

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

NÍVEIS DE LODO DE ESGOTO NO DESENVOLVIMENTO, NUTRIÇÃO E  
PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO GIRASSOL

**THOMAZ FIGUEIREDO LOBO**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP, Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP

Dezembro – 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

NÍVEIS DE LODO DE ESGOTO NO DESENVOLVIMENTO, NUTRIÇÃO E  
PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO GIRASSOL

**THOMAZ FIGUEIREDO LOBO**

Orientador: Helio Grassi Filho

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP, Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP

Dezembro – 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO  
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Lobo, Thomaz Figueiredo, 1969-  
L799n Níveis de lodo de esgoto no desenvolvimento, nutrição e produtividade da cultura do girassol / Thomaz Figueiredo Lobo . - Botucatu : [s.n.], 2006.  
ix, 64 f. : gráfs, tabs.

Dissertação (mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2006  
Orientador: Hélio Grassi Filho  
Inclui bibliografia

1. Lodo de esgoto. 2. Girassol. 3. Nutrição. 4. Produtividade. 5. Girassol - Cultura. I. Grassi Filho, Hélio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "NÍVEIS DE LODO DE ESGOTO NO DESENVOLVIMENTO, NUTRIÇÃO  
E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO GIRASSOL"

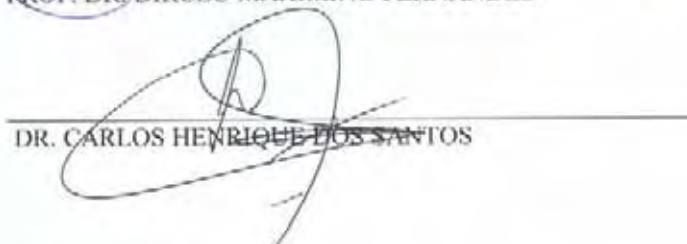
ALUNO: THOMAZ FIGUEIREDO LOBO

ORIENTADOR: PROF. DR. HELIO GRASSI FILHO

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. HELIO GRASSI FILHO

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

  
\_\_\_\_\_  
DR. CARLOS HENRIQUE DOS SANTOS

Data da Realização: 08 de dezembro de 2006.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua força, que fez com que eu amadurecesse neste trabalho.

Ao curso de Pós-Graduação em Agronomia – Área de concentração em Agricultura – UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade e contribuição científica.

A CNPq, por todo o suporte técnico, que viabilizou parte expressiva desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Helio Grassi Filho, pela orientação, estímulo e atenção durante as etapas desenvolvidas.

A minha esposa, Ana Silvia Lopes Lobo, pelo companheirismo e compreensão.

Aos meus pais, Marcelo Garcez Lobo e Lucila Figueiredo Lobo, pelo apoio e suporte durante este período.

À Dr<sup>a</sup> Maria Regina Gonçalves Ungaro, pesquisadora do IAC, pela atenção e informações a respeito da cultura do girassol.

Ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Dílson Rodrigues de Cáceres, do núcleo de produção de sementes da CATI, pela contribuição nos contatos de sementes para serem plantadas.

Ao Dr. César de Castro, pesquisador da EMBRAPA – Londrina, pela contribuição nos conhecimentos de nutrição e adubação da cultura do girassol.

Aos Eng<sup>os</sup> Agr<sup>os</sup> Gilberto Grandó e Ana Virginia Dalossi Olivato, pertencentes a Helianthus do Brasil, pelo apoio e pelo fornecimento de material para o plantio.

Ao Dr. Fernando Carvalho Oliveira, pelo fornecimento do lodo de esgoto, para o experimento e pela oportunidade de conhecer a estação de tratamento de Jundiaí.

Ao Prof. Dr. Cássio Hamilton de Abreu, pesquisador e professor do CENA, pelo conhecimento passado na utilização do lodo de esgoto.

Ao Dr. Ronaldo Berton, pesquisador do IAC, pelo repasse de informações referente ao lodo de esgoto.

Ao Dr. Manoel Dornelas, pesquisador da EMBRAPA – MEIO AMBIENTE, pelas informações técnicas referente a lodo de esgoto.

A todos os funcionários e professores do departamento de Recursos Naturais – Área de Ciência do solo, pelo apoio fornecido para a execução deste trabalho.

A todos os funcionários e professores do departamento de Produção vegetal – Área de Agricultura, pelo apoio fornecido para a execução deste trabalho.

A todos os funcionários da Fazenda Experimental de São Manuel, pela a possibilidade execução deste projeto.

## SUMÁRIO

	páginas
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>1 RESUMO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 SUMMARY.....</b>	<b>3</b>
<b>3 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>4 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>7</b>
4.1 Lodo de esgoto.....	7
4.1.1 Obtenção de material orgânico.....	7
4.1.2 Utilizações do lodo.....	8
4.1.3 Lodo na agricultura.....	8
4.1.4 Fornecimento de N pelo lodo de esgoto.....	14
4.2 Girassol.....	15
4.2.1 Característica e importância.....	15
4.2.2 Exigência em N e efeito na produção.....	16
<b>5 MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>19</b>
5.1 Local do desenvolvimento do ensaio.....	19
5.2 Características químicas e físicas dos solo.....	19
5.3 Delineamento experimental.....	20
5.4 Cultivar utilizada.....	22
5.5 Características do lodo de esgoto.....	22
5.6 Operações agrícolas na área experimental.....	23

5.6.1 Operações antes da instalação do experimento.....	23
5.6.2 Operações de instalação de ensaio.....	23
5.6.3 Operações durante o desenvolvimento da cultura.....	24
5.7 Parâmetros avaliados.....	25
5.7.1 Biométricos.....	26
5.7.1.1 Altura de plantas.....	26
5.7.1.2 Diâmetro de haste.....	26
5.7.1.3 Número de folhas.....	26
5.7.2 Componentes de produção.....	27
5.7.2.1 Produtividade.....	27
5.7.2.2 Peso de mil sementes.....	27
5.7.2.3 Teor de óleo.....	27
5.7.2.4 Teor de nutrientes nas sementes.....	28
5.7.2.5 Produtividade de matéria seca caule, folha e capitulo.....	29
5.7.3 Análise química das folhas.....	29
5.7.4 Dados climatológicos.....	29
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
6.1 Altura de Plantas.....	33
6.2 Diâmetro médio de caule.....	35
6.3 Número médio de Folhas.....	37
6.4 Diagnose Foliar na época de pleno florescimento.....	37
6.4.1 Macronutrientes.....	37
6.4.2 Micronutrientes.....	38



6.4.3 Elementos tóxico.....	40
6.5 Diâmetro médio do capítulo.....	40
6.6 Rendimento de grãos.....	41
6.7 Peso de mil sementes.....	42
6.8 Teor e rendimento médio de óleo.....	43
6.9 Teor de nutrientes nas sementes e exportação.....	44
6.10 Teor de elementos tóxicos nas sementes.....	47
6.11 Rendimento médio da matéria seca da parte aérea.....	49
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>51</b>
<b>8 CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>9 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE TABELAS

	páginas
<b>Tabela 1.</b> Concentração máxima permitida no lodo de elementos tóxicos.....	11
<b>Tabela 2.</b> Características químicas do solo onde foi instalado o experimento (básica).....	20
<b>Tabela 3.</b> Características químicas do solo onde foi instalado o experimento (micronutrientes).....	20
<b>Tabela 4.</b> Características físicas do solo onde foi instalado o experimento.....	20
<b>Tabela 5.</b> Característica química do lodo de esgoto utilizado no experimento....	22
<b>Tabela 6.</b> Altura média de plantas de girassol em dias após a emergência.....	34
<b>Tabela 7.</b> Altura média das plantas de girassol na fase de colheita.....	35
<b>Tabela 8.</b> Diâmetro médio de haste de plantas de girassol.....	36
<b>Tabela 9.</b> Diâmetro médio de haste de plantas de girassol na colheita.....	36
<b>Tabela 10.</b> Número médio de folhas de plantas de Girassol.....	37
<b>Tabela 11.</b> Resultados médios do teor foliar de N, P, K, Ca, Mg e S em folhas diagnóstico de girassol.....	39
<b>Tabela 12.</b> Resultados médios do teor foliar de B, Cu, Fe, Mn e Zn em folhas diagnóstico de girassol.....	39
<b>Tabela 13.</b> Resultados médios do teor foliar de As, Cd, Cr, Hg, Mo e Pb em folhas diagnóstico de girassol.....	40
<b>Tabela 14.</b> Diâmetro médio do capítulo, rendimento de grãos, peso de mil sementes, teor de óleo e rendimento de óleo do girassol.....	41
<b>Tabela 15.</b> Teores médio de N, P, K, Ca, Mg, S nas sementes de girassol.....	45

