

Suplementação do solo com lodo de esgoto: efeito de aplicações frequentes e residual na produtividade do milho

ROSANA FARIA VIEIRA ⁽¹⁾, CIBELE SUZART ⁽²⁾

RESUMO: Neste trabalho foi avaliada a dinâmica do N mineral e a produtividade do milho em solo que vem, a longo tempo, recebendo aplicações de lodos de esgoto provenientes das estações de Tratamento de Franca e de Barueri, ou que recebeu lodo de esgoto por certo período de tempo. As aplicações iniciaram-se em 1999 a taxas que variaram na dose recomendada, tomando-se como base os requerimentos da planta em N, até uma taxa 8 vezes maior. Nos anos de 2004 e 2005 os lodos não foram aplicados. Em 2006 e 2007 somente foi aplicado o lodo de Franca. Os resultados deste trabalho referem-se às coletas de solo feitas no ano agrícola 2007/2008. Os tratamentos com lodo foram comparados com o tratamento com fertilização mineral (FM) e com o tratamento testemunha (T), que não recebeu fertilizantes e nem lodo. Os teores de N no solo aumentaram com as doses do lodo de Franca, o que não ocorreu com o lodo de Barueri. As produtividades do milho foram maiores nos tratamentos com o lodo de Franca e não diferiram com as doses aplicadas. Nos tratamentos com o lodo de Barueri as produtividades foram menores que as obtidas com o lodo de Franca, mas foram semelhantes às obtidas no tratamento com FM. A menor produtividade foi obtida no tratamento T. Os maiores teores de N totais nos grãos foram obtidos nos tratamentos com o lodo de Franca sem diferença entre as doses.

Palavras-Chave: (lodo de esgoto, nitrogênio, produtividade do milho)

Introdução

O lodo de esgoto é amplamente utilizado como fertilizante do solo em decorrência de seu conteúdo em nutrientes, especialmente N e P. A sua mineralização libera grandes quantidades de nitrogênio como amônio, que é por meio do processo de nitrificação, transformado em nitrato. Este nitrato, por meio dos processos de lixiviação e desnitrificação, pode contaminar águas subterrâneas ou ser emitido para a atmosfera na forma de óxido nitroso. Por esta razão, é importante entender a dinâmica do nitrogênio mineral oriundo de solos suplementados com lodo de esgoto, no sentido de ajustar as doses a serem aplicadas às reais necessidades da cultura. Os cálculos das quantidades de lodo a serem aplicadas são baseados nas necessidades da planta em N e em ensaios de

mineralização do N orgânico do composto, sob condições controladas. No campo, fatores como chuva e sua distribuição sazonal (Hunt et al., 2004), umidade do solo (Pascual et al., 2004) e temperatura (Katterer et al., 1998), ciclos de umedecimento e secagem (Kruse et al., 2004), ou textura do solo (Schjonning et al., 1999) influenciam a decomposição da matéria orgânica incorporado ao solo. Estes fatores não são considerados nos ensaios de laboratório para determinação das quantidades de lodo a serem aplicadas no campo. Além disso, altas perdas de N podem ocorrer nos primeiros dias após a aplicação do lodo, em decorrência da baixa demanda de N pela planta (Vieira et al., 2005) e também em virtude da adição de fontes solúveis de C, que aumenta a atividade dos microrganismos. Ademais, o efeito residual da aplicação do lodo não é usualmente considerado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de sucessivas aplicações de lodo de esgoto e o seu efeito residual, na dinâmica do N mineral no solo, no início do ciclo vegetativo do milho. Foi também avaliado o efeito da suplementação do solo com diferentes doses e tipos de lodo na produtividade e teor de N em grãos de milho.

