.

HÜSTCH, B.W. Methane oxidation in arable soil as inhibited by ammonium, nitrite and organic manure with respect to soil pH. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.28, n.1, p.27-35, 1998

HÜTSCH, B.W.; WEBSTER, C.P.; POWLSON, D.S. Long-term effects of nitrogen fertilization on methane oxidation in soil of the Broadbalk wheat experiment. *Soil Biology & Biochemistry*, 25, p.1307–1315, 1993.

IPCC, 2001. CLIMATE CHANGE 2001. In: *The Scientific Basis – Contribution of working group I to the Third Assessment Report of IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge pp. 251-253. (Chapter 4).

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2007: the physical science basis**. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 2007.

JABRO, J.D.; SAINJU, U.; STEVENS, W.B. & EVANS, R.G. Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted from perennial forages to annual crops. *Journal of Environmental Management*, 88:1478–1484, 2008.

JOHNSON, J.M.F.; REICOSKY, D.C.; ALLMARAS, R.R.; SAUER, T.J.; VENTEREA, R.T.; DELL, C.J. Greenhouse gas contributions and mitigation potential of agriculture in the central USA. *Soil & Tillage Research*, 83, p. 73- 94, 2005.

JONES, S. K.; REES, R. M.; SKIBA, U. M.; BALL, B. C. Greenhouse gas emissions from a managed grassland. *Global and Planetary Change*, Amsterdam, v.47, n.2-4, p.201-211, 2005.

JONES, S. K.; REES, R. M.; SKIBA, U. M.; BALL, B. C. Influence of organic and mineral N fertiliser on N₂O fluxes from a temperate grassland. *Agriculture Ecosystems & Environment*, Amsterdam, v.121, n.1-2, p.74-83, 2007.

KIM, D.G.; GILTRAP, G.; SAGGAR, S.; PALMADA, T.; BERBEN, P.; DRYSDALE, D. Fate of the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD) sprayed on a grazed pasture: effect of rate and time of application. *Soil Research*, v.50, p.337–347, 2012

KIRCHMANN, H. & PETTERSSON, S. (1995). Human urine – chemical composition and fertilizer efficiency. *Fertilizer Research* 40:149-154.

KUDEYAROV, V. N. Nitrogen cycle and nitrous oxide production. *Eurasian Soil Science, Nova lorque* v.32, n.8, p.892-901, 1999.

KUZYAKOV Y.; BOL R. Sources and mechanisms of priming effect induced in two grassland soils amended with slurry and sugar. *Soil, Biology and Biochemistry*, 38:747-758, 2006.

LAL, R. The potential of soils of the tropics to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. *Advances in Agronomy, New York*,76:1-30, 2002.

LEMOS, H. M. Disponível em: <<http://www.estadão.com.br/ciencia/noticias/2003/mar/14/124.htm>>. Acesso em: 03 dez. 2003.

LI, J.; RAO, M. Field evaluation of crop yield as affected by nonuniformity of sprinkler-applied water and fertilizer. *Agricultural Water Management, Amsterdam*, v.76, n.3, p.1-13, 2003.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil: O estado das águas no Brasil. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 1999.

LINN, D. M.; DORAN, J. W. Effects of water-filled pore space on carbon dioxide and nitrous oxide production in tilled and no tilled soil. *Soil Science Society of America Journal*, v. 48, p. 1267-1272, 1984.

LIU, X.J.; MOSIER, A.R.; HALVORSON, A.D.; ZHANG, F.S. The impact of nitrogen placement and tillage on NO, N₂O, CH₄ and CO₂ fluxes from a clay loam soil. *Plant and Soil*, 280, p.177–188, 2006.

LOPES, A.S. Manual de fertilidade do solo. Piracicaba: ANDA/POTAFOS, 1989. 156p

LUNA, N. R. S.; ANDRADE, E. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; MEIRELES, A. C. M.; AQUINO, D. N. Dinâmica do nitrato e cloreto no solo e a qualidade das águas subterrâneas do distrito de irrigação Baixo Acaraú, CE. Revista Agro@ambiente Online, v.7, n.1, p.53-62, 2013.

MAAG, M., VINTHER, F.P., 1999. Effect of temperature and water on gaseous emissions from soils treated with animal slurry. Soil Science Society of America Journal 63, 858-865.

MAGIERO, E.C.; **Emissão e balanço de gases de efeito estufa em argissolo subtropical sob integração lavoura-pecuária com bovino**. 106f. 2013. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2013.

MALAVOLTA, E. (2006) Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 638 p.