<b>Tabela 16.</b>	Teores médio de B, Cu, Fe, Mn, Zn nas sementes de girassol.....	45
<b>Tabela 17.</b>	Exportação pelas sementes de N, P, K, Ca, Mg e S em sementes de girassol.....	46
<b>Tabela 18.</b>	Exportação de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelas sementes do girassol.....	46
<b>Tabela 19.</b>	Teores médios de metais pesados nas sementes de girassol.....	48
<b>Tabela 20.</b>	Exportação de elementos tóxicos nas sementes de girassol.....	48
<b>Tabela 21.</b>	Rendimento médio de matéria seca da parte aérea por hectare de girassol (estágio R9).....	49

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>páginas</b>
Figura 1. Distribuição dos tratamentos na área experimental.....	21
Figura 2. Precipitações médias no período de janeiro a abril de 2005.....	30
Figura 3. Temperatura mínima média no período de janeiro a abril de 2005.....	31
Figura 4. Temperatura máxima média no período de janeiro a abril de 2005.....	31
Figura 5. Temperatura média no período de janeiro a abril de 2005.....	32

## **1 RESUMO**

O experimento foi conduzido na Fazenda São Manuel da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP Campus de Botucatu, localizada no município de São Manuel. O objetivo foi avaliar a eficiência do lodo de esgoto como fonte de N à cultura do girassol. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizado constituído por 6 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos foram: T0 – adubação mineral de acordo com o boletim 100, mas sem N; T1 – adubação química de acordo com o boletim técnico 100 do IAC; T2 – foi utilizado 50% do N proveniente do lodo de esgoto e o restante foi proveniente da adubação química; T3 – foi utilizado 100 % do N proveniente do lodo de esgoto; T4 – foi utilizado 150% do N proveniente do lodo de esgoto; T5 – foi utilizado 200% do N proveniente do lodo de esgoto. O cálculo do N proveniente do lodo de esgoto foi feito levando em consideração a sua taxa de mineralização do nitrogênio durante o ciclo da cultura. Utilizou-se o lodo de esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Jundiaí/SP. A fonte de N químico adotado foi a uréia, a fonte de K foi cloreto de potássio, a fonte de P adotado foi o superfosfato simples, a fonte de B foi o ácido bórico. Cada parcela teve 100 m<sup>2</sup> com um espaço de 3 m entre uma parcela e outra do mesmo bloco. O espaço entre blocos foi de 1,8 m. Foi utilizado o híbrido simples HELIO 251. Foi aplicado o lodo de esgoto nos tratamentos,

seguindo-se a incorporação com grade e posteriormente semeado o girassol. O girassol foi plantado em um espaçamento de 0,9 metros entre linha e 30 cm entre plantas, as adubações com P e K foram feitas no plantio de acordo com a análise de solo. O N foi feito logo após o plantio e no tratamento onde não foi efetuado a utilização do lodo de esgoto. Foi realizada uma cobertura nitrogenada também os tratamentos 1 e 2. O B foi aplicado juntamente com herbicida (Trifuralina), a dosagem utilizada foi de 1,2 L ha<sup>-1</sup>. Foram avaliados semanalmente altura de plantas (cm), diâmetro do caule rente ao solo (cm) e nº de folhas até o florescimento. No florescimento foram coletadas folhas do terço superior e analisados os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn e os elementos tóxicos Cd, Cr, Co, Hg, Mo, Ni e Se. A avaliação dos tratamentos pós-colheita foi analisado diâmetro do capítulo, peso de mil sementes, produtividade kg ha<sup>-1</sup>, teor de óleo, produtividade de óleo, nutrientes nas sementes, produção de matéria seca (folha+caule) e capítulo. Para a cultivar HELIO 251, a utilização de lodo de esgoto como fonte de N trouxe incrementos significativos na produtividade de óleo, no diâmetro de haste, e em menor intensidade, na altura de planta.

Palavras chave: lodo de esgoto, nitrogênio e nutrição do girassol

INCREASING LEVELS OF SEWAGE SLUDGE IN SUNFLOWER DEVELOPMENT, NUTRITION AND PRODUCTIVITY. BOTUCATU, 2006 64p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia / Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Thomaz Figueiredo Lobo

Adviser: Hélio Grassi Filho

## **2 SUMMARY**

The experiment was carried out at São Manuel Farm from “Faculdade de Ciências Agronômicas” – UNESP, Botucatu, located in the city of São Manuel. The aim of the experiment was to evaluate the sewage sludge efficiency as a source of N for sunflower culture. An experimental outlining in randomized blocks was adopted, formed by 6 treatments and 5 repetitions. The treatments were as it follows: T0 – mineral fertilization according to bulletin 100 but without N; T1 – chemical fertilization according to IAC technical bulletin 100; T2 – 50% of Nitrogen from sewage sludge were used and the complementary part was obtained from chemical fertilization; T3 – 100% of Nitrogen from sewage sludge were used;

T4 – 150% of Nitrogen from sewage sludge were used; T5 – 200% of Nitrogen from sewage sludge were used. The calculation of nitrogen from sewage sludge was done considering its Nitrogen mineralization rate during the culture cycle. The sewage sludge was obtained from the Sewage Treatment Station in the city of Jundiaí – SP. The source of chemical N adopted was urea, the source of K was Potassium chloride, the source of P adopted was simple superphosphate, the source of B was Boric acid. Each part had 100 m<sup>2</sup> with a space of 3 m between the parts in a same block. The space between blocks was 1,8 m. HELIO 251 simple hybrid was used. The sewage sludge was applied to the treatments, after that, an incorporation was made with a grid and the sunflower was sown. The sunflower was planted in a spacement of 0,9 meters between lines and 30 cm between plants, the fertilization with P and K was done at planting according to the soil analysis N was applied right after planting to the treatment where sewage sludge wasn't used. A nitrogenated coating was also done for treatments 1 and 2. B was applied in association with herbicide (Trifuralin), the dosage utilized was 1,2 L ha<sup>-1</sup>. Plant Height (cm), stem diameter at soil level (cm) and number of leaves up to bloom were evaluated on a weekly basis. At bloom time, leaves from the upper third were collected and the nutrients N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn, Cd, Cr, Co, Hg, Mo, Ni, and Se were analysed. The post harvesting evaluation analysed capitulum diameter, weight of a thousand seeds, kg/ha productivity, oil content, oil productivity, nutrient in seeds, production of dry matter (leaf + stem) and capitulum. For HELIO 251 cultivar, the use sewage sludge as a source of N brought significant increments for oil production, stem diameter and, in a minor intensity, for plant height.

Key words: sewage sludge, Nitrogen and sunflower nutrition.



### **3 INTRODUÇÃO**

A grande importância do lodo de esgoto para a agricultura seria a sua utilização em áreas degradadas, buscando substituir em parte alguns nutrientes minerais, principalmente o N que este resíduo possui em grande quantidade, porém acompanha o N, os nutrientes P, S e todos os micronutrientes essenciais para as plantas. O único nutriente que apresenta em quantidades baixas é o K.

As principais questões para utilização deste resíduo na agricultura podem ser assim listados: apresenta uma quantidade grande de N na forma de nitrato e se as raízes das planta não absorverem este elemento, poderá ser lixiviado e contaminar o lençol freático. Deve-se, portanto, adicionar ao solo a dosagem que a cultura necessita em N; há contaminação com metais pesados e os patogenos existentes neste resíduo. Porém todos estes problemas poderão ser minimizados com um bom manejo deste resíduo.

