

## Estudo da atuação do biochar nas perdas de nitrogênio via emissão de óxido nitroso e lixiviação<sup>(1)</sup>.

Rafaela Feola Conz<sup>2</sup>; Engil Isadora Pujol Pereira<sup>3</sup>; Carlos Eduardo Pellegrino Cerri<sup>4</sup>; Johan Six<sup>5</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Califórnia Energy Commission.

<sup>(2)</sup> Mestranda em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, (rafaela.conz@usp.br) <sup>(3)</sup> Doutoranda em Horticulture and Agronomy, University of California, Davis UCD, <sup>(4)</sup> Professor do Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ/USP, <sup>(5)</sup> Professor no Instituto Federal de Tecnologia de Zurique ETH-Zurich, Zurique, Suíça.

**RESUMO:** Uma prática recentemente apontada para diminuir a emissão de gases do efeito estufa (GEE) é a incorporação de biochar no solo. Biochar é um tipo de carvão vegetal sub-produto do processamento de pirólise de resíduos orgânicos. Devido às suas características físicas e químicas, o biochar tem potencial para melhorar a fertilidade do solo e promover o sequestro carbono devido à sua elevada persistência.

O estudo investigou a adição de biochar produzido a partir de cascas de nozes à 950°C. Foram avaliadas perdas de nitrogênio via emissão de óxido nitroso ou lixiviação de nitrato durante dois períodos de crescimento da alface. Para a realização do experimento foram comparados quatro diferentes tratamentos em sistema fatorial: mistura de biochar e fertilizante nitrogenado, somente o biochar, somente fertilizante e o controle sem adição de ambos. Todas as medições e coletas foram realizadas entre intervalos de sete dias. Após os eventos de fertilização, plantio e colheita as coletas foram realizadas durante sete dias seguidos dos eventos.

A combinação da utilização de biochar e adubação nitrogenada elevou em 32,1% a emissão de óxido nitroso, entretanto reduziu em 17,3% as perdas de nitrogênio via lixiviação. A utilização do biochar sem adição de fertilizante nitrogenado reduziu a emissão de óxido nitroso em 87,2% além de reduzir a perda de nitrogênio lixiviado em 52,7%.

**Termos de indexação:** Gases do efeito estufa, carvão vegetal, pirólise

### INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas globais têm sido foco dos esforços nas áreas de pesquisa e desenvolvimento entre todos os países do mundo. As atividades agrícolas são importantes causadores das emissões dos gases responsáveis pelo efeito estufa (GEE). Quando as mudanças no uso da terra são consideradas, ou seja, quando entram no cálculo as emissões geradas pelo desmatamento e queimadas

causados pela expansão agrícola, o Brasil sobe de décimo oitavo para quinto lugar no ranking mundial (Parker & Blodgett, 2005). Isso torna ainda maior a responsabilidade do país em gerar alternativas e avaliar através da pesquisa como será possível manter os níveis de produtividade sem prejudicar ainda mais o meio ambiente. Apesar do esforço para reduzir as emissões de GEE dos setores de energia e desmatamento, deve ser considerado também como prioridade a adoção de manejo mais sustentável nas áreas de agricultura e pecuária (Cerri et al., 2009).

Além da emissão dos GEE, o potencial excesso de nitrogênio (N) aplicado na agricultura é transportado aos corpos d'água podendo resultar em contaminação e eutrofização nesses locais. Quando lixiviado, o N deixa de estar disponível à absorção pela planta o que se traduz em diminuição da eficiência do uso do nitrogênio e desperdício dos recursos aplicados nas propriedades agrícolas (Vitousek et al, 1997).

Considerando os problemas que o setor agrícola enfrenta faz-se necessário encontrar soluções que integrem práticas que mitiguem as mudanças climáticas, suportem agricultura sustentável, e produção de energia renovável.

O biochar pode ser produzido através da pirólise ou gasificação da biomassa, processo de termo-transformação em baixíssimas concentrações de oxigênio (Maia, et. al., 2011; Spokas et al., 2012).

Além de seu potencial como fonte de energia, o biochar também contribui para o sequestro de carbono (C) através da fixação do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) nos tecidos das plantas, durante a fotossíntese, que por meio do processo de pirólise é então convertido numa forma estável de C orgânico. Foi observado que o biochar pode aumentar o rendimento das culturas e a fertilidade do solo, através do aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) e elevação do pH no solo (Glaser et al., 2002).

