

## Concentração de Fósforo e Produtividade de Milho decorrentes a Adubação com Lodo de Esgoto <sup>(1)</sup>.

Morgana Scaramussa Gonçalves<sup>(2)</sup>; Heitor Rodrigues<sup>(3)</sup>; Afonso Zucolotto Venturin<sup>(4)</sup>; Aline Azevedo Nazário<sup>(5)</sup>; Marjorie Freitas Spadeto<sup>(6)</sup>; Giovanni de Oliveira Garcia<sup>(7)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq

<sup>(2)</sup> Estudante de Graduação; Universidade Federal do Espírito Santo; Alegre, Espírito Santo; Endereço eletrônico: morganascg@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Estudante de mestrado; Universidade Federal do Espírito Santo; Alegre, ES; Endereço eletrônico: heitor\_pancas@hotmail.com; <sup>(4)</sup> Estudante de Graduação; Universidade Federal do Espírito Santo; Alegre, ES; Endereço eletrônico: afonsozv@hotmail.com; <sup>(5)</sup> Estudante de doutorado; Universidade Estadual de Campinas; Campinas, SP; Endereço eletrônico: aline.a.n@hotmail.com; <sup>(6)</sup> Estudante de Graduação; Universidade Federal do Espírito Santo; Alegre, ES; Endereço eletrônico: marjorie\_vni@hotmail.com; <sup>(7)</sup> Professor Orientador; Universidade Federal do Espírito Santo; Alegre, ES; Endereço eletrônico: giovanni.garcia@ufes.br.

**RESUMO:** O lodo de esgoto doméstico é um subproduto obtido a partir do tratamento do esgoto doméstico e sua disposição final ainda é um fator a ser definido. Considerando a agricultura como um grande potencial da reutilização de resíduos os quais pode ser fontes de nutrientes as plantas foi pesquisado nesse subprojeto a utilização do lodo no cultivo da cultura do milho avaliando a concentração de fósforo no solo e produção de sementes da cultura. O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 3X5 (três tratamentos e cinco períodos de avaliação). Os tratamentos foram constituídos na comparação da adubação mineral com aplicação de lodo de esgoto e lodo de esgoto com suplementação mineral. As avaliações foram feitas em cinco épocas sendo antes do plantio, na fase de crescimento da cultura, floração, enchimento de grãos e no período de colheita. O trabalho conduzido mostrou resultados positivos em relação a utilização do subproduto, visto que propiciou melhoras no aporte de fósforo no solo e incremento na produtividade de sementes de milho.

**Termos de indexação:** Nitrogênio e *Zea mays*.

### INTRODUÇÃO

A crescente demanda da sociedade pela manutenção e melhoria das condições ambientais tem exigido das autoridades e das empresas públicas e privadas atividades capazes de compatibilizar o desenvolvimento, às limitações da exploração de recursos naturais.

Os estudos com lodo de esgoto, subproduto gerado nas estações de tratamento de esgotos urbanos indicam que ele possui alguns nutrientes essenciais às plantas, é rico em matéria orgânica, e atua como um condicionador do solo, melhorando sua estrutura. Quando tratado e processado, o lodo recebe o nome de biossólidos e adquire características que permitem sua utilização agrícola

de maneira racional e ambientalmente segura (Barbosa, 2006).

Sob o ponto de vista ambiental, a reciclagem agrícola do lodo de esgoto é uma alternativa conveniente, propiciando economia de energia e de reservas naturais, diminuindo as necessidades de fertilização mineral.

O lodo de esgoto tem apresentado bons resultados como fertilizante para diversas culturas, dentre elas o milho (Silva, 1997). As populações de milho são importantes por apresentarem elevado potencial de adaptação às condições ambientais específicas (ALBUQUERQUE, et al., 2003) e se destinar para o consumo humano e a alimentação de animais.

Devido à falta de conhecimento específico na região aliada à expansão das áreas agricultáveis, principalmente na agricultura familiar, este trabalho tem o objetivo elaborar índices técnicos científicos de utilização agrícola de lodo de esgoto doméstico na cultura do milho avaliando a concentração de fósforo no solo em diferentes períodos de avaliação, decorrentes da aplicação de lodo de esgoto doméstico provenientes da estação de esgoto doméstico de Pacotuba.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, conduzido em vasos com capacidade de 15 litros com o cultivar comercial de milho PL 6880, sendo semeadas cinco sementes por vaso e efetuado o desbaste aos quinze dias após plantio (DAP) deixando apenas uma planta por vaso.

A lâmina de irrigação equivalente à evapotranspiração real da cultura (ET<sub>r</sub>) foi calculada, em função da ET<sub>0</sub>, estimada por meio do método Padrão FAO 56 Penman Monteith, corrigida para os valores de K<sub>c</sub> da cultura e do coeficiente de

umidade do solo ( $K_s$ ), conforme descrito por Bernardo et al. (2005).

Os vasos foram preenchidos com Argissolo Vermelho Escuro o qual foi caracterizado quanto à fertilidade e retenção de água (**Tabela 1**).