Regiões de clima tropical e subtropical apresentam predominância de solos muito intemperizados, com baixo conteúdo de matéria orgânica e nutriente disponíveis. Nessas situações, o uso agrícola de resíduos orgânicos como lodo de esgoto pode ser vantajoso. O uso agrícola destes resíduos tem sido recomendado por proporcionar benefícios

agronômicos, como elevação do pH do solo, redução da acidez potencial e aumento na disponibilidade de nutrientes, além de representar um benefício de ordem social pela disposição final menos impactante do resíduo no ambiente.

Diversos trabalhos realizados com grande número de culturas (cana-de-açúcar, milho, sorgo, eucalipto, mamona, trigo, algodão, etc), em condições de casa de vegetação ou em campo, mostram que o lodo de esgoto pode substituir tranquilamente o nitrogênio da adubação mineral.

O girassol é uma cultura de grande potencial por permitir cultivos tanto no verão como no outono/inverno, na maioria das regiões do Brasil. Além disso, ela se presta para a produção de grãos e óleo vegetal, forragem e adubo verde.

Os aspectos nutricionais são importantes para o sucesso da cultura e tanto a época de plantio quanto à fertilidade do solo devem ser levados em conta para a definição de calagem e da adubação do girassol.

Dentre as oleaginosas, o girassol é atualmente a cultura que apresenta o maior índice de crescimento no mundo. Sua importância econômica em termos de utilidade e produção supera a soja que é a nossa principal oleaginosa. O óleo é de excelente qualidade nutritiva para consumo humano, por apresentar em sua composição química alto conteúdo de ácidos graxos não saturados.

Novas fontes de renda, além das tradicionais, permitem elevar o nível de renda das famílias, geram novos empregos, contribuem nas atividades econômicas. O interesse que o girassol está despertando deve-se à qualidade e a multiplicidade de uso de seus produtos derivados e a sua ampla adaptabilidade, podendo se constituir uma alternativa adicional de cultivo e, principalmente compor um sistema de produção de grãos, com grande potencial de utilização de benefícios tanto com o milho como com a soja.

O objetivo deste trabalho foi procurar uma alternativa de N, para o desenvolvimento, nutrição e produtividade da cultura do girassol, tendo em vista que além deste resíduo ser rico em N, ele se apresenta em grande quantidade no mundo, sendo melhor utilizar no solo em uma forma racional do que ser disposto diretamente nos aterros sanitários.

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Lodo de esgoto**

#### **4.1.1 Obtenção do material orgânico**

O lodo de esgoto é proveniente de estação de tratamento biológico das águas servidas, com predominância de esgotos domésticos sobre os industriais e os níveis de metais pesados e patógenos, permanecem dentro das faixas aceitáveis para o seu uso agronômico ( CETESB, 1999).

Para Sommers (1977) os fatores determinantes da composição química do lodo de esgoto são o método de tratamento, a variabilidade sazonal, o tipo e o grau de industrialização da região onde são gerados os esgotos.

Os resultados da caracterização química de amostras de lodo de esgoto apresentados pelos diversos autores brasileiros demonstram, quando comparados com aqueles apresentados por Sommers (1977), que não existem grandes diferenças na composição do lodo, porém, quando se consideram os aspectos quantitativos, verifica-se grande variabilidade (SOMMERS,1977).

#### **4.1.2 Utilização do lodo**

A disposição final do lodo de esgoto vem se caracterizando como um dos problemas ambientais urbanos mais relevantes da atualidade, e que cresce diariamente tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento, com reflexos da ampliação das redes de coleta e incremento dos níveis de tratamento (PEGORINI et al., 2003).

A maior preocupação para a utilização de lodo de esgoto na agricultura é o aumento da concentração de elementos tóxicos no solo. Vários destes elementos são essenciais para as plantas. Em concentrações tóxicas, metais e outros agentes potencialmente poluentes, podem inibir a atividades enzimáticas essenciais, induzir a geração de espécies ativas de oxigênio nas células microbianas, e alterar a estrutura das comunidades microbianas. Em pequenas quantidades de alguns metais pesados são benéfico e indispensável para o desenvolvimento vegetal e/ou animal, no entanto quantidade superior pode ser tóxica, e, ao contrário dos patógenos e dos compostos orgânicos usuais no lodo, podem acumular no solo (BERTON, 2000).

O acúmulo de elementos tóxicos em solos agrícolas, devido a aplicações sucessivas de lodo de esgoto, é um dos aspectos que causam maior preocupação com relação à segurança ambiental necessária para a viabilização desta prática. Esses elementos podem expressar seu potencial poluente diretamente nos organismos do solo, pela disponibilidade às plantas em níveis fitotóxicos, além da possibilidade de transferência para a cadeia alimentar através da própria planta ou pela contaminação da água da superfície e da sub superfície (CHANG et al., 1987).

#### **4.1.3 Lodo na agricultura**

O uso agrícola do lodo de esgoto como adubo orgânico é considerado hoje como alternativa mais promissora de disposição final deste resíduo, devido a sua sustentabilidade (ROCHA, 1998) e seu efeito pode ser potencializado, aliando-se utilização agrícola e recuperação de áreas degradadas.

Devido as suas propriedades físico-químicos, o lodo de esgoto pode ser utilizado em áreas degradadas a fim de recuperar as características necessárias para o desenvolvimento da vegetação. Nos EUA, sua aplicação nessas áreas chega atingir dosagens de até 495 t ha<sup>-1</sup> (EPA, 1995).

Oliveira et al. (1993) verificaram que o aumento das doses de lodo de esgoto no solo promoveu uma absorção significativa de N, P, Ca e Mg em plantas de sorgo granífero. Entretanto, Wisniewski et al. (1996) estudando a viabilidade do uso do lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas pela mineração de calcário, relataram que o lodo parece ser mais indicado para melhorar as condições físicas do solo do que para fornecimento de nutrientes para a planta.

Andreoli et al., (1999) realizando experimentos a campo com aveia e milho em diferentes dosagens de lodo (6, 12 e 18 t ha<sup>-1</sup>) verificaram que a produtividade de milho e aveia não apresentaram diferenças estatísticas, porém, observaram um aumento significativo nos teores de Ca, Mg e P proporcionais às dosagens utilizadas de lodo com redução da disponibilidade de nitrogênio no solo em consequência do acúmulo do elemento em folhas e grãos.

Segundo Oliveira & Mattiazzo (2001), em um de seus ensaios com dois anos consecutivos de aplicação de lodo de esgoto em cana-de-açúcar, com doses de 33, 66, 99 t ha<sup>-1</sup> de lodo de esgoto em base seca, foram detectados acúmulos de Cu, Cr, Ni e Zn nas camadas de 0 a 20 cm de solo. As concentrações de Cd, Cr, Ni e Pb nas amostras de plantas de cana-de-açúcar estiveram abaixo dos limites de concentração do método analítico, porém, no caldo, a presença de Cd, Cr e Ni, esteve abaixo e 20ug kg<sup>-1</sup>. Os teores de Cu e Zn nas várias partes das plantas não foram superiores dos limites normais de variação encontrada na literatura.

Barbarick et al., (1995) conduziram experimentos, em dois tipos distintos de solos. Neles realizaram, aplicações anuais alternadas, ano sim ano não, de 0; 6,7; 13,4 e 26,8 t ha<sup>-1</sup> de lodo de esgoto na base seca e cultivaram planta de trigo em todos os anos. Os metais avaliados nos grãos foram: Cd, Cu, Mo, Ni, Pb e Zn. Os teores encontrados para Cd e Pb ficaram abaixo dos limites de sensibilidade do método de análise química empregado. Os teores de Cu e Zn apresentaram aumentos. Em relação ao tratamento controle, os teores encontrados foram de 1,34 e 2,05 mg kg<sup>-1</sup> superiores para Cu e Zn, respectivamente. Quanto aos teores de Ni no grão, estes aumentaram linearmente com as quantidades acumuladas do elemento no solo, através de inúmeras aplicações realizadas. Não se observou qualquer efeito das aplicações em relação aos teores de Mo nos grãos.

