



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

DISPONIBILIDADE DE NITROGÊNIO PARA PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS EM SOLO TRATADO COM DOSES DE LODO DE ESGOTO

Beatriz de Souza **Domingues**¹; Cristiano Alberto de **Andrade**²; Adriana Marlene Moreno **Pires**³;
Nadiane Aparecida Pereira de **Souza**⁴; Valéria Pimentel **Barbosa**⁵.

Nº 14403

RESUMO – *O uso de lodo de esgoto como fertilizante orgânico é uma interessante opção de disposição deste resíduo sólido urbano. Uma das recomendações de cálculo de dose baseia-se na disponibilidade de nitrogênio presente no lodo de esgoto. Ainda existem dúvidas quanto a esta recomendação no que se referem a solos que foram tratados sucessivamente com este resíduo. Este trabalho teve como objetivo estudar a fitodisponibilidade de nitrogênio em solo tratado com lodo de esgoto desde 1999, por meio da avaliação do teor e quantidade absorvida de nitrogênio e produção de massa seca e produtividade de milho. Os tratamentos consistiram na adição de doses crescentes de lodo de esgoto: sem o resíduo, dose recomendada, duas e oito vezes a dose recomendada. A quantidade de nitrogênio (N) absorvida pelas plantas de milho superou a quantidade disponível estimada por meio de cálculo seguindo-se a Resolução 375. No entanto, incrementos na absorção de N e na produtividade da cultura foram observados até dose correspondente a cinco vezes a recomendada, o que significa que a mineralização do N remanescente de aplicações anteriores não foi suficiente para garantir a produtividade máxima nas condições do estudo.*

Palavras-chaves: resíduo sólido urbano; fitodisponibilidade; milho.

1. Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Ciências Biológicas, IB / UNICAMP, Campinas-SP; beatriz92domingues@gmail.com.
2. Orientador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; cristiano.andrade@embrapa.br.
3. Colaboradora: Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.
4. Bolsista FAPESP: Mestranda do Instituto Agrônomo de Campinas- IAC, Campinas-SP.
5. Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Gestão Ambiental, IFSULDEMINAS- Campus Inconfidentes, Inconfidentes- MG.



**8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo**

ABSTRACT- *The use of sewage sludge as an organic fertilizer is an interesting option for disposal of this urban solid waste. One of the doses calculations is based on sewage sludge nitrogen availability. There are doubts about the suitability of this recommendation for soils treated consecutively with this residue. The objective of this study was to investigate nitrogen phytoavailability in soils treated consecutively with sewage sludge (since 1999) through the evaluation of nitrogen concentration and absorption by corn plants and dry matter and grain production. The treatments consisted on application of increasing doses of sewage sludge. Nitrogen quantity absorbed by maize plants overcame the available quantity estimated following Conama's Resolution. However, increases on nitrogen absorption and maize productivity were observed until the addition of 5 times the recommended dose. Therefore, the mineralization of nitrogen reminiscent from previous applications was not sufficient to guarantee maximum productivity on the study conditions.*

Key-words: urban solid waste, phytoavailability, maize.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento de esgotos gera um resíduo orgânico denominado lodo de esgoto e, apesar do tratamento de esgotos ainda ser precário no Brasil, a destinação deste resíduo já merece atenção. Algumas opções de destinação são aterro sanitário, reuso industrial (fabricação de tijolos, cimento), incineração, conversão em óleo combustível e uso agrícola. Uma vez que o lodo de esgoto geralmente é rico em nutrientes e matéria orgânica, sua aplicação no solo como fertilizante orgânico é um meio de disposição interessante. A aplicação deste resíduo no solo promove os mesmos benefícios conhecidos para a adição de matéria orgânica, como, por exemplo, aumento da retenção de água em solos arenosos e melhoria de permeabilidade e infiltração em solos argilosos (BETTIOL & CAMARGO, 2006).

