

## Crescimento e produtividade do girassol na segunda aplicação de lodo de esgoto em diferentes manejos

### Growth and yield responses of sunflower plants in the second year of sewage sludge application as a soil fertilizer under different management procedures

Thomaz Figueiredo LOBO<sup>1</sup>, Hélio GRASSI FILHO<sup>2</sup>, Hugo Alexandre COELHO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> aluno de doutorado, FCA – UNESP – Depto. de Agricultura, email: thomaz@fca.unesp.br

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, FCA – UNESP – Depto. de Recursos Naturais/ Ciência do solo, email: heliograssi@fca.unesp.br

<sup>3</sup> Aluno de graduação, FCA – UNESP, email: hacoelho@fca.unesp.br

#### Resumo

A utilização do lodo de esgoto em solos agrícolas vem tornando-se uma importante prática devido a sua riqueza em nutrientes, incremento de carbono e melhorias das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a produtividade do girassol em função da aplicação do lodo de esgoto por dois anos consecutivos. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu, em São Manuel, situada nas coordenadas 22°25' Latitude Sul, 48°34' Longitude Oeste, com altitude de 750 metros. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, constituído por 6 tratamentos e 5 repetições. A cultivar de girassol utilizada foi a HELIO 251, semeada em 28-11-2005. Os tratamentos foram os seguintes: T0 - sem adubação nitrogenada; T1 – adubação química convencional; T2 – 50% do N proveniente do lodo de esgoto e 50% da adubação química nitrogenada em cobertura; T3 – 100 % do N proveniente do lodo de esgoto; T4 – 150% do N proveniente do lodo de esgoto; T5 – 200% do N proveniente do lodo de esgoto. A dose de 150% de N proveniente do lodo de esgoto proporcionou um incremento na altura, diâmetro do caule e número de folhas do girassol. A combinação de 50% lodo de esgoto e 50% de adubação nitrogenada mineral proporcionou produtividade de aquênios superior à da adubação química convencional.

**Palavras-chave adicionais:** biossólido, material orgânico, nitrogênio, sustentabilidade.

#### Abstract

Sewage sludge, as a soil fertilizer for crop production, has become a very important agricultural input since it is rich in nutrients, adds carbon to the soil and improves its chemical, physical, and biological characteristics. The aim of this study was to evaluate the effects of sewage sludge applied as a fertilizer for two consecutive years on sunflower plant growth and productivity. The experiment was conducted at the Experimental Farm of the College of Agriculture, a unit of the São Paulo State University (UNESP), in São Manuel, state of São Paulo, Brazil. The soil where the experiment was set is a Red Oxisol. The experiment consisted of 6 treatments with 5 replications. The experimental units were distributed in the field according to a randomized complete block design. 'HELIO 251' was the sunflower cultivar used in the experiment. The treatments were as follows: T0: check (no nitrogen applied); T1: conventional chemical fertilization; T2: 50% of the N dose from sewage sludge and 50% from a chemical fertilizer in side dress application; T3: 100% of the N dose from sewage sludge; T4: 150% of the N dose from sewage sludge; T5: 200% of the N dose from sewage sludge. The 150% of the N dose from sewage sludge treatment caused the plants to increase in height, in stem diameter, and in number of leaves per plant. The mixture in equal proportion of sewage sludge and a chemical fertilizer (treatment T2) resulted in an achene yield higher than that of the chemical fertilizer alone (treatment T1).

**Additional keywords:** biosolids, organic material, nitrogen, sustainability.

#### Introdução

O nitrogênio (N) é o nutriente que mais limita a produção do girassol. É um nutriente essencial para o crescimento das plantas, pois é transformado em composto orgânico, se acumulando nas folhas e caules, para depois ser translocado para os aquênios. Uma boa nutrição

nitrogenada promove um bom desenvolvimento foliar antes da floração (ORDONEZ, 1990).

Para a cultura do girassol, o N é, em muitas condições, o elemento que proporciona maiores respostas em produção. As recomendações de adubação nitrogenada de cobertura variam de 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de N (CANTARELLA, 1985). Como esse elemento é extraído pela

cultura em grandes quantidades e não apresenta efeito residual direto no solo, a produtividade esperada é um componente importante para a definição das doses de N. Além do mais, o histórico da área e a cultura anterior também devem ser considerados para a definição da adubação nitrogenada (CANTARELLA, 1985).