MATEOS, L. Assessing whole-field uniformity of stationary sprinkler irrigation systems. *Irrigation Science*, New York, v.18, n. 2, p.73-81, 1998.

MATSON, P. A.; HARRIS, R. C. Biogenic trace gases: Measuring emissions from soil and water. Cambridge: EdBlackwel, 1995.

MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia. Contém informações institucionais, técnicas, notícias, projetos, publicações e serviços. Disponível em: <http://www.mct.gov.br>. 2010.

MCTAGGART, I. P.; CLAYTON, H.; PARKER, J.; SWAN, L.; SMITH, K. A. Nitrous oxide emissions from grassland and spring barley, following N fertilizer application with and without nitrification inhibitors. *Biology and Fertility of Soils*, Nova Iorque, v.25, n.3, p.261-268, 1997.

MEIJIDE M., DÍEZ, J.A., SÁNCHEZ-MARTÍN, L., LÓPEZ-FERNÁNDEZ, S., VALLEJO, A., 2007. Nitrogen oxide emissions from an irrigated maize crop amended with treated pig slurries and composts in a Mediterranean climate. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 121, 383-394

MENÉNDEZ, S., MERINO, P., PINTO, M., GONZÁLEZ-MURUA, C., & ESTAVILLO, J. M. (2006). 3, 4-Dimethylpyrazol phosphate effect on nitrous oxide, nitric oxide, ammonia, and carbon dioxide emissions from grasslands. *Journal of environmental quality*, 35(4), 973-981.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. MCTI. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://gvces.com.br/arquivos/177/EstimativasClima.pdf>>.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e Bioquímica do solo. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.

MOSIER, A. R.; DELGADO, J. A.; KELLER, M. Methane and nitrous oxide fluxes in an acid Oxisol in western Puerto Rico: Effects of tillage, liming and fertilization. *Soil Biology & Biochemistry*, 30:2087-2098, 1998.

MOSIER, A.; WASSMANN, R.; VERCHOT, L.; KING, J.; PALM, C. Methane and nitrogen oxide fluxes in tropical agricultural soils: sources, sinks and mechanisms. **Environment Development and Sustainability**, Heidelberg, v.6, n.1-2, p.11-49, 2004.

MOSQUERA, J. et al. Precise soil management as a tool to reduce CH₄ and N₂O emissions from agricultural soils. Report 28. Wageningen, 2007. 42 p. Disponível em: <<http://www.asg.wur.nl/NR/rdonlyres/F81D8745-6596-4296-A292-8553950E2B98/40310/28.pdf>>

MYROLD, D.D. Microbial nitrogen transformations. In: SYLVIA, D.M.; FUHRMANN, J.J.; HARTEL, P.G.; ZUBERER, D.A. (eds). Principles and Applications of Soil Microbiology. Upper Saddle River, Prentice Hall, p. 259-294, 1998.

NÄGELE, W., CONRAD, R., 1990. Influence of soil pH on the release of N_2O and NO from fertilized and unfertilized soil. *Biology Fertility of soils* 10, 139-144.

OLIVEIRA, P. A.; HIGARASHI, M. M.; NUNES, M. L. A. Efeito estufa. *Suinocultura Industrial, São Paulo*, v. 25, n. 172. p. 16-20. 2003.

OMONODE, R.A.; SMITH, D.R.; GAL, A.; VYN, T.J. Soil Nitrous Oxide Emissions in Corn following Three Decades of Tillage and Rotation Treatments. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.75, n.1, p.152-163, 2011.

PARKIN, T.B. & KASPER, T.C. Temperature controls on diurnal carbon dioxide flux: implication for estimating soil carbon loss. *Soil Sci. Am. J.*, 67:1763–1772, 2003.

PASDA, G.; HAHNDEL, R.; ZERULLA, W. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3,4 – Dimethylpyrazole Phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v. 34, n. 2, p. 85-97, 2001.

PASSIANOTO, C.C.; AHRENS, T.; FEIGL, B.J.; STEUDLER, P.A.; DO CARMO, J.B.; MELILLO, J.M. Emissions of CO_2 , N_2O , and NO in conventional and no-till management practices in Rondônia, Brazil. **Biology and Fertility of Soils**, 38, p. 200–208, 2003.

PAUL, E.A. & CLARK, F.E. (Eds.) *Soil microbiology and biochemistry*. London: Academic Press, 1996.

PAZ, V. P. S. et al. Otimização do uso da água em sistemas de irrigação por aspersão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.6(3):404-408, set./dez.2002.

PHILIPPOT, L., & HALLIN, S. Towards food, feed and energy crops mitigating climate change. *Trends in plant science*, 16(9):476-480, 2011.