Berti & Jacobs (1996) passaram a cultivar milho, sorgo e soja em solos que receberam lodo de esgoto, num período de 10 anos, por 6 anos consecutivos após a última aplicação de resíduos. As doses de lodo de esgoto aplicadas durante a primeira década variaram de 0 a 870 t ha<sup>-1</sup>. As maiores doses contribuíram, em termos de metais pesados com os seguintes valores: 21 kg ha<sup>-1</sup> de Cd; 3000 kg ha<sup>-1</sup> de Cr; 1800 kg ha<sup>-1</sup> de Cu; 2100 kg ha<sup>-1</sup> de Ni e 11300 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. As doses mais baixas de lodo de esgoto proporcionaram superioridade nas produtividades de grãos na cultura de milho e sorgo. Entretanto a dose mais elevada registrou quedas significativas da produtividade destas culturas. Esses resultados foram atribuídos ao efeito tóxico exercido pelo Zn, que teve seu teor aumentado em 6 vezes nas folhas, em 50% no grão de milho e de 3 vezes nas folhas de sorgo, e de Ni, que teve um aumento de 15 vezes nas folhas e 10 vezes nos grãos do milho, além de aumentar aproximadamente 4 vezes nas folhas de sorgo.

Devido às poucas certezas sobre o comportamento destes elementos no meio edáfico (MATTIAZZO-PREZOTTO & GLORIA, 2000), os níveis adicionados aos solos através dos lodos devem ser rigorosamente controlados, particularmente sobre condições de clima tropical, característico do Brasil como um todo, caracterizado pela alta velocidade de degradação de materiais orgânicos e por não ter disponíveis estudos suficientes sobre o comportamento de metais aplicados através de resíduos.

Assim, a caracterização dos lodos de esgotos quanto ao conteúdo de metais pesados deve constituir etapa preliminar e indispensável no processo de avaliação da viabilidade do uso agrícola. O controle de metais presente no lodo de esgoto é o passo inicial de um programa de reciclagem, visando a minimização do acúmulo destes elementos no solo, resultado da aplicação sucessiva de material contaminado (PEGORINI et al., 2003).

Os limites de metais pesado no lodo de esgoto segundo o CONAMA(1996) seguem na tabela 1.

Em regiões de clima temperado, os nutrientes, predominantemente contidos no lodo de esgoto na forma orgânicas, têm uma vantagem adicional em relação aos existentes nos de fertilizantes minerais, pois seriam liberados ao solo no decorrer do ciclo da planta, reduzindo dessa forma a lixiviação (WALSH, 1979). Todavia essa liberação, considerada mais lenta em solos de clima temperado, pode não ser verdadeira em solos tropicais, onde a degradação da fração orgânica é mais rápida.

Tabela 1 Concentração máxima permitida no lodo de elementos tóxicos

Substancias Inorgânicas	Concentração Máxima Permitida no lodo (mg kg <sup>-1</sup> base seca).
Ar	41
B	1300
Cd	39
Pb	300
Cu	1500
Cr	1000
Hg	17
Mo	50
Ni	420
Se	100
Zn	2800

Fonte: CONAMA (1996)

Outro aspecto a ser considerado para o lodo de esgoto é que ele pode conter vetores de doenças para o homem e o animal (por exemplo, *Ascaris lumbricoides*, *Salmonelas typhi*, *S. paratyphi* e o vírus da pólio e da hepatite) (CETESB, 1999). Portanto, é necessário eliminar ou reduzir os patógenos presentes no lodo de esgoto ou então, simplesmente, não aplicá-lo em plantas baixas, como hortaliças (BERTON, 1992). Dentre as opções para o tratamento sanitário do lodo de esgoto, para seu uso agrícola, tem-se fabricação de fertilizantes organomineral (BETTIOL et al., 1983), a mistura com calcário ou, então, a compostagem.

Melo & Marques (1992) constataram que a CTC do solo sofreu uma elevação até 230 dias após a aplicação de lodo de esgoto, decrescendo em seguida. Em dose de 32 t ha<sup>-1</sup> de lodo, Melo et al. (1994) verificaram que houve correlação entre a CTC do solo e o teor da fração húmina da MO, por um período de 230 dias. A partir deste período. A correlação não foi significativa, talvez porque a fração húmina sofreu polimerização e não tenha contribuído para cargas para a CTC. Em última análise esse fato se deve à natureza da matéria orgânica contida no resíduo, o que condicionará a sua velocidade de decomposição no solo.

A utilização de lodo de esgoto é uma prática altamente promissora para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentável. No entanto, normas rígidas pela

elaboração de projetos devem ser seguidas para minimizar o impacto desta prática no ambiente, a norma técnica P4.240 (CETESB, 1999).

O lodo de esgoto pode ser utilizado para recuperar áreas degradadas, cujos solos sofrem profundas alterações físicas e/ou químicas e conseqüentemente, apresentam condições impróprias ao desenvolvimento da vegetação. Normalmente aplica-se uma única vez, quantidades relativamente elevadas de lodo de esgoto nessas áreas, chega atingir até dosagem de 495 t ha<sup>-1</sup> (SHIROTTA & ROCHA, 1997).

No Brasil, embora as pesquisas ainda se encontrem em fases incipientes diversos trabalhos já demonstraram os benefícios da aplicação do lodo de esgoto no aumento do teor de carbono do solo e da CTC (MELO et al., 1994), como fornecedor de nutrientes a diversas culturas (BERTON et al., 1989; OLIVEIRA et al., 1995; BISCAIA & MIRANDA, 1996) e na melhoria das propriedades físicas do solo (JORGE et al., 1991).

Diversos trabalhos têm mostrado aumentos na produção de matéria seca e de grãos por espécies de interesse agrônômico cultivado em solos tratados com lodo de esgoto (DEFELIPO et al., 1991). Em alguns casos, os aumentos são equiparáveis ou superiores aos obtidos com a adubação mineral recomendada para a cultura (DA ROS et al. 1993; e SILVA et al., 2001). Apesar disso, a complementação potássica é frequentemente apontada como imprescindível para a obtenção de boas produções (OLIVEIRA et al., 1995; SILVA et al. 2001), uma vez que o resíduo é pobre neste elemento.

Um papel importante do uso agrícola do lodo de esgoto está associado a seu papel de condicionador de solo, função principalmente do conteúdo orgânico do resíduo. Embora a matéria orgânica em solos minerais represente menos de 5% de componentes sólidos (SILVA et al., 2000), ela é responsável por cerca de 70% a 80% da capacidade de troca de cátions (CTC) em solos tropicais (RAIJ, 1969).

Aumentos na produção de plantas de cana-de-açúcar cultivadas em Terra Roxa Estruturada também foram observados por Silva et al. (1998) ao aplicarem um lodo de esgoto obtido na ETE da SABESP em Barueri.

Trabalhos realizados por Leslie (1970) e Mays et al. (1973), demonstraram que o crescimento vegetativo e a produção e grãos de várias culturas, em solos tratados com lodo, foram iguais ou superiores aos das mesmas plantas adubadas com fertilizantes minerais nas doses convencionais. Cunninchan et al. (1975) incorporando ao solo



lodo de esgoto sem tratamento prévio, obtiveram aumento na produção de grãos de milho, que relacionou maior disponibilidade de N, P e K. Sabey et al. (1977) verificaram maior eficiência no desenvolvimento de plantas de trigo cultivadas em solos que receberam lodo de esgoto, misturando com restos de madeira, em comparação com a fertilização mineral.

A aplicação de lodo de esgoto em doses superior a 20 t ha<sup>-1</sup> proporcionou melhores resultados no desenvolvimento de sorgo granífero (OLIVEIRA et al., 1995). Em função de sua composição e de seu comportamento no solo, o lodo de esgoto liberou nutrientes que foram absorvidos pelas plantas de sorgo granífero (OLIVEIRA et al., 1995).