Avaliações experimentais indicam que a produção máxima de girassol é alcançada com 80 a 90 kg ha<sup>-1</sup> de N; contudo, com aplicação de 40 a 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, obtêm-se 90% da produção relativa máxima, correspondendo à quantidade do nutriente economicamente mais eficiente (SMIDERLE et al., 2002).

O lodo de esgoto é um resíduo que contém teores elevados de N e apresenta bons teores de P e micronutrientes essenciais, como Fe e Zn. Normalmente, a concentração de K no lodo de esgoto é baixa para suprir as necessidades das culturas agrícolas. Quando aplicado em taxas agronômicas, o lodo de esgoto pode reduzir em muito o custo de produção, devido à menor utilização de fertilizantes minerais solúveis.

A utilização de lodo de esgoto é uma prática altamente promissora para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis. No entanto, normas rígidas para elaboração de projetos devem ser seguidas para minimizar o impacto desta prática no ambiente, como a norma técnica P4.240 (CONAMA, 2006).

O esgoto coletado e levado às Estações de Tratamento (ETE) apresenta, em média, uma mistura de água (99,9%) e sólidos (0,1%), sendo que, do total de sólidos, 70% são orgânicos (proteínas, carboidratos, gorduras, etc.) e 30% inorgânicos (areia, sais, metais, etc.) (ANDREOLI, 1999). A grande vantagem deste resíduo é a liberação dos nutrientes de forma lenta, dependendo muito das condições climáticas. Em situações de altas precipitações pluviais e altas temperaturas, o N será mais rapidamente mineralizado para as plantas. A relação C/N do lodo, que é estreita, ou seja, abaixo de 10, favorece também o processo de mineralização do resíduo (KIEHL, 1985).

LIMA et al. (2005) avaliaram o efeito do lodo de esgoto no crescimento de mamoneira e observaram que, com aumento de doses de lodo de esgoto, aumentou consideravelmente o crescimento das plantas em altura, utilizando uma mistura de areia e lodo na proporção de 0; 15; 30; 45 e 60% da composição.

PIRES et al. (2003) e SILVA et al. (2001), trabalhando com a cultura de cana-de-açúcar, obtiveram aumento dos teores de metais pesados no solo, porém mesmo com estes

aumentos os níveis permaneceram dentro dos limites adequados em função do aumento da dose de lodo de esgoto, chegando a uma dosagem de lodo de 50 t ha<sup>-1</sup>. E em trabalhos realizados por LOBO & GRASSI FILHO (2007) e LOBO & GRASSI FILHO (2009), eles demonstraram que o crescimento vegetativo e a produtividade de girassol, em solos tratados com lodo, foram iguais ou superiores aos das mesmas plantas adubadas com fertilizantes minerais nas doses convencionais.

A aplicação de lodo de esgoto em dose superior a 20 t ha<sup>-1</sup> proporcionou melhores resultados no desenvolvimento de sorgo granífero (OLIVEIRA et al., 1995).

Assim, seguindo-se à risca as recomendações obtidas pela pesquisa, a utilização de lodo de esgoto como adubo nitrogenado pode trazer benefícios ao produtor, por ser um resíduo barato, e também ao ambiente, além de aliviar a carga de esgotos nos mananciais de água e nos aterros sanitários, que também proporcionam custo de frete para levar o lodo para o aterro, com preço médio atual de R\$ 50,00 por tonelada.