PINTO, M.; MERINO, P.; PRADO, A.; ESTAVILLO, J. M.; YAMULKI, S.; GEBAUER, G.; PIERTZAK, S.; LAUF, J.; OENEMA, O. Increased emissions of nitric oxide and nitrous oxide following tillage of a perennial pasture. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 70, p. 13–22, 2004.

RANGELO, J.P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.31, n.6, p. 1609-1623, 2007

RASTOGI, M.; SINGH, S.; PATHAK, H. Emission of carbon dioxide from soil. *Current Science*, Bangalore, v. 82, n. 5, p. 510-517, Mar, 2002.

RITCHIE, G.A.F., NICHOLAS, D.J.D., 1972. Identification of the sources of nitrous oxide produced by oxidative and reductive processes in *Nitrosomonas europaea*. *Biochemical Journal* 126, 1181-1191.

ROCHETTE, P., VAN BOCHOVE, E., PRÉVOST, D., ANGERS, D.A., CÔTE, D., BERTRAND, N., 2000. Soil carbon and nitrogen dynamics following application of pig slurry for the 19th consecutive year. II. Nitrous oxide fluxes and mineral nitrogen. *Soil Science Society of America Journal* 64, 1396-1403.

ROCHETTE, P.; CHANTIGNY, M. H.; ANGERS, D. A.; BERTRAND, N.; CÔTE, D. Ammonia volatilization and soil nitrogen dynamics following fall application of pig slurry on canola crop residues. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 81, n. 3, p. 515-523, 2001.

ROCHETTE, P.; VAN BOCHOVE, E.; PRÉVOST, D.; ANGERS, D. A.; BERTRAND, N. Soil carbon and nitrogen dynamics following application of pig slurry for the 19th consecutive year II. Nitrous oxide fluxes and mineral nitrogen. *Soil Science Society of America Journal*, 64(4):1396-1403, 2000.

RUSSOW, R.; SPOTT, O.; STANGE, C. F. Evaluation of nitrate and ammonium as sources of NO and N₂O emissions from black earth soils (Haplic Chernozem) based on N-15 field experiments. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v.40, p.380-391, 2008.

SAHRAWAT, K. L.; KEENEY, D. R. Nitrous oxide emission from soils. *Advances in Soil Science*, v. 4, p. 103-148, 1986

SAHRAWAT, K.L. Factors Affecting Nitrification in Soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 39, n. 9 e 10, p. 1436-1446, 2008.

SÁNCHEZ, L., DÍEZ, J.A., POLO, A., ROMÁN, R., 1997. Effect of application timing of municipal solid wastes (MSW) on the N availability for crops in Central Spain. *Biology and Fertility of Soils* 25, 136-141.

SÁNCHEZ-MARTIN, L., VALLEJO, A., DICK, J., SKIBA, U.M., 2008. The influence of soluble carbon and fertilizer nitrogen on nitric oxide and nitrous oxide emissions from two contrasting agricultural soils. *Soil Biology & Biochemistry* 40, 142-151.

SANCHEZ-MARTÍN, L.; MEIJIDE, A.; GARCIA-TORRES, L.; VALLEJO, A. (2010); Combination of drip irrigation and organic fertilizer for mitigating emissions of nitrogen oxides in semiarid climate. *Agriculture, ecosystems & environment*, 137(1), 99-107.

SANZ-COBENA, A., LASSALETTA, L., ESTELLÉS, F., DEL PRADO, A., GUARDIA, G., ABALOS, D., AGUILERA, E., PARDO, G., VALLEJO, A., SUTTON, M.A., GARNIER, J., BILLEN, G., 2014. Yield-scaled mitigation of ammonia emission from N fertilization: the Spanish case. *Environ. Res. Lett.* 9(12), 125005.

SARKODIE-ADDO, J.; LEE, H.C.; BAGGS, E.M. Nitrous oxide emissions after application of inorganic fertilizer and incorporation of green manure residues. **Soil Use and Management**, 19, p. 331-339, 2003.

SCARPINELLA, G. A. *Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto*. 2002. 162 f. Dissertação (Mestrado) Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2002.

SEHY, U.; RUSER, R.; MUNCH, J.C. Nitrous oxide fluxes from maize fields: relationship to yield, site-specific fertilization, and soil conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 99, p. 97–111, 2003.

SINGH, S. N.; VERMA, A. The potential of nitrification inhibitors to manage the pollution effect of nitrogen fertilizers in agricultural and other soils: A Review. *Environmental Practice*, v.9, p.266–279, 2007.