Material e Métodos

O experimento vem sendo conduzido desde 1999 em uma área experimental da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna, SP, em Latossolo Vermelho distroférrico, textura média/argilosa. Dois tipos de lodos de esgoto são aplicados periodicamente. O lodo de Barueri (LB) recebe tanto esgotos domésticos como industriais, enquanto o lodo de Franca (LF) é predominantemente doméstico. As aplicações de lodo foram feitas em abril e novembro de 1999 e em novembro de 2000, 2001, 2002 e 2003. Em 2004 e 2005 os lodos não foram aplicados. Em 2006 e 2007 somente foi aplicado o lodo de Franca. As amostras de solo deste trabalho foram coletadas no ano agrícola 2007/2008.

O experimento foi montado em delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições e os seguintes tratamentos: testemunha, sem aplicação de fertilizantes ou lodo de esgoto (T), aplicação de fertilizantes minerais (FM) e doses 1, 2, 4 e 8 de lodo de esgoto. A dose 1 foi calculada considerando o N recomendado para a cultura do milho (AG 4051). As doses 2, 4 e 8 foram duas, quatro e oito vezes maiores

⁽¹⁾Primeira autora é pesquisadora na área de Microbiologia Ambiental da Embrapa Meio Ambiente, CP 69, Jaguariúna, SP, CEP 13820-000. E-mail: rosana@cnpma.embrapa.br.

⁽²⁾Segunda autora é bolsista PIBIC na área de Microbiologia Ambiental da Embrapa Meio Ambiente, CP 69, Jaguariúna, SP, CEP 13820-000.

que a dose 1. Doses suplementares de K foram adicionadas devido ao baixo teor deste elemento nos lodos. Os compostos foram sempre uniformemente distribuídos na superfície do solo e incorporados à profundidade de 0-20 cm. Cada parcela experimental (20 m x 10 m) é constituída por 12 linhas de milho espaçadas de 0.9 m com aproximadamente 5 sementes por metro. As coletas de solo, em todos os tratamentos, para análise dos teores de N mineral foram feitas antes da aplicação do lodo de Franca em 2007 e aos 5, 10, 13 e 18 dias após a incorporação do lodo (DAIL). Foram retiradas cinco subamostras por parcela, a 0-20 cm de profundidade, que foram homogeneizadas para formar uma amostra composta. As determinações dos teores de N mineral nos extratos foram realizadas por destilação a vapor utilizando óxido de magnésio e liga de Devarda (Tedesco et al., 1985). Ao final do experimento foram avaliadas as produtividades em cada tratamento e os teores de N total nos grãos (Tedesco et al., 1985)

Resultados

Na tabela 1 são apresentados os dados de análise de solo de todos os tratamentos realizada antes da adição do lodo de Franca no ano agrícola 2007/2008.

Os teores de N mineral no solo não foram significativamente diferentes entre os vários tratamentos na avaliação realizada antes do início do experimento (T= 0 dias) (Tabela 2). Os valores variaram de 61 a 80 mg kg⁻¹ de solo, com um valor médio em torno de 70 mg kg⁻¹ de solo. Nos dias subsequentes à aplicação do lodo de Franca verificaram-se aumentos dos teores de N mineral com o aumento das doses do lodo. Estes aumentos não foram, porém, proporcionais às quantidades aplicadas do composto. No tratamento com a maior dose, por exemplo, que foi 8 vezes maior que a menor dose, os teores de N mineral foram, em média, 6,8 vezes maiores que os obtidos no tratamento 1LF. Os teores de N mineral na menor dose do lodo de Franca, em todas as épocas, foram, em média, 33% maiores que aqueles obtidos nos tratamentos T e FM. Nos tratamentos com o lodo de Barueri os teores de N mineral não diferiram significativamente daqueles dos tratamentos T e FM, independentemente da dose aplicada.

Aos 10 dias verificou-se o maior aumento na mineralização do N orgânico em todos os tratamentos.

As maiores produtividades do milho foram obtidas no solo suplementado com lodo de Franca (Figura 1). Não houveram diferenças significativas em relação às doses aplicadas. Nos tratamentos com o lodo de Barueri, as produtividades nas doses 1, 2 e 4 não diferiram significativamente daquela obtida no tratamento FM. As menores produtividades foram obtidas no tratamento 8LB seguido pelo tratamento testemunha.