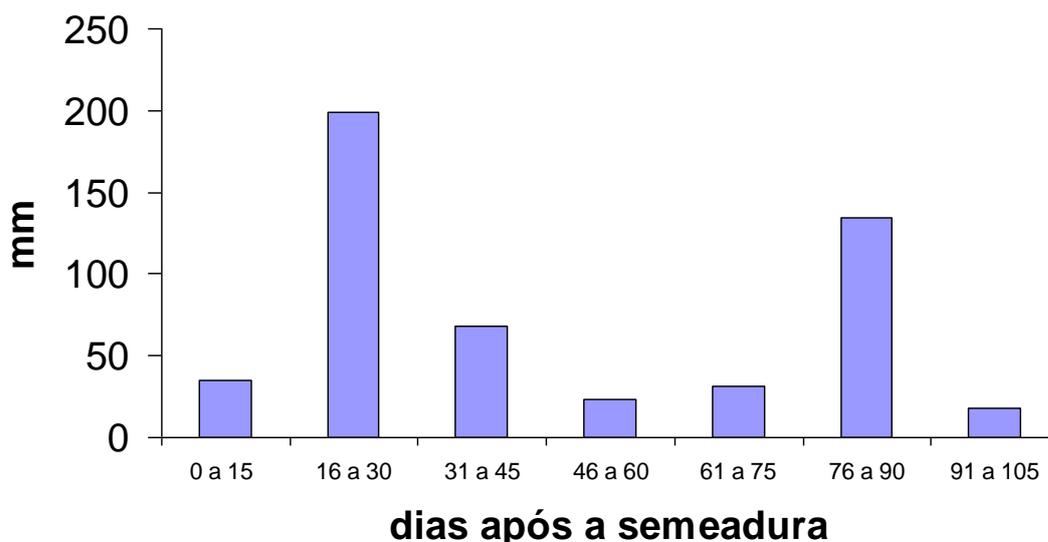
O objetivo deste trabalho foi avaliar a altura, o diâmetro do caule e o número de folhas no decorrer do ciclo, e a produtividade do girassol em função da aplicação do lodo de esgoto por dois anos consecutivos.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel, com coordenadas geográficas de 22° 25' S; 48° 34' W e altitude de 750 m. A classificação do solo onde foi instalado o experimento é Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é subtropical úmido com estiagem no período de inverno, e com chuvas de novembro a abril, sendo a precipitação média anual do município de 1.433 mm. A média da umidade relativa do ar é de 71%, com temperatura média de 23 °C. Foi instalado um pluviômetro no local do experimento, do qual foram avaliados os valores de precipitação durante o ciclo da cultura (Figura 1).

Antecedendo a instalação do primeiro ano de cultivo do girassol (2004), foram realizadas análises químicas de solo nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, segundo RAIJ et al. (2001), estando os resultados apresentados na Tabela 1.



**Figura 1** - Precipitações pluviométricas medidas durante o desenvolvimento do girassol. *Rainfall measured during the development of sunflower*

**Tabela 1** - Características químicas do solo onde foi instalado o experimento. *Chemical characteristics of the soil where the experiment was conducted*

| Profundidade (m) | pH  | M.O. (g dm <sup>-3</sup> ) | P (resina) (mg dm <sup>-3</sup> ) | H+Al | Al <sup>+3</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>+2</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | Mg <sup>+2</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | SB | T  | V (%) |
|------------------|-----|----------------------------|-----------------------------------|------|------------------|----------------|--|--|----|----|-------|
| 0 – 0,20         | 6,1 | 12                         | 20                                | 13   | 1                | 1,9            | 19   | 12   | 33 | 46 | 71    |
| 0,20 – 0,40      | 6,1 | 7                          | 6                                 | 13   | 1                | 1,6            | 17   | 9  | 28 | 41 | 68    |

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, constituído por 6 tratamentos e 5 repetições, assim definidos com base em PIMENTEL GOMES (2000):

- T0: adubação química sem N, de acordo com o Boletim Técnico 100 (RAIJ et al., 1997);
- T1: adubação química nitrogenada, de acordo com o Boletim Técnico 100 (RAIJ et al., 1997) (Adubação 100% N mineral);
- T2: 50% de adubação nitrogenada, proveniente do lodo de esgoto, e 50% na forma da adubação mineral, em cobertura;
- T3: 100% da adubação nitrogenada do recomendado para a cultura, proveniente do lodo de esgoto;
- T4: 150% da adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto;
- T5: 200% da adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto.

Cada parcela apresentou uma área de 100 metros quadrados (14 m x 7,2 m), em uma área útil de 70,2 m<sup>2</sup> (13 m x 5,4 m), com um espaço de 3 m entre parcelas do mesmo bloco. O espaço de um bloco a outro foi de 1,8 m.

O cálculo do N proveniente do lodo de esgoto foi feito levando em consideração a taxa de mineralização do nitrogênio de 30%, durante o ciclo da cultura, segundo norma P 4.230 da CETESB (1999).

Utilizou-se o lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto do município de Jundiaí-SP. Foram retiradas 10 amostras simples do lodo e, desta, feita uma amostra composta, cujas características podem ser observadas na Tabela 2. A análise foi realizada de acordo com metodologia descrita em LANARV (1988).