O objetivo do presente estudo é avaliar a performance do biochar na perda de N do solo em dois níveis de disponibilização de N (0 e 225 kg N ha<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>). O estudo foi conduzido em casa de vegetação durante duas safras da cultura de alface (*Lactuca sativa* L.). Durante esse período foram coletadas amostras de solo, gás e solução lixiviada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em casa de vegetação na Universidade da Califórnia em Davis, no departamento de Ciências das Plantas. Após esse processo, biochar produzido a partir através de gasificação de cascas de nozes à 950 °C foi incorporado ao solo em quantidades equivalentes à 10 T ha<sup>-1</sup>. O solo utilizado no experimento é classificado como Cambissolo e sua caracterização está descrita na **tabela 1**.

A irrigação foi realizada por gotejamento mantendo o nível de umidade do solo sempre acima da capacidade de campo. Ao fundo de cada vaso foi reservado um espaço de vazio de 5 cm de altura para o acúmulo da solução lixiviada.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com três blocos distribuídos na casa de vegetação com uma repetição cada e quatro diferentes tratamentos (**Tabela 2**).

O estudo, com o plantio de alface (*Lactuca sativa* L.) foi realizado em dois períodos. No primeiro os tratamentos Controle-100 e Biochar-100 receberam a adubação nitrogenada no dia de implantação das plantas. Na segunda safra realizada posteriormente os mesmos tratamentos receberam metade da quantidade de nitrogênio juntamente com a operação de transplante, e o restante após 34 dias corridos desta operação.

Ao longo do desenvolvimento das safras foram realizadas amostragens no intervalo de uma semana, exceto após os eventos de fertilização, plantio e colheita onde as coletas de gás foram realizadas durante 7 dias seguidos juntamente com as de solo que foram coletadas em um a cada dois dias. As amostras de gás foram coletadas por uma hora com intervalo de 20 minutos entre cada coleta, consistindo no final de três amostras de gás por tratamento. Foi usada a estrutura descrita por Hutchinson and Mosier (1981)

Os fluxos de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), foram mensurados utilizando a metodologia das “vented-closed chambers” (Hutchinson and Mosier, 1981). Durante o procedimento de coleta dos gases os vasos eram selados por tampas adaptadas com duas aberturas superiores, uma para ventilação e outra saída de borracha por onde a seringa era introduzida e o gás era retirado do compartimento. Após a coleta dos gases as amostras eram analisadas para a determinação da quantidade de N<sub>2</sub>O ao longo do tempo através da utilização de cromatografia gasosa (GC-2014 Shimadzu – Gas Chromatography).

Na parte inferior de cada vaso foi instalada saídas de borracha por onde eram realizados a coleta da água drenada proveniente do processo de irrigação. As coletas foram realizadas durante um período de quinze dias próximo ao término da segunda safra.

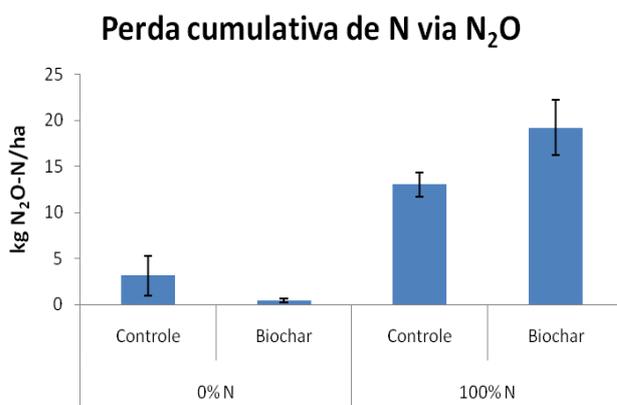
As soluções foram filtradas em filtros (Whatman nº 42) pré-lavados com água deionizada. As amostras foram inseridas no aparelho onde se quantificou nitrogênio total (NT) da solução (TOC-VCSH TNM-1 Shimadzu).

Os dados de NT são apresentados na seção dos resultados e fazem referência ao conteúdo total do nutriente, tanto na sua forma orgânica quanto na mineral que sofreram lixiviação e foram depositados no fundo dos vasos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento biochar-0 reduziu em 87,2% a emissão de N<sub>2</sub>O em 87,2%, para os tratamentos onde não houve adição de fertilização nitrogenada (**Figura 1**).

No caso dos tratamentos com aplicação de nitrogênio, a resposta foi inversa, o uso do biochar fez aumentar as emissões de N<sub>2</sub>O em 32,1%.