Os maiores teores de N mineral nos grãos foram obtidos nos tratamentos com o lodo de Franca e não houveram diferenças significativas entre doses (Figura 2). Teores intermediários foram obtidos nos tratamentos com o lodo de Barueri e o tratamento de

fertilização mineral. O menor teor de N mineral nos grãos foi obtido no tratamento testemunha.

Discussão

Os resultados de N mineral no solo aos 10 DAIL demonstra que a aplicação de lodo de esgoto ao solo mesmo em doses calculadas segundo as necessidades da planta em N, pode ocasionar perdas deste elemento para o ambiente. No cálculo da determinação das doses a serem aplicadas, além de não serem consideradas as variações climáticas que influenciarão na mineralização do N orgânico a campo, não são também consideradas as relações entre a atividade dos microrganismos e os fatores edafoclimáticos. Quando o lodo é aplicado ao solo a matéria orgânica lábil provoca um rápido aumento na atividade microbiana heterotrófica do solo (Brendecke et al., 1993; Kuzyakov et al., 2000) provocando acentuado aumento dos teores de N mineral poucos dias após a sua adição ao solo. Se este aumento na atividade microbiana estiver associado a períodos de intensa precipitação pluvial pode haver perdas deste elemento para o ambiente mesmo quando o lodo é aplicado em doses que são consideradas corretas. No caso do lodo de Franca, embora os teores de N mineral não diferissem entre os tratamentos FM, 1LF e 2LF, aos 10 DAIL, os teores de nitrato apresentaram aumentos crescentes com as doses do lodo (dados não apresentados). Nos tratamentos 1LF e 2LF estes aumentos foram de 37% e 73%, respectivamente, em relação ao tratamento FM.

Os resultados relativos aos teores de N mineral nos tratamentos com o lodo de Barueri, demonstram que o efeito residual da aplicação deste composto não está associado às doses de lodo aplicadas, mesmo com a maior dose sendo 8 vezes maior que a dose recomendada (exceção aos 10 dias). Em todos os tratamentos os teores de N mineral não diferiram daqueles obtidos no tratamento FM. Apesar disso as produtividades nas parcelas suplementadas com o lodo de Barueri foram menores que as obtidas nos tratamentos com o lodo de Franca ou com a aplicação de fertilizante nitrogenado. Estes dados demonstram que outros fatores não associados a teores de nutrientes podem estar afetando a planta. O lodo de Barueri é de origem industrial e seus teores de metais pesados são bem maiores que os encontrados no lodo de Franca. Ademais deve ser verificado a presença de algum outro composto ou substância presente neste lodo, que pode estar afetando a produção do milho mesmo após 3 anos da sua última aplicação ao solo. Os teores de outros nutrientes essenciais ao crescimento do milho não foram considerados limitantes (dados não apresentados).

Conclusões

A suplementação do solo com doses crescentes do lodo de esgoto de Franca aumentou as quantidades de N mineral no solo a uma extensão relacionada às suas taxas de aplicação, mas isto não foi traduzido em aumento de produção ou em maiores teores de N nos grãos de milho.

Os teores residuais de N mineral no solo não estiveram relacionados às doses de lodo aplicadas.

Dos dados de produtividade conclui-se que outros fatores associados ao lodo, que não o fornecimento de nutrientes essenciais, poderão afetar a produção final das culturas.