**Tabela 2** - Características químicas do lodo de esgoto utilizado no experimento. *Chemical characteristics of the sewage sludge used in the experimente.*

| N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Umid. | MO (g kg <sup>-1</sup> ) | C     | Ca   | Mg  | S    | Na   | Cu  | Fe (mg kg <sup>-1</sup> ) | Mn  | Zn  | C/N | pH  |
|------|-------------------------------|------------------|-------|--------------------------|-------|------|-----|------|------|-----|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 36,0 | 16,0                          | 2,2              | 675,8 | 580                      | 322,3 | 17,3 | 3,0 | 17,6 | 1760 | 650 | 11850                     | 670 | 500 | 9/1 | 6,0 |

Foi efetuada uma gradagem pesada para o preparo do solo, no dia 16-11-2005, em seguida realizou-se a aplicação do lodo de esgoto, sendo este incorporado com uma grade

niveladora a 5 cm de profundidade, nas seguintes doses: T2 (7.094 kg ha<sup>-1</sup>); T3 (14.187 kg ha<sup>-1</sup>); T4 (21.281 kg ha<sup>-1</sup>), e T5 (28.374 kg ha<sup>-1</sup>).

Efetou-se uma aplicação de trifluralina e ácido bórico na dosagem de  $1,2 \text{ L ha}^{-1}$  e  $6 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente, buscando o controle da sementeira de plantas daninhas (*Bidens pilosa* e *Cenchrus echinatus*) e fornecimento de B para a cultura após a aplicação do lodo, em 24-11-2005.

A cultivar utilizada foi a HELIO 251, fornecida pela empresa Helianthus do Brasil. Foi escolhido este híbrido por ser um material altamente produtivo e resistente às principais doenças da cultura. A semeadura foi efetuada em 28-11-2005, com um espaçamento de 0,9 m entre linhas e 4 sementes por metro, na profundidade de 0,03 m, visando a uma população final de 44.444 plantas  $\text{ha}^{-1}$ . A adubação de semeadura para todas as parcelas foi constituída de  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na forma de superfosfato simples ( $180 \text{ g kg}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ ) e  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  na forma de cloreto de potássio ( $600 \text{ g kg}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ ). A adubação de N foi realizada logo após a semeadura no T1, na dose de  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, na forma de ureia ( $450 \text{ g kg}^{-1}$  de N), que é o recomendado para o Estado de São Paulo.

A adubação de cobertura foi executada nos tratamentos T1 e T2. O tratamento T1 recebeu  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, sendo considerados os  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  aplicados na semeadura como recomendado para o Estado de São Paulo, de acordo com o Boletim 100 (RAIJ et al., 1997). No tratamento T2, foram aplicados  $25 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, sendo os outros  $25 \text{ kg ha}^{-1}$  aplicados antes da semeadura, na forma de lodo de esgoto, totalizando os  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  recomendados para o Estado de São Paulo. A fonte utilizada para a cobertura foi a ureia. Essa operação foi efetuada aos 30 dias após a emergência, na fase V16, um pouco antes do início da fase reprodutiva R1. Como choveu após essa adubação, não houve necessidade de incorporação do adubo. Não foram efetuadas irrigações suplementares.

No decorrer do experimento, foram avaliados parâmetros de crescimento das plantas (altura, número de folhas e diâmetro da base do caule). A altura de plantas, o número de folhas e o diâmetro da base do caule foram avaliados em 10 plantas por tratamento, distribuídas aleatoriamente. A altura das plantas foi avaliada aos 23; 30; 37; 42; 49; 56; 63 e 118 dias após a semeadura. O diâmetro da base do caule foi avaliado aos 37; 42; 49; 56 e 118 dias após a semeadura. Já para o número de folhas, as avaliações foram feitas aos 30; 37; 42 e 49 dias após a semeadura.

Para a determinação da altura das plantas, foram utilizadas uma trena e uma régua graduadas. Durante o crescimento vegetativo, a altura foi determinada pela medida a partir da superfície do solo até a inserção da última folha totalmente expandida e na fase reprodutiva, do nível do solo até a inserção do capítulo.

Para a determinação do diâmetro da base do caule, utilizou-se um paquímetro (cm) com medição rente à superfície do solo.

Já o número de folhas foi determinado pela contagem das folhas totalmente expandidas das mesmas 10 plantas, onde foram determinados a altura e o diâmetro.

A colheita de aquênios foi realizada quando o girassol estava na fase R9, em que os capítulos já estavam todos voltados para baixo. Foram coletadas 10 plantas por parcela, e a produção de aquênios destas plantas foi transformada para produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ , depois de corrigida a umidade de aquênios para 11% e considerando que o estande final da cultura foi de 37.000 plantas por hectare.

Os dados foram submetidos à análise de variância para efeito dos tratamentos, e a comparação das médias, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade, de acordo com os procedimentos do SAS - Sistema para a Análise Estatística (1993).