Berton et al. (1989) em estudos de casa de vegetação, com aplicação de lodo de esgoto em doses equivalentes a 0, 40 e 80 t ha<sup>-1</sup> (base seca), em cinco solos paulistas, constataram aumentos na produção de matéria seca e absorção de N, P, Ca, Mg e Zn por plantas de milho, em função das doses

Em estudos de campo, em um Latossolo Vermelho-Amarelo, Marques (1990), comparando, por dois anos consecutivos, os efeitos da adubação convencional e da aplicação anual de 4, 8, 16 e 32 t ha<sup>-1</sup> de lodo de esgoto (com 72% de umidade), complementado com K, sobre a produtividade e a qualidade industrial da cana-de-açúcar, concluiu que é possível a utilização do lodo na cultura como fertilizante, uma vez que não foram observadas diferenças, entre os tratamentos, para produtividade e características tecnológicas da cana-de-açúcar.

A aplicação de 20, 40, 80 e 160 t ha<sup>-1</sup> de lodo de esgoto (com 92% de umidade), em um Argissolo vermelho-Amarelo, aumentou a produção de matéria seca da cultura do milho (efeito imediato) e da associação aveia-ervilhaca (efeito residual), de acordo com as doses, como também aumentou os teores de N e P disponíveis do solo, evidenciando a contribuição do lodo em fornecer nutrientes as plantas (DA ROS et al. 1993).

Marques (1996) estudado o efeito da adição de 40, 80 e 160 t ha<sup>-1</sup> de lodo (com 74% de umidade), combinado com 50 ou 100% do adubo NPK recomendado para a cultura de cana-de-açúcar, constatou que a aplicação de 40 t ha<sup>-1</sup> com 50% do adubo NPK promoveu produtividade da cultura semelhante à da adubação NPK convencional. Isso sugere que a utilização do lodo pode acarretar uma economia com fertilizantes minerais.

#### 4.1.4 Fornecimento de N pelo lodo de esgoto

O N contido no lodo de esgoto poderá restringir a taxa de aplicação mais do que teores de metais pesados, devido a mineralização de sua carga orgânica e subsequente à lixiviação de nitrato (OLIVEIRA, 2000), quando em doses acima de  $50 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , ou equivalente em N, acima de  $300 \text{ kg}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . A maioria dos nutrientes do lodo está na forma orgânica, como é destacado por Sabey (1980) e Munhoz (2001), apenas cerca de 30 a 50 % do N total esteja na forma prontamente aproveitável pelas plantas no primeiro ano.

Na ausência de norma específica para determinado resíduo orgânico, sugere-se, que a taxa de aplicação anual seja estabelecida pelo critério do N, conforme preconizado para o lodo de esgoto pela Norma P 4 230 da CETESB, (1999) considerando ser a lixiviação de nitrato o principal fator poluente em curto prazo.

Os lodos de esgotos são, de uma maneira geral, fertilizantes nitrogenados de liberação lenta. Além do N, os lodos de esgotos contém 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, os lodos de esgotos podem reduzir em muito o custo de produção, pela menor utilização de fertilizantes minerais solúveis. No Colorado (EUA), a constante aplicação de  $7,5 \text{ t ha}^{-1}$  de lodo de esgoto a cada dois anos resulta uma produção de trigo comparáveis com uma aplicação de 55-65 kg N por ha, na forma de fertilizante nitrogenado comercial. Na região metropolitana de São Paulo, estima-se uma produção de aproximadamente 500 t de lodo de esgoto seco por dia. Considerando-se uma média de 3% de N orgânico e uma taxa de mineralização de 20% ao ano, somente os lodos de esgotos da região metropolitana de São Paulo poderiam suprir 3 t de N por dia (LAMBAIS & SOUZA,1999).

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, por aliviar a carga de esgotos nos mananciais de água.

Silva (1995) avaliou o efeito fertilizante do lodo de esgoto em um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. Foram aplicados 20 e  $40 \text{ t ha}^{-1}$  de lodo (com 62% de umidade), em combinação com adubação NP, NK, PK e NPK, nas doses

de 60, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, e sem adubação. As doses de lodo aumentaram linearmente a produtividade de biomassa e de açúcar.

## **4.2 Girassol**

### **4.2.1 Característica e importância**

O girassol é nativo da América do Norte, podendo ser encontrado no estado selvagem desde a planície do noroeste do Canadá até a América do Sul (UNGARO, 2000).

O girassol é uma das quatro maiores culturas oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível em utilização do mundo. É cultivado com sucesso nos cinco continentes, em mais de 20 milhões de hectares. Os maiores produtores mundiais são a Rússia, a Argentina e os Estados Unidos (UNGARO, 2000).

Se existe a planta ideal, da qual tudo se aproveita, o girassol está bem próximo dela. As raízes do tipo pivotate promovem uma considerável reciclagem de nutrientes, além da matéria orgânica deixada no solo pela sua morte; as hastes podem originar material para a forração acústica com ótimas características, pode ser ensilado juntamente com as folhas e ser utilizado na forma de adubo verde (UNGARO, 2000).

Quanto ao setor de processamento do girassol, na etapa inicial, podem ser obtidos quatro produtos principais (óleo bruto, torta desengordurada, grãos e plantas integrais), que são a base para a elaboração de novos derivados. Quase todo óleo bruto produzido no mundo, obtido a partir do processo de esmagamento e de extração com solventes orgânicos, é refinado visando a elaboração de diversos derivados usados na alimentação humana. O óleo refinado é também usado na elaboração de fármacos e cosméticos (LAZZAROTTO et al., 2005).

O óleo de girassol é considerado como o de melhores características nutricionais e organolépticas em relação aos outros óleos vegetais comestíveis (UNGARO, 2000). O girassol é uma das principais espécies utilizada na adubação verde, em grande parte devido ao seu desenvolvimento inicial rápido, seu efeito alelopático a um grande número de invasoras, à eficiência da planta na reciclagem de nutrientes e, também por ser um grande

protetor do solo contra a erosão e a infestação de invasoras, sendo recomendado para a rotação de culturas (UNGARO, 2000).

A utilização do girassol para adubo verde, com certeza irá haver um aumento de produtividade das culturas sucessoras. O girassol é uma cultura com grande capacidade de produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes. O girassol, por apresentar índices de colheita e de exportação de nutrientes reduzidos, folhas e capítulos com taxa de decomposição elevada, e sistema radicular profundo, favorece uma rápida ciclagem de nutrientes ao longo do perfil de solo, e possibilita um melhor desenvolvimento das culturas subseqüentes (CASTRO et al., 2005).

#### **4.2.2 Exigência em N e efeitos na produção**

O N é o nutriente que mais limita a produção do girassol. É nutriente essencial para o crescimento das plantas. O nitrogênio é transformado em composto orgânico se acumulando nas folhas e caules para depois ir para o grão e a semente. Uma boa nutrição nitrogenada promove um bom desenvolvimento foliar antes da floração (ORDONEZ, 1990).

O N é, em muitas condições, o elemento que leva a maiores respostas em produção. As recomendações de adubação nitrogenada de cobertura variam de 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de N. 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. O histórico da área e a cultura anterior também devem ser considerados para a definição de adubação nitrogenada (CANTARELA, 1985).

Uma carência de nitrogênio retarda e reduz o crescimento das plantas. Em seguida pode ocasionar uma clorose geral. A clorose afeta principalmente as folhas velhas, devido a alta mobilidade do N dentro da planta (ORDONEZ, 1990).

O excesso de nitrogênio pode também reduzir o teor de óleo na semente, porém pode aumentar o teor protéico (CASTRO et al., 2005).

O N é o segundo nutriente mais requerido pela cultura do girassol, acumulando 130 kg ha<sup>-1</sup>, atrás somente do potássio, porém grande quantidade de potássio é retornada ao solo, através dos restos culturais. Nos tecidos, a concentração de N varia dependendo do genótipo, de 35 a 50 g kg<sup>-1</sup> nas folhas e de 4 a 10 g kg<sup>-1</sup> no caule, no período de início de florescimento e o enchimento das sementes. Segundo Lantmann et al (1985)

quando cultivada em sucessão a soja, seria necessário apenas 40 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicado na cultura do girassol para obter boas produtividades. Esse resultado demonstra não só o efeito isolado da aplicação do nitrogênio, como também, do aproveitamento da adubação residual e do nitrogênio simbiótico proveniente da soja.