No Brasil, a aplicação deste resíduo no solo agrícola é normatizada pela Resolução Conama 375 (CONAMA, 2006), cuja dose para aplicação no campo geralmente é definida em função do nitrogênio (N) do resíduo e demanda pela cultura. A planta absorve formas inorgânicas (nitrato e amônio) de nitrogênio, entretanto, no lodo este nutriente encontra-se predominantemente sob formas orgânicas. Por isso, taxa de mineralização de nitrogênio (TMN), que corresponde à porcentagem de N que será mineralizada durante o ciclo da cultura, é indicada na resolução conforme o tipo de lodo de esgoto gerado na estação. O valor da TMN definido em função do



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

tratamento do esgoto, por exemplo, igual a 30%, significa que 30% do total de N aplicado via lodo no solo será mineralizado durante o ciclo de produção da cultura e 70% será remanescente no solo.

A Resolução 375 (CONAMA, 2006) não considera o remanescente de N não mineralizado no primeiro ciclo em cálculos posteriores da dose para aplicação, de modo que áreas com sucessivas aplicações de lodo podem exibir excesso de N mineralizado (COSCIONE et al., 2010), suplantando a demanda das plantas. O excesso de N inorgânico no solo implica em riscos ambientais principalmente associados ao nitrato (NO_3^-), uma das formas inorgânicas de N, que é pouco retido no solo devido a sua carga negativa, podendo contaminar o lençol freático.

Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada com o objetivo de estudar a disponibilidade do N em solo tratado sucessivamente com doses de lodo de esgoto, por meio de avaliação do N absorvido e da produtividade do milho. Partiu-se da hipótese de que a absorção de N pela cultura do milho supera o N disponível do lodo calculado de acordo com a Resolução 375 (CONAMA, 2006), porém doses acima da recomendada seguindo-se a referida resolução não resultam em aumento de produtividade do milho, função da mineralização de fração remanescente de N.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área estudada está localizada no campo experimental pertencente a Embrapa Meio Ambiente (CNPMA), no município de Jaguariúna, SP (Figura 1). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho de textura argilosa (Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos - EMBRAPA, 2006).

O experimento foi iniciado em 1999 (BETTIOL & CAMARGO, 2000; BETTIOL & CAMARGO, 2006), com aplicações anuais de lodo de esgoto até 2010 e nova aplicação em 2012. As parcelas são de 200 m² e os tratamentos são: 0, 1, 2 e 8 vezes a dose recomendada de N para a cultura do milho (120 kg ha⁻¹, segundo Raij et al. 1997), denominados 0N, 1N, 2N, e 8N, respectivamente. O lodo, proveniente da ETE de Jundiaí/SP, foi aplicado manualmente em área total e posteriormente incorporado na camada de 0-20 cm com enxada rotativa.



Foto: Priscila Grutzmacher

Figura 1. Área experimental da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna- SP.

Ao final do ciclo da cultura foram coletadas seis plantas de cada parcela para avaliação do teor e da quantidade absorvida de nitrogênio, bem como produção de massa seca e grãos. As amostras foram secas a 65°C em estufa para determinação de massa seca. Em seguida foram moídas em moinho de faca e peneiradas para determinação do teor de N nos tecidos vegetais por meio de analisador CN (Analisador Elementar Truspec CN – LECO).

As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2008), usando análise de variância considerando o delineamento em blocos ao acaso e posterior análise de regressão para os níveis do fator estudado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fator dose foi significativo para teor de nitrogênio nas folhas de milho, com incremento desses teores em função do aumento da dose de lodo aplicada (Figura 2). Entretanto, para a dose mais alta a resposta quanto ao teor foi menos acentuada, indicando que as plantas não absorveram nitrogênio de forma diretamente proporcional ao aplicado.

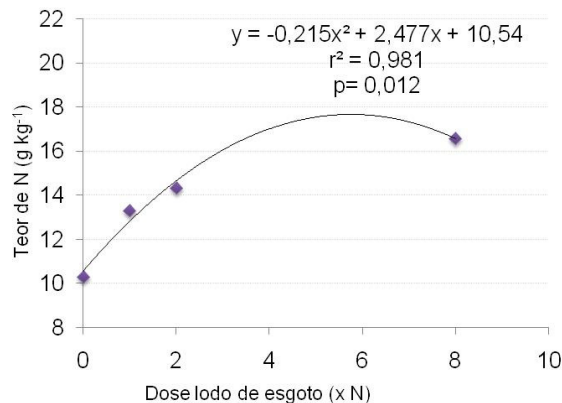


Figura 2. Teor de nitrogênio em folhas de milho cultivado em solo que recebeu doses de lodo de esgoto. 0N - sem aplicação; 1N - dose recomendada de lodo calculada para fornecer 120 kg ha⁻¹ de N, considerando 30% como taxa de mineralização do N; 2N e 8N – doses correspondentes a 2 e 8 vezes a dose recomendada.