SKIBA, U., SMITH, K.A., FOWLER, D., 1993. Nitrification and denitrification as sources of nitric oxide and nitrous oxide in a sandy loam soil. *Soil Biology & Biochemistry* 11, 1527-1536.

SMITH K.A., BALL T., CONEN F., DOBBIE K.E., MASSHEDER J., REY A. Exchange of greenhouse gases between soil and atmosphere: interactions of soil physical factors and biological processes. **European Journal of Soil Science**, v.54, n.4, p.779-791. 2003.

SMITH P.; GOULDING K.W.; SMITH K.A.; POWLSON D.S.; SMITH, J.U.; FALLOON, P.; COLEMAN, K. Enhancing the carbon sink in European agricultural soils: including trace gas fluxes in estimates of carbon mitigation potential. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 60, p. 237-252, 2001.

SMITH, C.J., PATRICK, W.H., 1983. Nitrous oxide emission as affected by alternate anaerobic and aerobic conditions from soil suspensions enriched with ammonium sulphate. *Soil Biology & Biochemistry* 15, 693-697.

SMITH, K.A.; BALL, T.; CONEN, F.; DOBBIE, K.E.; MASSHEDER, J.; REY, A. Exchange of greenhouse gases between soil and atmosphere: interactions of soil

physical factors and biological processes. *European Journal of Soil Science*, 54, p. 779–791, 2003.

SOIL SURVEY STAFF, 2003. *Keys to Soil Taxonomy*, 9th edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Available online.

SOMMER, S. G.; CHRISTENSEN, B. T.; NIELSEN, N. E.; SCHJORRING, J. K. Ammonia volatilization during storage of cattle and pig slurry: effect of surface cover. ***Journal of Agricultural Science***, Cambridge, Inglaterra, v. 121, n. 1, p. 63-71, 1993.

SPARLING, G.P., 1997. Soil Microbial Biomasa, Activity and Nutrient Cycling as Indicators of Soil Health. In: Pankhurst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V. (Eds.), V.S.R., *Biological Indicators of soil Health*. CAB International, London, pp. 97-119.

STEVENSON, F.J., 1994. *Humus chemistry: genesis, composition, reactions*. 2nd edition. John Wiley & Sons, New York.

SUBKE, J. A.; REICHSTEIN, M.; TENHUNEN, J.D. Explaining temporal variation in soil CO₂ efflux in a mature spruce forest in Southern Germany. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v. 35, n.11,p. 1467-1483, Nov. 2003.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. ***Soil fertility and fertilizers***. New York: Macmillan Publishing Company, 1985. 754p.

TLUSTOS, P.; WILLISON, T.W.; BAKER, J.C.; MURPHY, D.V.; PAVLIKOVA, D.; GOULDING, K.W.T.; POWLSON, D.S. Short-term effects of nitrogen on methane oxidation in soils. ***Biology and Fertility of Soils***, 28, p. 64–70, 1998.

TRENKEL, M. E. ***Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture***. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2010. 160 p.

TRENKEL, M.E. Improving fertilizer use efficiency: Controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. Paris: International Fertilizer Industry Association, 1997. 151p.

USSIRI, D.A.N; LAL, R.; JARECKI, M.K. Nitrous oxide and methane emissions from long-term tillage under a continuous corn cropping system in Ohio. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.104, n.2, p.247-255, 2009.

VALLEJO, A., DíEZ, J.A., LÓPEZ-VALDIVIA, L.M., CARTAGENA, M.C., TARQUIS, A., HERNÁIZ, P., 2004. Denitrification from an irrigated soil fertilized with pig slurry under Mediterranean conditions. *Biology and Fertility of Soils* 40, 93-100.

VALLEJO, A., DíEZ, J.A., LÓPEZ-VALDIVIA, L.M., GASCÓ, A., JIMÉNEZ, C., 2001. Nitrous oxide emission and denitrification N-losses from soils treated with isobutyridendiurea and urea plus dicyandiamide. *Biology Fertility of Soils* 34, 248-257.

VALLEJO, A., GARCÍA-TORRES, L., DIEZ, J.A., ARCE, A., LÓPEZ-FERNÁNDEZ, S., 2005 Comparison of N losses (NO_3^- , N_2O , NO) from surface applied, injected or amended (DCD) pig slurry of an irrigated soil in a Mediterranean climate. *Plant and Soil* 272, 313-325.

VALLEJO, A., SKIBA, U., GARCÍA-TORRES, L., ARCE, A., LÓPEZ-FERNÁNDEZ, S., SÁNCHEZ-MARTÍN, L., 2006. Nitrogen oxides emission from soils bearing a potato crop as influenced by fertilization with treated pig slurries and composts. *Soil Biology & Biochemistry* 38, 2782-2793.