Referências

- [1] BRENDENCKE, J.W.; AXELSON, R.D. & PEPPER, I.L. Soil microbial activity as an indicator of soil fertility – Long term effects of municipal sewage-sludge on an arid soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 25:751-758, 1993.
- [2] HUNT, J.E.; KELLIHER, F.M.; MCSEVENY, T.M. ROSS, D.J.; WHITEHEAD, D. 2004. Long-term carbon exchange in a sparse, seasonally dry tussock grassland. *Global Change Biology*, 10:1785-1800.
- [3] KÄTTERER, T.; REICHSTEIN, M.; ANDREN, O.; LOMANDER, A.1998. Temperature dependence of organic matter decomposition: a critical review using literature data analysed with different models. *Biology and Fertility of Soils*, 27:258-262.
- [4] KRUSE, J.; KISSEL, D.E.; CABRERA, M.L. 2004. Effects of drying and rewetting on carbon and nitrogen mineralization in soils and incorporate residues. *Nutrient Cycling in Agroecosystem*, 69:247-256.
- [5] KUZYAKOV, Y.; FRIEDEL, J.K.; STAHR, K. Review of mechanisms and quantification of priming effects. *Soil Biology and Biochemistry*, 32:1485-1498, 2000
- [4] PASCUAL, I.; ANTOLÍN, M.C.; GARCÍA, C.; POLO, A.; SÁNCHEZ-DÍAZ, M. 2004. Plant availability of heavy metals in a soil amended with a high dose of sewage sludge under drought conditions. *Biology and Fertility of Soils*, 40:291-299.
- [5] SCHJÖNNING, P.; THOMSEN, I.K.; MOBERT, J.P.; de JONGE, H.; KREISENSEN, K.; CHRISTENSEN, B.T. 1999. Turnover of organic matter in different textured soils: I. Physical characteristics of structurally disturbed and intact soils. *Geoderma*, 89:177-198.
- [6] TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre; UFRGS, 1985, p.2.54-2.64. (Boletim Técnico, 5).
- [7] VIEIRA, R.F.; MAIA, A.H.N.; TEIXEIRA, M.A. 2005. Inorganic nitrogen in a tropical soil with frequent amendments of sewage sludge. *Biology and Fertility of Soils*, 41:273-279.

Tabela 1. Análises químicas do solo nas parcelas dos diferentes tratamentos antes da aplicação do lodo de Franca no ano agrícola 2007/2008.

| Tratamentos | pH | Corg (%) | P (mg dm ⁻³) | K | Ca Mg | | CTC |
|-------------|------|----------|--------------------------|------|------------------------|-------|-------|
| | | | | | mmol. dm ⁻³ | | |
| T | 5,26 | 1,47 | 3,00 | 0,43 | 26,33 | 13,00 | 66,80 |
| FM | 5,13 | 1,73 | 16,00 | 1,10 | 29,00 | 12,33 | 73,73 |
| 1LF | 5,13 | 1,60 | 20,30 | 0,97 | 27,67 | 11,33 | 70,93 |
| 2LF | 5,20 | 1,74 | 39,30 | 0,77 | 31,67 | 13,33 | 76,23 |
| 4LF | 4,96 | 1,76 | 53,00 | 0,80 | 33,67 | 12,33 | 82,37 |
| 8LF | 4,67 | 2,02 | 117,00 | 0,77 | 32,33 | 11,33 | 93,87 |
| 1LB | 5,37 | 1,74 | 22,00 | 0,73 | 32,67 | 15,33 | 77,77 |
| 2LB | 5,33 | 1,88 | 48,30 | 0,77 | 37,00 | 14,67 | 82,23 |
| 4LB | 5,27 | 1,86 | 91,00 | 0,47 | 39,33 | 15,00 | 85,77 |
| 8LB | 5,10 | 2,02 | 124,30 | 0,57 | 33,67 | 13,33 | 84,40 |

T, testemunha, FM, fertilização mineral, 1LF, dose 1 do lodo de Franca; 2LF, 4LF e 8LF, duas quatro e oito vezes a dose 1LF; 1LB, dose 1 do lodo de Barueri; 2LB, 4LB e 8LB, duas , quatro e oito vezes a dose 1LB.