A quantidade de nitrogênio absorvida pelas plantas também foi influenciada pelas doses de lodo de esgoto aplicadas (Figura 3). O modelo quadrático indica que a maior absorção ocorreu quando a dose adicionada foi aproximadamente 5,4 N, sendo verificado o declínio na absorção de N em doses superiores à citada. Neste caso, há grande probabilidade de ocorrer excesso de nitrogênio mineralizado no solo e conseqüente lixiviação do mesmo, podendo atingir o lençol freático e coleções hídricas. O enriquecimento de corpos de água com nitrogênio pode resultar na deterioração da qualidade hídrica e crescimento exacerbado algas, inclusive de cianobactérias potencialmente tóxicas, tornando-se um risco à saúde do ecossistema, além de implicar em aumento no custo do tratamento da água para abastecimento (ABE & GALLI, 2010).

O total de nitrogênio absorvido no tratamento em que foi adicionada a dose recomendada (1N) é de 418 kg ha⁻¹. Considerando-se que o cálculo desta dose foi realizado de maneira que 120 kg ha⁻¹ fossem disponibilizados, esta maior disponibilidade é atribuída à mineralização do N remanescente de aplicações anteriores. Este resultado indica que o residual de aplicações anteriores deve ser considerado no cálculo de nova dose do resíduo a ser aplicada. Vale ressaltar que a última aplicação foi realizada após 2 anos de pousio na área, sem aplicação do resíduo.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

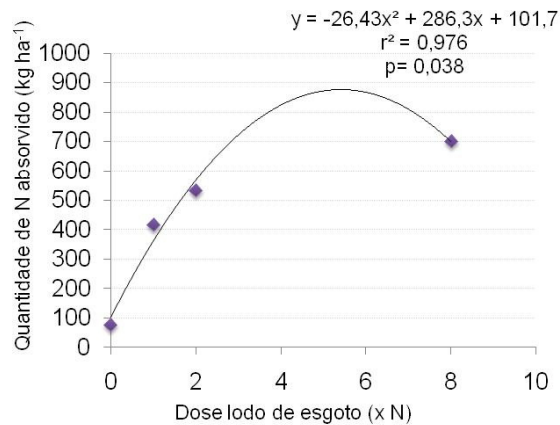


Figura 3. Quantidades de nitrogênio absorvido pelo milho cultivado em solo que recebeu doses de lodo de esgoto. 0N - sem aplicação; 1N - dose recomendada de lodo calculada para fornecer 120 kg ha⁻¹ de N, considerando 30% como taxa de mineralização do N; 2N e 8N – doses correspondentes a 2 e 8 vezes a dose recomendada.

As doses de lodo de esgoto também alteraram a produção de massa seca (Figura 4). A produção da massa seca no tratamento 1N (dose recomendada) foi 76% maior do que no 0N (testemunha), o que obviamente era esperado, uma vez que neste tratamento não é realizada a fertilização. Entretanto, ao se duplicar a dose de nitrogênio adicionada (2N), ocorreu aumento de apenas 18% da produção de massa seca. A dose 8N praticamente resultou na mesma produção de massa seca que a 2N, indicando que neste caso não ocorre mais resposta em função da adição de N.