VAN CLEEMPUT, O. AND BOECKX, P. (2005). Greenhouse Gas Fluxes: Measurements. In: *Encyclopedia of Soil Science*, 2nd edition, Rattan Lal, CRC Press. Chapter 160, pp. 787-788. *gy*, 113(1), 21-37.

VAN HORN, H. H. 1996. Atualização em manejo de esterco: estratégias para reciclagem de nutrientes evitando a poluição ambiental e recuperando seu valor

fertilizante. En: Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro, 2, Piracicaba, 1996. Anais. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ). p. 6-14.

VÁZQUEZ, N., PARDO, A., SUSO, M.L., QUEMADA, M., 2005. A methodology for measuring drainage and nitrate leaching in unevenly irrigated vegetable crops. *Plant and Soil* 269, 297–308.

VELDKAMP, E.; WEITZ, A.M.; KELLER, M. Management effects on methane fluxes in humid tropical pasture soils. *Soil Biology and Biochemistry*, Amsterdam, v.33, n.11, p.1493-1499, 2001.

VELTHOF, G. L.; OENEMA, O.; POSTMA, R.; VANBEUSICHEM, M. L. Effects of type and amount of applied nitrogen fertilizer on nitrous oxide fluxes from intensively managed grassland. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Dordrecht, v.46, n.3, p.257-267, 1996.

VERAART, A.J., STEENBERGH, A.K., HO, A., KIM, S.Y., BODELIER, P.L., 2015. Beyond nitrogen: The importance of phosphorus for CH₄ oxidation in soils and sediments. *Geoderma*.

VERMOESEN, A., VAN CLEEMPUT, HOFMAN, G., 1993. Nitrogen loss processes: mechanisms and importance. *Pedologie*, 53, 417-433.

WEBB, J.; ELLIS, S.; HARRISON, R.; THORMAN, R. Measurement of N fluxes and soil N in two arable soils in the UK. *Plant and Soil*, 260, p. 253–270, 2004.

WEITZ, A.M.; LINDER, E.; FROLKING, S.; CRILL, P.M.; KELLER, M. N₂O emissions from humid tropical agricultural soils: effects of soil moisture, texture and nitrogen availability. *Soil Biology & Biochemistry*, 33, p. 1077-1093, 2001.

WINBLAD, U. et al. 2004, *Ecological sanitation – Revised and Enlarged Edition*, Stockholm Environmental Institute

WISSEMEIER, A. H. et al. The new nitrification inhibitor DMPP (Entec®): Comparisons with DCD in model studies and field applications. In: HORST, W. J. et al. (Ed.) Plant nutrition: food security and sustainability of agro-ecosystems. Dordrecht: Kluwer, 2001. p. 702-703.

WRAGE, N., VELTHOF, G.L., VAN BEUSICHEM, M.L., OENEMA, O., 2001. Role of nitrifier denitrification in the production of nitrous oxide. *Soil Biology & Biochemistry* 33, 1723-1732.

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. *Biology and Fertility of Soils*, 36, p. 224–231, 2002.

ZACCHEO, P.; CABASSI, G.; RICCA, G.; CRIPPA, L. Decomposition of organic residues in soil: experimental technique and spectroscopic approach. *Organic geochemistry*, 33(3):327- 345, 2002.

ZALIDIS, G., STAMATIADIS, S., TAKAVAKOGLU, V., ESKRIDGE, K., MISOPOLINOS, N., 2002. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 88, 137-146.

ZAMAN, M., et al. Effect of urease and nitrification inhibitors on N transformation, gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, pasture yield N uptake in grazed pasture system. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 41, p. 1270-1280, 2009.

ZANATTA, J.A.; BAYER, C.; VIEIRA, F.C.B.; GOMES, J.; TOMAZI, M. Nitrous oxide and methane fluxes in Southern Brazilian Gleysol as affected by nitrogen fertilizers. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.5, p.1653- 1665, 2010.

ZERULLA, W.; BARTH, T.; DRESSEL, J.; ERHARDT, K.; von LOCQUENGIEN, K. H; PASDA, G.; RADLE, M.; WISSEMEIER, A. H. 3,4 – Dimethylpyrazole Phosphate

(DMPP): a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture; an introduction. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v. 34, n. 2, p. 79-84, 2001.

ZIMMERMAN, P.R. Methane and other metabolic gases produced by termites. In: EDER, J. & REMBOLD, H. (Eds) **Chemistry and Biology of Social Insects**, Peperny, Munich, 1987, p.637.