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 obtém-se 90% da produção relativa máxima, correspondendo à quantidade do nutriente economicamente mais eficiente (SMIDERLE et al., 2002).

Quaggio & Úngaro (1997) indicam para o Estado de São Paulo, a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo 10 kg ha<sup>-1</sup> no plantio e 40 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura aos 30 dias de emergência. Para o Estado de Minas Gerais recomenda-se aplicar 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo que 20 kg no plantio e 40 kg de N em cobertura de 45 a 50 dias após a emergência (LOPES & GUIMARÃES, 1989).

Considerando que o girassol absorve 50 kg de N para uma produção de 1000 kg de sementes, e que parte do fertilizante aplicado não é aproveitado pela planta, deve-se adicionar quantidades superiores à absorvida. Por isso sugere-se a utilização de 60 kg de N na adubação do girassol, para a produção de 1.000 kg ha<sup>-1</sup>, lembrando que hoje temos cultivares que tem potencial para até 5.000 kg ha<sup>-1</sup>. Entretanto, caso o mesmo seja cultivado após a soja, a sugestão é a aplicação de 40 kg de N, devido a o N residual da soja. O N deve ser fornecido  $\frac{1}{4}$  no sulco de plantio e  $\frac{3}{4}$ , 50 dias após o plantio Lantmann et al. (1985).

Não há, entretanto, um consenso a respeito do nível ótimo de adubação nitrogenada para se obter um máximo rendimento da cultura do girassol, aparentemente, a resposta do girassol a diferentes níveis de N depende do cultivar e das condições ambientais.

Carelli et al., (1996) observaram em um de seus experimentos que a produção de sementes aumentou com a adubação nitrogenada, atingindo valores máximos com 110 kg ha<sup>-1</sup> de N, e decrescendo a seguir, adubações de 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N reduziram as produções em 17 a 21%, respectivamente.

Apesar das quantidades elevadas de N acumuladas pelas culturas, a resposta à adubação nitrogenada varia, em função do histórico do uso do solo, incluindo o tempo e o sistema de cultivo, a reserva de N disponível no solo presentes nos restos de culturas e na fração orgânica humificada, condições gerais de fertilidade do solo, época de

cultivo e potencial produtivo da cultura. O aproveitamento pelas culturas em sucessão depende da velocidade de mineralização de resíduos orgânicos, mas seguramente uma parte deste nutriente será disponibilizada e absorvida, sendo considerada nas recomendações de adubação das culturas de milho (COELHO et al., 2005)

O excesso de N além de aumentar os custos com os fertilizantes, pode ocasionar diminuição do teor de óleo, a planta torna-se mais sensível ao ataque de pragas e doenças e porem favorece o acúmulo de proteínas nas sementes e que a utilização do girassol para a alimentação animal é interessante (GOMES-ARNAU, 1988; DIAZ-ZORITA, 1995; LEITE, 1997).

Levando-se em consideração a grande importância do rendimento de óleo para as agroindústrias, existe a possibilidade futura que a produção de girassol seja remunerada por essa qualidade. Assim, além dos fatores genéticos e climáticos, o conhecimento do efeito do N sobre a produtividade e o teor de óleo é decisivo para a definição de adubação, com aplicação de quantidades adequadas do nutriente que podem resultar em um melhor equilíbrio entre a produtividade de grão e rendimento de óleo(CASTRO & OLIVEIRA, 2005).

## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Local de desenvolvimento do ensaio**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel pertencente a Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu, localizada no município de São Manuel a 22° 25' Latitude Sul, 48° 34' Longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 750 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo mesotérmico, Cwa, ou seja, 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 umidade relativa do ar é de 71%, com temperatura média de 23°C. A classificação e os dados meteorológicos foram fornecidos pelo Departamento de Recursos Naturais, área de Ciências Ambientais / FCA UNESP – Botucatu.

### **5.2 Características químicas e físicas do solo**

Antecedendo a instalação do experimento, foram realizadas análises químicas de solo nas faixas de profundidades de 0-20 a 20-40cm, segundo Raij et al. (2001), estando os resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2- Características químicas do solo onde foi instalado o experimento (básicas)

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

Tabela 3 - Características químicas do solo onde foi instalado o experimento (micronutrientes)

Prof. cm	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg dm <sup>-3</sup> -----				
0 – 20	0,11	1,0	20	7,7	1,2
20 – 40	0,09	0,9	13	4,1	1,2

Foram realizadas também análises físicas de solo (EMBRAPA, 1999), estando os resultados apresentados na Tabela 4, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro.

Tabela 4 – Características físicas do solo onde foi instalado o experimento

Prof. cm	Areia grossa	Areia fina	Argila	Silte	textura
	g kg <sup>-1</sup>				
0-20	332	521	97	50	arenosa
20-40	417	427	114	42	arenosa

### 5.3 Delineamento experimental

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados constituído por 6 tratamentos e 5 repetições assim definidos Pimentel Gomes (2000):

- T0 sem adubação nitrogenada;
- T1 adubação química nitrogenada de acordo com o Boletim Técnico 100 (Raij et al., 1997);
- T2 50% adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto e 50% na forma da adubação química, em cobertura;
- T3 100% da adubação nitrogenada do recomendado pela 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 foi constituída por uma área de 100 metros quadrados (14x7,2m) com uma distancia de 3 m de uma parcela a outra do mesmo bloco. A distância entre um bloco ao outro foi de 1,8 m. O girassol foi semeado em um espaçamento de 0,9 m entre linha e 4 sementes por metro na linha, a profundidade das sementes foi de 3 a 4 cm.

As adubações com  $P_2O_5$  e  $K_2O$  foram feitas no plantio de acordo com a análise de solo com  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  na forma de superfosfato simples ( $180 \text{ g kg}^{-1} P_2O_5$ ) e  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $K_2O$  na forma de cloreto de potássio ( $600 \text{ g kg}^{-1} K_2O$ ). A adubação com N foi realizado logo após o plantio no T1, na dosagem de  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, conforme descrito em Raij et al., (1997). Os tratamentos T2, T3, T4 e T5 não receberam adubação química nitrogenada no plantio em função das aplicações de lodo de esgoto.

A localização dos blocos na área experimental e a distribuição das parcelas após o sorteio estão apresentados na figura 1.

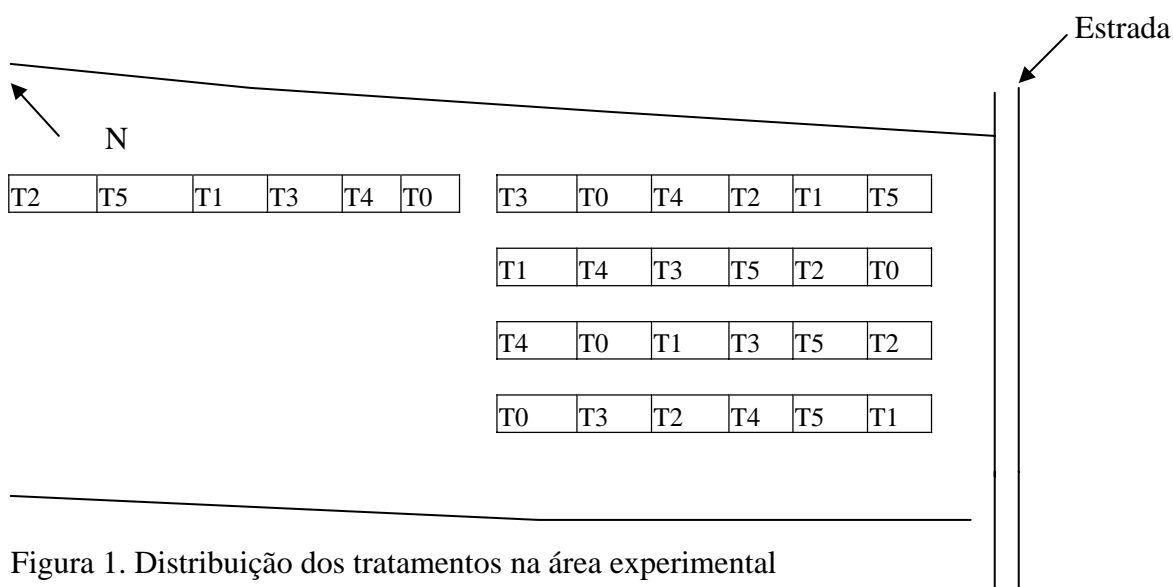


Figura 1. Distribuição dos tratamentos na área experimental

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

A análise de todos os dados estatísticos foram feitos a Tuckey 5%.