## Resultados e discussão

Os aumentos de altura, número de folhas e diâmetro basal do caule do girassol no decorrer do ciclo são importantes para avaliar o melhor recobrimento do solo e, com isso, a menor competição com plantas daninhas, o que pode proporcionar maiores produtividades.

Constata-se, na Tabela 3, que a altura média de plantas antes de ser efetuada a adubação de cobertura nitrogenada, nos tratamentos T1 e T2, que foi realizada aos 30 dias da emergência, (medidas de 23 e 30 dias após a semeadura), os dois tratamentos que receberam maiores doses de lodo de esgoto (T4 e T5) apresentaram-se significativamente superiores aos demais. Após a adubação com N, nos tratamentos T1 e T2, pôde-se verificar que estes dois cresceram 18,1 cm e 18,4 cm, respectivamente, enquanto o tratamento que não recebeu N (T0) cresceu apenas 15,6 cm, embora só houvesse diferença significativa após os 56 dias da semeadura.

Após 56 dias da semeadura, começou a haver diferenciação dos tratamentos que receberam N mineral em relação ao tratamento que não recebeu adubações com N (T0). Os tratamentos T4 e T5 foram sempre superiores aos demais tratamentos para a altura de plantas, porque foi disponibilizada maior quantidade de nutrientes do lodo (N, P, S e micronutrientes). Acredita-se também que tenha ocorrido melhoria na microbiota do solo e na retenção dos nutrientes, não deixando, desta forma, que ocorresse maior lixiviação.

**Tabela 3** - Altura média de plantas ao longo do ciclo de desenvolvimento do girassol, em função do manejo da adubação nitrogenada. São Manoel-SP (2005). *Sunflower plant height during the experiment duration as influenced by N fertilization management procedure*

| <sup>2</sup> Tratamentos | <sup>1</sup> Altura de plantas (cm) |         |         |         |          |          |           |          |
|--------------------------|-------------------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------|----------|
|                          | Dias após a semeadura               |         |         |         |          |          |           |          |
|                          | 23                                  | 30      | 37      | 42      | 49       | 56       | 63        | 118      |
| T0                       | 15,1 c                              | 26,2 c  | 41,8 b  | 67,58 b | 85,7 b   | 92,0 c   | 105,8 d   | 112,7 c  |
| T1                       | 16,3 bc                             | 27,6 c  | 45,7 b  | 81,1 ab | 113,1 ab | 120,6 b  | 121,8 c   | 128,6 b  |
| T2                       | 17,6 bc                             | 29,5 c  | 47,9 b  | 83,2 ab | 113,6 ab | 121,3 b  | 129,6 bc  | 128,7 b  |
| T3                       | 20,0 ab                             | 35,0 bc | 53,4 ab | 85,4 ab | 120,9 a  | 128,6 ab | 132,9 abc | 135,0 ab |
| T4                       | 23,2 a                              | 44,5 a  | 64,6 a  | 88,8 a  | 124,8 a  | 138,9 ab | 139,2 ab  | 146,3 a  |
| T5                       | 22,6 a                              | 40,1 ab | 63,9 a  | 94,4 a  | 139,3 a  | 145,8 a  | 148,5 a   | 144,9 a  |
| F                        | 6,4*                                | 7,0*    | 5,6*    | 1,9*    | 6,9*     | 10,2*    | 8,4*      | 8,4*     |
| Média                    | 19,1                                | 33,8    | 52,9    | 83,5    | 116,2    | 124,5    | 129,6     | 132,7    |
| CV (%)                   | 15,51                               | 9,25    | 5,82    | 17,43   | 12,96    | 12,70    | 8,77      | 7,22     |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% (\*) de probabilidade. <sup>2</sup> T0- adubação de acordo com o boletim 100 do IAC; T1 - 100% AM; T2 - 50% AM + 50% LE; T3 - 100% LE; T4 - 150% LE; T5 - 200% LE; AM - Adubação mineral; LE -Lodo de esgoto. <sup>1</sup> Means in the columns followed by the same small case letter are not statistically different at the 5% level of probability according to Duncan's test