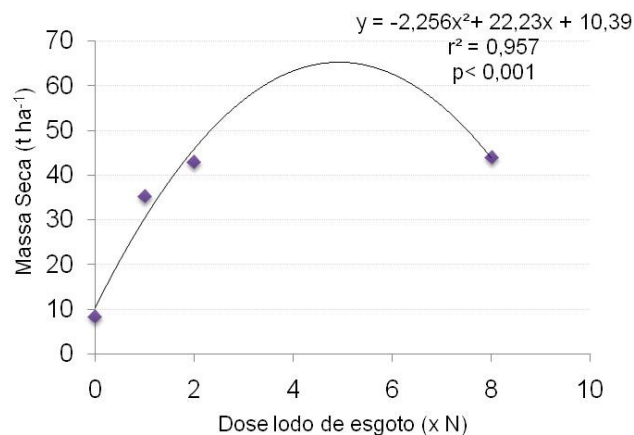


Figura 4. Massa seca de milho cultivado em solo que recebeu doses de lodo de esgoto. 0N - sem aplicação; 1N - dose recomendada de lodo calculada para fornecer 120 kg ha⁻¹ de N, considerando 30% como taxa de mineralização do N; 2N e 8N – doses correspondentes a 2 e 8 vezes a dose recomendada.



As doses de lodo de esgoto influenciaram a produção de grãos, sendo que das doses avaliadas, a dose recomendada resultou na maior produtividade (Figura 5). De acordo com o modelo quadrático obtido, a maior produção de grãos seria atingida com a adição de aproximadamente 4,7 vezes a dose recomendada de lodo de esgoto. Destaca-se, porém, que a produção observada na dose 2N foi menor que a recomendada. A produção máxima é de aproximadamente 11,6 toneladas (4,7N) e a produção com a dose recomendada foi de 8,9 toneladas. Neste caso, é importante considerar se o custo da aplicação de uma dose quase 5 vezes maior do que a recomendada compensaria o ganho de produtividade que seria obtido.

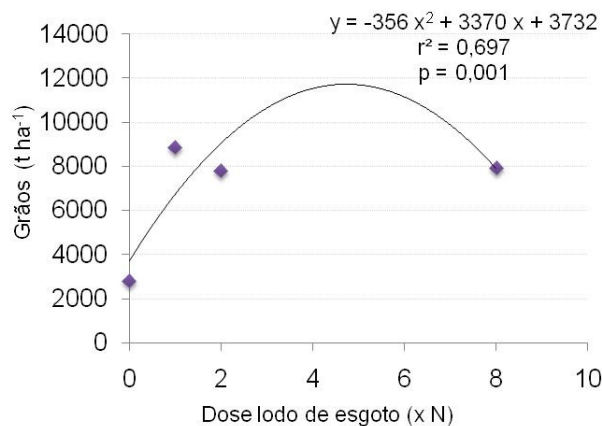


Figura 5. Produção de grãos de milho cultivado em solo que recebeu doses de lodo de esgoto. 0N - sem aplicação de; 1N - dose recomendada de lodo calculada para fornecer 120 kg ha⁻¹ de N, considerando 30% como taxa de mineralização do N; 2N e 8N – doses correspondentes a 2 e 8 vezes a dose recomendada.

3 CONCLUSÃO

A quantidade de nitrogênio (N) absorvida pelas plantas de milho superou a quantidade disponível estimada por meio de cálculo seguindo-se a Resolução 375 (CONAMA, 2006). No entanto, incrementos na absorção de N e na produtividade da cultura foram observados até dose correspondente a cinco vezes a recomendada, o que significa que a mineralização do N remanescente de aplicações anteriores não foi suficiente para garantir a produtividade máxima nas condições do estudo.

4 AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPQ – PIBIC, pela bolsa concedida. À Embrapa Meio Ambiente, pela oportunidade de estágio, e a todos que colaboraram para a realização desse trabalho.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, D. S.; GALLI, C. S. **Disponibilidade, Poluição e Eutrofização das Águas**. In: Águas do Brasil. Análises Estratégicas, Cap. 10, Ed.: Academia Brasileira de Ciências, Instituto de Botânica, 2010. p.165-174.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Ed.). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312p.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A., (Eds.). **Lodo de Esgoto: Impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. p.25-36.

CONAMA. (2006) Conselho Nacional do Meio Ambiente. Definir critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dar outras providências. **Resolução n.º 375**, de 29 de agosto de 2006.

COSCIONE, A. R. ; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A. M. M. **Uso agrícola do lodo de esgoto: avaliação após resolução nº 375 do CONAMA**. Aline R. Coscione, Thiago A.R. Nogueira, Adriana M.M. Pires. - Botucatu: FEPAF, 2010. 407 p. ISBN: 978-85-98187-28-0.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/ Fundação IAC. 1997. 285p.