#### 5.4 Cultivar utilizada

A cultivar utilizada foi a HELIO 251, fornecida pela empresa Helianthus do Brasil, que apresenta as seguintes características: híbrido simples; dia da germinação a maturação fisiológica 90 a 115 dias; tolerante as doenças – Ferrugem Preta, Podridão de raízes e *Verticilium dahliae* e resistente *D. mildew*; ótima resistência a acamamento; altura média da planta 1,7 a 2,1 m; densidade de colheita 40.000 plantas ha<sup>-1</sup>; teor de óleo de 39% ; recomendado para o território nacional.

#### 5.5 Característica do lodo de esgoto

Utilizou-se o lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Jundiaí/SP. Foi retirado as amostras composta do lodo, que apresentou as seguintes características na Tabela 5 (LANARV, 1988). A análise foi realizada no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômica de Botucatu – SP.

Tabela 5. Características químicas do lodo de esgoto utilizado no experimento.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Umíd.	MO	C	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N	pH
-----g kg <sup>-1</sup> -----								----- mg kg <sup>-1</sup> -----							
31,8	17,2	1,8	675,8	55,	306	12,5	2,2	45,6	1520	812	31650	3400	2150	10/1	4,3

Adotou-se o seguinte cálculo para determinação da dose de lodo de esgoto a ser utilizada nos tratamentos:

- Para cada 100 kg de lodo de esgoto na base seca contém 3,18 kg de N;
- Considerando o teor de umidade de 67,58%, ou seja 32,42% base seca, teremos 1,03% de N na base úmida;
- Considerando que 30% seria mineralizado de lodo de esgoto, (CETESB, 1999) teremos 0,31% de N mineralizado no primeiro ano;
- A quantidade de lodo de esgoto destinada para cada tratamento por ha foi:

$$- T0 - 0 \text{ kg ha}^{-1}$$

- T1 – 0 kg ha<sup>-1</sup>
- T2 – 8.064,51 kg ha<sup>-1</sup>
- T3 – 16.129,03 kg ha<sup>-1</sup>
- T4 – 24.193,54 kg ha<sup>-1</sup>
- T5 – 32.258,05 kg ha<sup>-1</sup>

## 5.6 Operações agrícolas na área experimental

### 5.6.1 Operações antes da instalação do experimento

A fim de possibilitar a utilização da área experimental em questão, foram feitas as seguintes operações agrícolas em área total:

- . **Gradagem** – operação realizada em área total para limpeza e incorporação das plantas daninhas na área. A profundidade de operação foi de aproximadamente 20 cm.
- . **Divisão de parcelas e estaqueamento** – as parcelas foram medidas com trena nas dimensões pré-estabelecidas (14x7,2) e delimitadas com estacas de madeiras.

### 5.6.2 Operações de instalação do ensaio

- . **Estrutura para o recebimento do lodo de esgoto** – antes do lodo de esgoto chegar no local foi levantado o solo a 1 metro de altura, formando um quadrado de 15 m X 15 m, e em seguida foi colocada uma lona plástica, para não ter problema de perder o lodo e evitar decida de nitrato no solo. Foi despejado o lodo em cima desta lona e depois foi coberto o lodo com a própria lona.
- . **Aplicação do lodo** - foi aplicado o lodo de esgoto nos tratamentos com um distribuidor de esterco, regulado na menor dosagem a ser aplicado, ou seja T2 (7.600 kg ha<sup>-1</sup>), para o tratamento T3, adotou-se 2 passadas (15.200 kg ha<sup>-1</sup>), para o T4, 3 passadas (22.800 kg ha<sup>-1</sup>) e finalmente T5 com 4 passadas (30.400 kg ha<sup>-1</sup>).
- . **Aplicação do trifluralina e ácido bórico** - foi aplicado o trifluralin (ia) na

dosagem de 1,2 L ha<sup>-1</sup> juntamente com o ácido bórico dosagem de 6 kg ha<sup>-1</sup>, buscando o controle da sementeira.

. **Incorporação do lodo, trifuralina e ácido bórico** - foi feita uma incorporação com uma grade leve à profundidade de 10 cm, com uma operação, antes do plantio.

. **Adubação e semeadura** - foi semeado em um espaçamento de 0,9 metros entre linha e 4 sementes por metro linear na profundidade de 3 cm. A adubação de plantio para todas as parcelas foi constituída de 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples (180 g kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio (600 g kg<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O). A adubação de N foi realizada logo após o plantio no T 1, na dosagem de 10 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia (450 g kg<sup>-1</sup> de N), que é o recomendado para o Estado de São Paulo. Os tratamentos T0, T2, T3, T4 e T5 não receberam esta adubação com N.

. **Adubação de cobertura** – os tratamentos que receberam a adubação de cobertura foram os tratamentos T1 e T2. O tratamento T1 recebeu 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, que é o recomendado para o Estado de São Paulo, de acordo com o Boletim 100 (RAIJ et al., 1997), o tratamento T2 recebeu 25 kg ha<sup>-1</sup> de N, porque os outros 25 kg ha<sup>-1</sup> foram aplicados antes do plantio na forma de lodo de esgoto, totalizando os 50 kg ha<sup>-1</sup> que é o recomendado para o Estado de São Paulo. A forma utilizada para a cobertura foi a uréia. Esta operação foi efetuada aos 30 dias após a emergência, como choveu após esta adubação não houve necessidade de incorporar.

### 5.6.3. Operações durante o desenvolvimento da cultura

. **Controle de formiga** - foi feito controle de formiga uma semana após o plantio com sulfuramid (3 g kg<sup>-1</sup>), na dosagem de 10 g m<sup>2</sup>.

. **Desbaste** - Aos 14 dias após o plantio foi feito um desbaste permanecendo 4 plantas por m.

. **Controle de plantas daninhas** - Quanto ao controle de mato, além da aplicação

do trifluralina, foi efetuado uma capina aos 15 dias do plantio, devido à incidência de carrapicho e nabiça. Aos 30 dias foi efetuados mais um controle com herbicida pós-emergente (fenoxaprop-p-ethyl + cleothodim), na dosagem de  $0,8 \text{ L ha}^{-1}$ , devido à incidência de carrapicho. Aos 41 dias foi efetuada mais uma carpa buscando diminuir a incidência de nabiça e tiririca.

. **Controle de insetos** - Foi efetuado uma aplicação de inseticida (Deltamethrin-200CE), devido à alta incidência de *Diabrotica speciosa* (vaquinha), na dosagem de  $1 \text{ mL L}^{-1}$  de água.

. **Controle de doenças** - Ocorreu uma incidência de alternaria (*Alternaria spp*) aos 35 dias do plantio feito a aplicação de fungicida (Epoconazole + Pyraclostrobin), na dosagem de  $0,6 \text{ L ha}^{-1}$ .

. **Adubação foliar** - foi feita uma aplicação foliar de B aos 45 dias após o plantio, na dosagem de  $1 \text{ g L}^{-1}$  de ácido bórico. Fez-se esta aplicação foliar, devido a constatação de rachaduras nas hastes do girassol, sintoma típico de falta de boro, ou excesso de amônia. Na dúvida foi realizado esta adubação, obtendo a solução do problema.

. **Cobertos os capítulos** - na fase de florescimento foram cobertos 20 capítulos ao acaso por parcela para evitar problemas com pássaros.