Após 56 dias da semeadura, começou a haver diferenciação dos tratamentos que receberam N mineral em relação ao tratamento que não recebeu adubações com N (T0). Os tratamentos T4 e T5 foram sempre superiores aos demais tratamentos para a altura de plantas, porque foi disponibilizada maior quantidade de nutrientes do lodo (N, P, S e micronutrientes). Acredita-se também que tenha ocorrido melhoria na microbiota do solo e na retenção dos nutrientes, não deixando, desta forma, que ocorresse maior lixiviação. O tratamento que não recebeu nenhuma fonte de N (T0) apresentou-se, em todas as avaliações, inferior aos dois tratamentos que receberam doses maiores de lodo de esgoto (T4 e T5). Comparando-se esses resultados com os verificados por LOBO & GRASSI FILHO (2009), verifica-se também que o lodo de esgoto teve efeito positivo na altura de plantas de girassol, já no primeiro ano de aplicação, e aos 21 dias da semeadura. BISCARO et al. (2008) obtiveram resposta quadrática da aplicação de N na altura média de plantas de girassol em um Neossolo Quartzarênico, sendo que, aos 39 dias após a emergência, a melhor dose foi de 69 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Segundo CARVALHO & PISSAIA (2002), em um dos seus ensaios com N em girassol, não foram verificadas diferenças em altura, nas fases V8, V17, R1, R5.5 (50% das flores abertas) e R7, quando se utilizaram doses de N de 0; 25; 50; 75; 100 e 125 kg ha<sup>-1</sup>, porém este ensaio foi realizado em sistema de plantio direto, em um Argissolo Vermelho-Amarelo, textura média, com o plantio direto realizado desde 1976 e cultivo anterior foi com soja durante 3 anos consecutivos. Essa cultura tem grande fixação biológica de N através das bactérias, fornecendo ao solo em torno de 30 kg de N para cada tonelada de grãos produzidos (EMBRAPA, 2004).

Os diâmetros basais dos caules foram medidos somente após a adubação nitrogenada dos tratamentos T1 e T2 (Tabela 4). A primeira medida foi realizada aos 37 dias após a semeadura, e os dois tratamentos que receberam a maior dose de lodo de esgoto (T4 e T5), sempre foram superiores ao tratamento que não recebeu nenhuma fonte de N. LOBO & GRASSI FILHO (2009) obtiveram, com aplicação de lodo de esgoto na cultura do girassol, os seguintes resultados para o diâmetro do caule aos 28 dias após a semeadura: o tratamento que recebeu 100 kg ha<sup>-1</sup> de N proveniente do lodo de esgoto foi superior aos tratamentos que receberam 50 kg ha<sup>-1</sup> de N proveniente de lodo de esgoto e ao tratamento que recebeu 50 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral. Isto comprova que o aumento da dose de lodo proporcionou aumento no diâmetro basal do caule do girassol desde o início do seu desenvolvimento. Somente a partir dos 49 dias após a semeadura que ocorreram diferenças significativas entre o tratamento que não recebeu N e os tratamentos que receberam a adubação nitrogenada, comprovando assim a influência do N no diâmetro basal do caule, porém o seu efeito somente foi verificado a partir dos 49 dias após a semeadura.

Antes de efetuar a adubação nitrogenada de cobertura dos tratamentos T1 e T2, aos 30 dias após a semeadura, o tratamento T4 apresentou maior número de folhas do que os tratamentos T0, T1 e T2 (Tabela 5). Aos 37 dias após a semeadura, as plantas que receberam maiores doses de lodo de esgoto (T4 e T5) apresentaram número de folhas superiores aos demais tratamentos (T0, T1 e T3). Aos 42 dias, não houve diferença significativa entre o tratamento que recebeu a maior dose de lodo com os tratamentos que receberam N, somente diferindo do tratamento que não recebeu N.

**Tabela 4** - Diâmetro médio do caule das plantas de girassol ao longo do ciclo da cultura, em função do manejo da adubação nitrogenada. São Manoel-SP (2005). *Sunflower plant stem diameter during the experiment duration as influenced by N fertilization management procedure*

| <sup>2</sup> Tratamentos | <sup>1</sup> Diâmetro médio de caule (cm) |         |        |        |         |
|--------------------------|---|---------|--------|--------|---------|
|                          | Dias após a semeadura                     |         |        |        |         |
|                          | 37  | 42      | 49     | 56     | 118     |
| T0                       | 1,21 d                                    | 1,40 b  | 1,32 b | 1,27 b | 1,63 c  |
| T1                       | 1,38 cd                                   | 1,69 ab | 1,83 a | 1,93 a | 2,03 ab |
| T2                       | 1,40 bcd                                  | 1,78 ab | 1,88 a | 1,96 a | 2,02 b  |
| T3                       | 1,47 abc                                  | 1,80 a  | 1,94 a | 2,06 a | 2,09 ab |
| T4                       | 1,72 a                                    | 1,78 ab | 2,06 a | 2,28 a | 2,28 a  |
| T5                       | 1,65 ab                                   | 1,99 a  | 2,17 a | 2,25 a | 2,23 a  |
| F                        | 5,3*                                      | 2,6*    | 6,7*   | 10,7*  | 8,6*    |
| Média                    | 1,47                                      | 1,74    | 1,87   | 1,96   | 2,05    |
| CV (%)                   | 12,15                                     | 15,46   | 13,60  | 12,71  | 8,51    |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% (\*) de probabilidade. <sup>2</sup> T0- adubação de acordo com o boletim 100 do IAC, T1 - 100% AM; T2 - 50% AM + 50% LE; T3 - 100% LE; T4 - 150% LE; T5 - 200% LE; AM - Adubação mineral; LE -Lodo de esgoto. <sup>1</sup> Means in the columns followed by the same small case letter are not statistically different at the 5% level of probability according to Duncan's test.