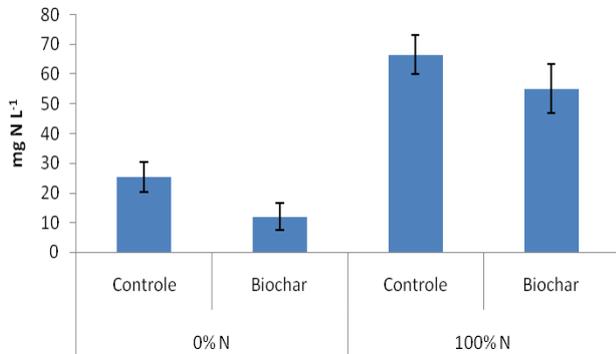


**Figura 1:** Perda cumulativa de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) emitido durante o desenvolvimento das duas safras de alface.

O uso do biochar combinado à aplicação de fertilizante não diminuiu a emissão de N<sub>2</sub>O como o esperado. A elevada concentração de nitrogênio disponível no solo juntamente com um possível aumento na retenção da umidade pelo biochar pode explicar o aumento da emissão de N<sub>2</sub>O (Clough e Condon, 2010).

Em relação à quantidade de nitrato perdido via lixiviação, o tratamento biochar-0 reduziu 52,7% da perda de nitrogênio comparado com controle-0 (Figura 2). Da mesma forma, o biochar reduziu 17,3% das perdas de N no tratamento biochar-100 comparado com controle-100.

### Perda cumulativa de N - Lixiviação



**Figura 2:** Conteúdo de nitrogênio total em mgL<sup>-1</sup> encontrado na solução lixiviada.

Um possível mecanismo responsável pela diminuição do N na solução lixiviada, é através do aumento na CTC solo causado pelo biochar(Clough e Condron, 2010). Dessa forma a adsorção dos íons de N na estrutura do biochar diminuiu a quantidade do nutriente quantificado na solução lixiviada.

### CONCLUSÕES

A aplicação de biochar no solo demonstrou ser uma alternativa benéfica para a diminuição das perdas de N, especialmente quando os níveis de N do solo são baixos (Ex., sistemas agrícolas que requerem baixos níveis de fertilização nitrogenada). É possível que uma alteração na CTC do solo causada pela adição do biochar seja o mecanismo responsável pelo aumento na retenção do N.

### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de doutorado à Pereira, E.I.P. e à Califórnia Energy Commission pelo auxílio financeiro. À Dixon Ridge Farms pelo fornecimento do biochar. À orientação dos professores Cerri, C. E. P. e Six, J.

### REFERÊNCIAS

CERRI, C. C. Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. *ScientiaAgrícola* (USP. Impresso), 66, 831-843, 2009.

GLASER, B., J. LEHMANN, AND W. ZECH. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A review. *Biol. Fertil. Soils* 35, 219–230, mar. 2002.

MAIA, C.M.B.F.; MADARI, B.E.; NOVOTNY, E.H. Advances in biochar research in Brazil. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*, Colombo, v.5, p.53-58, set. 2011.

PARKER, L. & BLODGETT, J. Greenhouse gas emissions: Perspectives on the top 20 emitters and developed versus developing nations. CRS Report for Congress, Congressional Research Service, The Library of Congress, 2005.

SPOKAS, K. A., CANTRELL, K. B., NOVAK, J. M., ARCHER, D. W., IPPOLITO, J. A., COLLINS, H. P., ... & NICHOLS, K. A. Biochar: A synthesis of its agronomic impact beyond carbon sequestration. *Journal of Environmental Quality*, v.41(4), p.973-989, 2012.

VITOUSEK, P. M., ABER, J. D., HOWARTH R. W., LIKENS G. E., MATSON, P. A., SCHINDLER, D. W., SCHLESINGER, W. H., TILMAN, D. G. Human Alteration Of The Global Nitrogen Cycle: Sources And Consequences. *Ecological Applications* v.7, p.737–750, 1997.

## ANEXOS

**Tabela 1:** Análise de solo.

Prof. (cm)	mg/dm <sup>3</sup>			Cmolc/kg		Areia	Silte	Argila
	Olsen- P	K	Na	Ca	Mg	%	%	%
0-10	18,6	331	54	11,1	14,2	20	47	33
10-20	18,8	326	53	11,2	14,1	19	48	33
20-30	21,0	304	44	11,5	14,6	18	48	34
30-40	20,8	305	44	11,5	14,6	18	48	34

**Tabela 2 –** Descrição dos tratamentos

Tratamento	Biochar (t ha <sup>-1</sup> )	Fertilizante Nitrogenado (kg ha <sup>-1</sup> )
Controle-0	0	0
Controle-100	0	225
Biochar-0	10	0
Biochar-100	10	225