**Tabela 1-** Valores médios das características químicas do solo utilizado no preenchimento dos vasos na montagem do experimento com o lodo de esgoto.

| Características                           | Valor |
|---|-------|
| Ph  | 5,7   |
| Fósforo ( $\text{mg dm}^{-3}$ )           | 7     |
| Potássio ( $\text{mg dm}^{-3}$ )          | 35    |
| Cálcio ( $\text{cmmolc dm}^{-3}$ )        | 1,8   |
| Magnésio ( $\text{cmmolc dm}^{-3}$ )      | 0,9   |
| Sódio ( $\text{mg dm}^{-3}$ )             | 32    |
| Alumínio ( $\text{cmmolc dm}^{-3}$ )      | 0     |
| H+AL ( $\text{cmmolc dm}^{-3}$ )          | 2     |
| CTC total ( $\text{cmmolc dm}^{-3}$ )     | 4,9   |
| CTC efetiva ( $\text{cmmolc dm}^{-3}$ )   | 2,9   |
| Saturação por bases (%)                   | 59,4  |
| Relação cálcio/magnésio                   | 2     |
| Relação cálcio/potássio                   | 20,1  |
| Relação magnésio/potássio                 | 10    |
| Soma de bases ( $\text{cmmolc dm}^{-3}$ ) | 2,9   |

### Tratamentos e amostragens

O experimento constituiu-se de três tratamentos (adubação normal, adubação nitrogenada a base de lodo de esgoto no plantio e adubação nitrogenada a base de lodo de esgoto no plantio com suplementação mineral) e cinco épocas de avaliação (antes do plantio, crescimento vegetativo, floração, enchimento de grãos e colheita) com cinco repetições.

O lodo utilizado no experimento foi proveniente da estação de tratamento de esgoto de Pacotuba e a dose aplicada foi determinada em função da concentração de nitrogênio presente no lodo (**Tabela 2**) e a requerida pela cultura (PREZOTTI, et al., 2007).

$$Q_s = \frac{N_{rec}}{C_k \times TR \times T_m}, \quad \text{onde:}$$

$Q_s$ = Quantidade de substrato ( $\text{t ha}^{-1}$ )  
 $T_m$ = percentual de mineralização (0,5)

$C_k$ = concentração de N do substrato ( $\text{g kg}^{-1}$ )

TR= taxa de recuperação da cultura (0,7)

$N_{rec}$ = dose de N recomendada ( $\text{kg ha ano}^{-1}$ )

O procedimento adotado constituiu em recolher amostras de 100 gramas homogeneizada de cada vaso e submetida à análise em laboratório, para determinar as concentrações fósforo. E a produção de grãos foi estimada por meio de pesagem dos mesmos, seguidos da debulha das espigas de cada vaso.

**Tabela 2-** Valores médios das características químicas do lodo de esgoto utilizado no experimento.

| Características                           | Valor   |
|---|---------|
| pH  | 6,1     |
| Nitrogênio ( $\text{dag kg}^{-1}$ )       | 1,1     |
| Fósforo ( $\text{dag kg}^{-1}$ )          | 0,4     |
| Potássio ( $\text{dag kg}^{-1}$ )         | 0,1     |
| Cálcio ( $\text{dag kg}^{-1}$ )           | 0,8     |
| Magnésio ( $\text{dag kg}^{-1}$ )         | 0,3     |
| Enxofre ( $\text{dag kg}^{-1}$ )          | 0,6     |
| Carbono ( $\text{dag kg}^{-1}$ )          | 8,0     |
| Matéria orgânica ( $\text{dag kg}^{-1}$ ) | 13,0    |
| Zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ )             | 465,3   |
| Ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ )             | 14130,0 |
| Manganês ( $\text{mg kg}^{-1}$ )          | 118,5   |
| Cobre ( $\text{mg kg}^{-1}$ )             | 73,3    |
| Boro ( $\text{mg kg}^{-1}$ )              | 3,0     |

### Análise estatística

O delineamento experimental utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco épocas de avaliação.

A análise estatística dos dados observados foi feita no software SAEG com base no teste de tukey adotando um nível de 5% de probabilidade para todos os dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 3** estão apresentados os resultados da análise estatística referente às concentrações de fósforo em cinco períodos de avaliação.

Observando as médias em coluna (letras maiúsculas), todos os tratamentos obtiveram diferenças significativas.

O tratamento com apenas lodo de esgoto apresentou os melhores valores para fósforo no solo

em todos os períodos de avaliação, em comparação com os outros tratamentos. O período de avaliação na fase de crescimento apresentou valor de 19,8 mg/dm<sup>3</sup> de fósforo no solo, na fase de crescimento inicial esse elemento é importantíssimo para a planta. Segundo Malavolta (1985), o fósforo possui um papel fundamental na vida das plantas, por participar dos chamados compostos ricos de energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), sendo absorvido pelas raízes como H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, encontrando-se no xilema em maior proporção nessa forma.