Tabela 2. Teores totais de N mineral (mg kg⁻¹) a 0-20 cm de profundidade em solo suplementado com dois tipos de lodo de esgoto em diferentes épocas do ciclo inicial de crescimento do milho ⁽¹⁾.

| Tratamentos | Dias após a aplicação do lodo de Franca | | | | |
|-------------------|---|----------|-----------|----------|----------|
| | 0 | 5 | 10 | 13 | 18 |
| T | 66,06 a | 67,16 d | 137,34 d | 81,65 d | 72,03 d |
| FM | 63,91 a | 71,15 d | 139,39 d | 73,74 d | 70,84 d |
| 1LF | 61,87 a | 86,02 d | 215,46 cd | 89,49 cd | 96,43 d |
| 2LF | 64,02 a | 143,11 c | 291,11 c | 125,51 c | 155,30 c |
| 4LF | 80,15 a | 230,92 b | 516,99 b | 176,51 b | 204,25 b |
| 8LF | 76,18 a | 58,01 a | 840,46 a | 374,06 a | 463,90 a |
| 1LB | 68,33 a | 60,22 d | 137,93 d | 86,56 cd | 92,63 d |
| 2LB | 71,97 a | 65,31 d | 164,54 d | 69,49 d | 74,87 d |
| 4LB | 69,64 a | 74,65 d | 170,43 cd | 83,19 cd | 82,54 d |
| 8LB | 80,41 a | 79,53 d | 207,09 cd | 87,23 cd | 106,67 d |
| EP ⁽²⁾ | 4,97 | 27,69 | 41,05 | 14,61 | 14,06 |

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste LSD (P<0,05)

⁽²⁾ Erro padrão. FM, fertilização mineral, 1LF, dose 1 do lodo de Franca; 2LF, 4LF e 8LF, duas quatro e oito vezes a dose 1LF; 1LB, dose 1 do lodo de Barueri; 2LB, 4LB e 8LB, duas , quatro e oito vezes a dose 1LB.

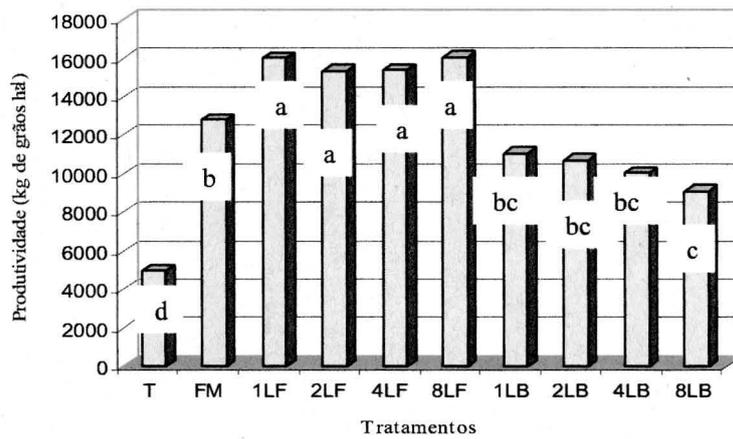


Figura 1. Produtividade do milho nos diferentes tratamentos no ano agrícola 2007/2008. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste LSD ($P \leq 0,05$).

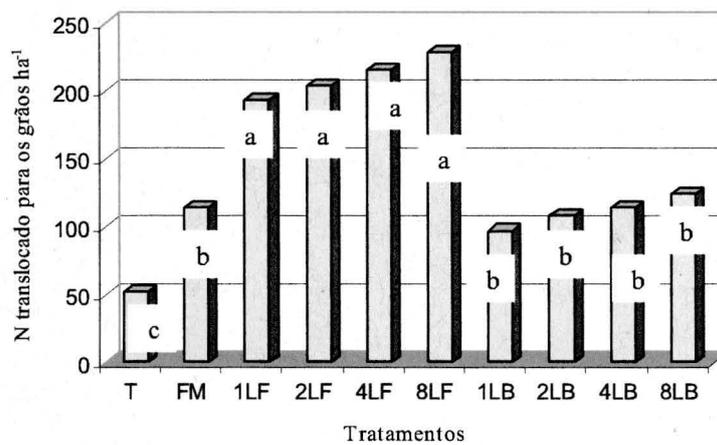


Figura 2. N translocado para os grãos nos diferentes tratamentos no ano agrícola 2007/2008. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste LSD ($P \leq 0,05$).