Aos 49 dias, o T5 estava igual ao T3 e T4, e os demais tratamentos estavam inferiores ao T5. Esse resultado pode ter ocorrido porque o N do lodo continua o processo de mineralização da primeira e da segunda aplicação. Já o N proveniente da ureia, sendo fornecido todo de uma vez, pode em parte ter sido lixiviado, uma vez que o solo da área é arenoso. LOBO & GRASSI FILHO (2009) mostraram que o au-

mento da dose de lodo de esgoto, nas mesmas dosagens empregadas neste experimento, baseado pelo teor de N no lodo de esgoto, no girassol, aos 28 dias da semeadura, incrementou de maneira significativa o número de folhas. Verifica-se também que o N influenciou na última medida o número de folhas, e que o tratamento que recebeu N foi superior ao que não recebeu N.

**Tabela 5** - Número médio de folhas das plantas de girassol, em função do manejo da adubação nitrogenada. São Manuel-SP (2005). *Sunflower plant mean number of leaves during the experiment duration as influenced by N fertilization management procedure.*

| <sup>2</sup> Tratamentos | <sup>1</sup> Número médio de folhas |          |          |           |
|--------------------------|-------------------------------------|----------|----------|-----------|
|                          | Dias após a semeadura               |          |          |           |
|                          | 30                                  | 37       | 42       | 49        |
| T0                       | 14,82 c                             | 18,84 b  | 22,08 b  | 23,84 d   |
| T1                       | 15,58 bc                            | 19,27 b  | 23,98 ab | 26,92 c   |
| T2                       | 15,76 bc                            | 20,66 ab | 25,16 ab | 28,04 bc  |
| T3                       | 16,50 abc                           | 20,09 b  | 24,84 ab | 29,04 abc |
| T4                       | 18,3 a                              | 22,66 a  | 25,0 a   | 29,72 ab  |
| T5                       | 17,34 ab                            | 21,24 a  | 26,52 a  | 30,86 a   |
| F                        | 3,517 *                             | 3,493 *  | 2,575 *  | 6,749 *   |
| Média                    | 16,38                               | 20,46    | 24,6     | 28,07     |
| CV (%)                   | 9,252                               | 8,134    | 10,166   | 6,88      |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% (\*) de probabilidade. <sup>2</sup> T0- adubação de acordo com o boletim 100 do IAC; T1 - 100% AM; T2 - 50% AM + 50% LE; T3 - 100% LE; T4 - 150% LE; T5 - 200% LE; AM - Adubação mineral; LE -Lodo de esgoto. <sup>1</sup> Means in the columns followed by the same small case letter are not statistically different at the 5% level of probability according to Duncan's test.

Quando à produtividade de aquênios, o tratamento que recebeu 50% da adubação de N com lodo e 50% da adubação mineral com N em cobertura (T2) foi superior, estatisticamente, ao tratamento (T1) que recebeu 100% de fonte mineral (Tabela 6), evidenciando que o N mineral aplicado em cobertura proporcionou melhor mineralização do N do lodo de esgoto. LOBO & GRASSI FILHO (2007) já tinham obtido esse

resultado logo no primeiro ano de aplicação de lodo em girassol. O N, independentemente da fonte, promoveu aumento na produtividade de aquênios.

Nos tratamentos que receberam o lodo de esgoto, o aumento da dose de lodo a partir de 50% não aumentou significativamente a produtividade de aquênios.