No período da colheita, o tratamento com lodo de esgoto se mostrou mais eficiente que os demais, proporcionando duas vezes mais fósforo no solo que o tratamento com adubação mineral, no mesmo período. Estudos realizados por Barbosa (2007) relatam que o lodo de esgoto possui efeito residual no solo e esse é responsável pelo aumento dos teores de fósforo no solo com o passar do tempo.

**Tabela 3** - Valores médios da concentração de Fósforo em mg/dm<sup>3</sup> obtidos em função dos tratamentos e períodos de avaliação no cultivo do cultivar de milho PL 6880.

| Períodos de avaliação | Tratamentos      |                                   |                |
|-----------------------|------------------|-----------------------------------|----------------|
|                       | Adubação Mineral | Adubação Mineral + Lodo de Esgoto | Lodo de Esgoto |
| Inicial               | 7,00 A a         | 7,00 B a                          | 7,00 C a       |
| Crescimento           | 9,40 A b         | 11,80 A b                         | 19,80 A a      |
| Floração              | 8,40 A a         | 7,00 B b                          | 12,00 B a      |
| Enchimento de Grãos   | 6,14 A a         | 4,56 B b                          | 10,17 B a      |
| Colheita              | 4,47 B b         | 3,90 B b                          | 8,96 B a       |

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula em coluna e minúscula em linha não diferem entre si a 5% de significância.

Observando as médias em linha (letras minúsculas), todos os períodos de tratamentos obtiveram diferenças significativas exceto o período inicial da cultura.

No período de avaliação da fase inicial da cultura, todos os tratamentos proporcionaram um aporte de fósforo ao solo de 7 mg/dm<sup>3</sup>, sendo satisfatório a germinação e crescimento inicial do milho.

Nos de mais períodos de avaliação houve diferença significativa entre os tratamentos em cada

fase da cultura, sendo que os tratamentos adubação mineral e lodo de esgoto não diferiram entre si, proporcionando maiores concentrações de fósforo no solo em relação ao tratamento com adubação mineral mais lodo de esgoto.

Na **tabela 4** estão apresentados os resultados da análise estatística referente às concentrações de fósforo em cinco períodos de avaliação.

**Tabela 4** - Valores médios do peso de sementes por vaso em gamas obtidos em função dos tratamentos no cultivo do cultivar de milho PL 6880.

| Característica | Tratamentos      |                                   |                |
|----------------|------------------|-----------------------------------|----------------|
|                | Adubação Mineral | Adubação Mineral + Lodo de Esgoto | Lodo de Esgoto |
| PSV            | 38,70 C          | 52,15 B                           | 61,99 A        |

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de significância.

A produção expressas por médias em valores de gramas de sementes por vaso extraídas de cada um dos três tratamentos, e houve diferença significativa entre os tratamentos onde o tratamento com lodo de esgoto apresentou melhor resultado que os demais tratamentos. Essa análise foi conclusiva para que determinássemos que a utilização do lodo de esgoto no cultivo de milho pode aumentar a produtividade da cultura em comparativo com os métodos convencionais de cultivo.

Segundo Melo e Marques (2000), o lodo de esgoto proporciona aumento na CTC e no pH do solo, promove redução nas concentrações de Al trocável, além de ser fonte de macro e micronutrientes para as culturas e aumentar a população microbiana benéfica do solo.

O tratamento com adubação convencional mais lodo de esgoto apresentou também melhores valores de produção em relação ao tratamento com adubação mineral, ou seja, utilizando-se lodo apenas no plantio já é possível aumentar a produção da cultura, porém essa produção aumenta ainda mais quando este lodo é utilizado em substituição total à fonte de nitrogênio. Pois, o lodo de esgoto segundo Sanepar (1997) contem nutrientes minerais, principalmente nitrogênio, fósforo e micronutrientes devido ao elevado teor em matéria orgânica, cujos efeitos no solo se fazem sentir a longo prazo.



## CONCLUSÕES

Após a análise de todos os resultados, pode-se concluir que houve diferença significativa entre o uso e o não uso do lodo. O uso do lodo de esgoto doméstico é benéfico ao solo e a planta, pois auxilia no aporte de fósforo no solo e resulta aumento na produtividade de grãos da planta de milho cultivar PL 6880, podendo ser usado com ou como adubo orgânico.

## REFERÊNCIAS

### a. Periódicos:

ALBUQUERQUE, P. E. P.; COUTO, L.; RESENDE, M. *A cultura do milho irrigado*. Brasília: Embrapa, 2003. 317p.

BARBOSA G. M. C.; TAVARES FILHO J. Uso agrícola do lodo de esgoto: influência nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. Londrina: Semina: Ciências Agrárias, v. 27, n. 4, p. 565-580, 2006.

BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. B.; FONSECA, I. C. B. Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, v.31, p.601-605, 2007.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Manual de irrigação*. 7. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2005, 611p.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M. G. (Ed.). *Fisiologia vegetal 1* São Paulo: EPU, 1985. p. 97-116.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Ed). *Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto*. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 312p.

### b. Livro:

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. *Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo - 5ª Aproximação*. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

### c. CD-ROM

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. & SHARMA, R.D. Utilização do lodo de esgoto como fonte de fósforo e nitrogênio para milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.