**Tabela 6** - Produtividade de aquênios do girassol em função do manejo da adubação nitrogenada. São Manuel-SP (2005). *Sunflower plant achene yield as influenced by N fertilization management procedure.*

| <sup>2</sup> Tratamentos | <sup>1</sup> Produtividade de aquênios (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------|---|
| T0                       | 1.293 c   |
| T1                       | 2.216 b   |
| T2                       | 2.997 a   |
| T3                       | 2.836 ab  |
| T4                       | 2.788 ab  |
| T5                       | 2.482 ab  |
| F                        | 7,58*   |
| Média                    | 2.435   |
| CV (%)                   | 20,85   |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% (\*) de probabilidade. <sup>2</sup> T0- adubação de acordo com o boletim 100 do IAC; T1 - 100% AM; T2 - 50% AM + 50% LE; T3 - 100% LE; T4 - 150% LE; T5 - 200% LE; AM - Adubação mineral; LE -Lodo de esgoto  
<sup>1</sup> Means in the columns followed by the same small case letter are not statistically different at the 5% level of probability according to Duncan's test.

### Conclusões

As maiores doses de lodo de esgoto (1,5 e 2 vezes da adubação nitrogenada recomendada para a cultura) proporcionaram melhor crescimento do girassol em altura, número de folhas e diâmetro basal do caule.

A combinação de 50% do N recomendado para a cultura do girassol proveniente do lodo de esgoto e 50% de adubação nitrogenada mineral proporcionou maior produtividade de aquênios em relação à adubação com 100% de adubação mineral.

### Referências

ANDREOLI, C. V. **Uso e manejo de lodo de esgoto na agricultura e sua influencia em características ambientais no agrossistema.** 1999. 278f. tese (Doutorado em meio ambiente e desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1999.

BISCARO, G. A.; MACHADO J. R.; TOSTA, M. da S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. de. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia – MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1366-1373, 2008.

CANTARELLA H. Adubação e calagem do girassol. In: Sunflower response to lime and boron. **Proceeding of the XI International Sunflower Association**, 1985. p.209–215.

CARVALHO, D. B.; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha I Rendimento de grãos e seus componentes, índice de colheita e teor de óleo. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.3, n.1-2, p. 41–45, 2002.

CETESB. **Aplicação de lodo de sistema de tratamento em áreas agrícolas; critério para projeto e operação:** manual técnico. São Paulo, 1999. 32 p. (CETESB NORMA P 4230).

CONAMA - COMPANIA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 375/2006.** 2006.Disponível em: [htb://www.mma.gov.br/post/conama/legiano/](http://www.mma.gov.br/post/conama/legiano/). Acesso em: 10 out. 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Correção e manutenção da fertilidade do solo. In: **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2005.** Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Merdional, 2004. p.57-80 (Embrapa Soja. Sistema de Produção, 6).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 2006. 412 p

LANARV **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes:** métodos oficiais. Brasília: Ministério da Agricultura, 1988. 104p.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; LOPES, F. F. M.; JERONIMO, J. F.; BELTRÃO N. E. M. Crescimento de mudas de mamoneira em função da adição de doses de biossólido em diferentes composições de substratos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURA E BIODISEL, 2, 2005. Varginha: **Anais... UFLA**, 2005 p.138-142.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Valdivia, v.7, n.3, p.16-25, 2007.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. Sewage sludge on the development and nutrition of sunflower plants. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Valdivia, v.9, n.3, p.245-255, 2009.

OLIVEIRA, F. C.; MARQUES, M. O.; BELLINGIERI, P. A.; PERCIN, D. Lodo de esgoto como fonte de macronutrientes para a cultura do sorgo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.2, p.360-367, 1995.

ORDONEZ A. A. **El cultivo del girasol**, 1990, Ediciones Mundi – Prensa, Madrid. p.29 – 69

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: ed. Do Autor, 2000. 477p.

PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. Biosolids conditioning and the availability of Cu and Zn for rice. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.60, n.1, p.161-166, 2003.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise Química para fertilidade de solos tropicais**. 1.ed., Campinas: INSTITUTO AGRONÔMICO – FUNDAÇÃO IAC, 2001. 285p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A. M. C **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997, 198p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E. ; BERTON, R. S.; ZOTELLI, H. B.; PEXE, C. A.; BERNARDES, E. M. Efeito do lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.5, p.831-840, 2001.

SAS - **Sistema para análise estatística**. Viçosa: UFV, Fundação Arthur Bernardes, 1993.

SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V. **Adubação nitrogenada, espaçamento e época de semeadura de girassol nos Cerrados de Roraima**. In: EMBRAPA. Resultados de pesquisa da EMBRAPA Soja-2001: girassol e trigo. Londrina: EMBRAPA Soja, 2002. p. 33-39 (Documentos, 218).