## 5.7 Parâmetros Avaliados

No decorrer do experimento, foram avaliados parâmetros do desenvolvimento das plantas semanalmente (altura de planta, número de folhas e diâmetro de haste), até a fase de florescimento. A altura de plantas, número de folhas e diâmetro de haste foram feitas em 10 plantas distribuídas aleatórias e por parcela. A coleta de folhas para a análise foi feita na época de florescimento (R3) (MALAVOLTA et al., 1997), coletando a 4ª folha de cima para baixo, analisando N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn e os seguintes elementos tóxicos: As, Cd, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb e Se de cada tratamento (RAIJ et al., 2001).

Antes da colheita foi avaliada altura final de plantas, diâmetro da haste e diâmetro de capítulo.

A colheita foi efetuada 100 dias após o plantio, colhendo-se 10 plantas por parcela. O capítulo foi separado do restante da planta, não tendo sido retiradas as raízes dos solo.

Nas sementes foram avaliados os seguintes parâmetros: o peso das sementes e sua umidade, corrigido a umidade em 11%; o peso de mil sementes; o teor de óleo; teor de nutrientes e elementos tóxicos.

### **5.7.1 Biométrico**

Essas variáveis foram determinadas com o objetivo de avaliar o desenvolvimento das plantas durante seu ciclo.

#### **5.7.1.1 Altura das plantas**

A primeira coleta de altura de planta foi realizada 14 dias após a emergência e, em seguida, feitas coletas semanais até aos 65 dias da emergência.

Para a determinação da altura das plantas foi utilizada uma trena até a altura de 100cm. A partir desta altura foi efetuada as medições com uma régua de 2 metros de altura.

Durante o desenvolvimento vegetativo, a altura foi determinada pela medida do solo até a inserção da última folha totalmente lançada e na fase reprodutiva, do nível do solo até a inserção do capítulo.

Foram avaliadas 10 plantas por parcela.

#### **5.7.1.2 Diâmetro de haste**

Para o diâmetro de haste fez-se a primeira coleta 28 dias após a emergência e aos 57 dias após a emergência, coletando semanalmente.

Utilizou-se um paquímetro, para determinar o diâmetro de haste em centímetros (cm) no colo da planta.

#### **5.7.1.3 Número de folhas**

O número de folhas foi analisado desde aos 21 dias após a emergência, até os 50 dias, coletando semanalmente.

Esta variável foi determinada pela contagem das folhas totalmente abertas das mesmas 10 plantas onde se determinou altura e diâmetro.

### **5.7.2 Componentes de produção**

A colheita foi realizada quando o girassol estava na fase (R9), ou seja os capítulos já estavam todos já voltados para baixo. Foi calculado a umidade e transformado a produção para 11% de umidade.

Foram cobertos 20 capítulos ao acaso por parcela, devido a alta incidência de pássaros (maritacas e pombos), que ocorreram no ensaio. Destes 20 capítulos foram colhidos ao acaso 10 capítulos por parcela para determinar a produção. As folhas e os caules destas plantas também foram colhidos para determinar a produtividade de matéria seca. Em seguida foram colocadas em uma estufa a 60°C até massa constante.

As sementes foram separados dos capítulos manualmente. Após a retirada das sementes, os capítulos foram secos da mesma forma que foi feito com as folhas e os caules, sendo então pesados, para determinar a produção de matéria seca dos capítulos.

#### **5.7.2.1 Produtividade**

Para calcular a produtividade por 10 plantas coletadas, verificou-se os teores de umidade de cada tratamento com duas repetições. Com estes dados calculou-se a produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em 11% de umidade, considerando o estande final da cultura de 37.000 plantas por ha.

#### **5.7.2.2 Peso de mil sementes**

Para calcular o peso de mil sementes de 8 repetições de 100 sementes cada parcela, foram pesadas em uma balança de precisão de 0,001 g; os resultados são a expressão ao peso médio das repetições multiplicado por 10, conforme as regras para análise de sementes (BRASIL, 1992).

#### **5.7.2.3 Teor de óleo**

O teor de óleo foi avaliado pelo método químico utilizando o hexano como extrator e o equipamento utilizado foi o Soxhlet. As amostras foram coletadas e

padronizadas para um peso de aproximadamente 10 g de grãos, por parcela. As amostras foram previamente maceradas e envoltas em cartuchos de papel filtro grampeado nas extremidades, com o peso do conjunto papel e grampo conhecido. As amostras foram secas em estufa a temperatura de 60°C, por doze horas. Após a secagem, foram devidamente pesadas e inseridas no Soxhlet juntamente com o extrator hexano. Após sete horas das amostras em contato com o extrator a uma temperatura entre 55 e 60°C, foram retiradas e secas em estufa a temperatura de 60°C por mais doze horas, foi realizado esta análise no Departamento de Produção Vegetal, Área de Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu. Terminado o processo, foi determinado o teor de óleo por diferença de peso, através da seguinte equação:

$$PO = [(P2 - P3) / (P2 - P1)] \times 100$$

Onde: PO = porcentagem de óleo da amostra analisada

P1 = peso do cartucho (papel filtro + grampos)

P2 = peso da amostra (cartucho + material macerado)

P3 = peso da amostra após a extração

#### **5.7.2.4 Teor de nutrientes nas sementes**

As sementes foram secas em estufa com temperatura em torno de 60° C e circulação forçada de ar, durante 7 dias e, depois de secas foram moídas com o auxílio de um moinho tipo Willey.

O material moído foi acondicionado em sacos de papel menores e encaminhados para análise no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da FCA/UNESP.

As amostras foram analisadas para a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, seguido da metodologia de Malavolta et al., (1997).

Com os resultados dos teores foram calculadas as quantidades de nutrientes exportadas por cada tratamento em kg ha<sup>-1</sup>.

No extrato nítrico perclórico foram também determinados os teores de metais pesados presentes nas sementes: As, Cd, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb e Se; foram feitas as leituras pelo aparelho TRACE SCAN ATONSCAN 16/25 PLASMA SPECTROMETER USERS GUIDE, no Departamento de Produção Vegetal, Área de Agricultura e Melhoramento Vegetal, Laboratório de Relação Solo X Planta (RAIJ et al., 2001).



#### **5.7.2.5 Produtividade de matéria seca de caule, folha e capítulo**

O (caule + folhas) e capítulos, após coletados, foram colocadas em uma estufa em uma temperatura de 60° C, do Departamento Produção Vegetal área da Agricultura melhoramento vegetal deixando até a massa constante, em seguida este material foi pesado para verificar a quantidade de massa de matéria seca nas 10 plantas. Os dados foram transformado para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

A produtividade de matéria seca total foi a somatória da massa da matéria seca do caule + folha com a massa de matéria seca do capítulo

#### **5.7.3 Análise química de folhas**

Foram coletadas a terceira e quarta folha de cima para baixo no início do florescimento em 10 plantas que compuseram as amostras dos tratamentos e colocadas em sacos de papel previamente identificados. Posteriormente foram levadas para o laboratório, onde foram bem lavadas com água de abastecimento e com água destilada e detergente, procurando retirar todas impurezas nelas existentes. Após a lavagem, foram colocados em outros sacos e levados para a secagem em uma estufa com temperatura em torno de 60°C, durante 3 dias. Depois de secas foram moídas com o auxílio de um moinho tipo Willey, marca MARCONI, modelo MA-048.

O material moído foi acondicionado em sacos de papel menores e encaminhados para análise no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da FCA/UNESP.

As amostras foram analisadas para a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, seguido da metodologia de rotina do referido laboratório. (MALAVOLTA et al., 1997).

No extrato nítrico-perclórico foram determinados os teores de elementos tóxicos presentes nas folhas: As, Cd, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb e Se (RAIJ et al., 2001).

#### **5.7.4 Dados climatológicos**

Os dados climatológicos utilizados no presente estudo foram apenas os ligados a variável precipitação das chuvas (mm) e temperatura. Foi instalado no local do ensaio um pluviômetro para medir a precipitação . Os dados de temperatura mínima, média e máxima média foram fornecidos pelo Departamento Recursos Naturais, Área de Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, onde na própria Fazenda Experimental São Manuel existe uma estação climatológica, onde foram coletados estes dados.

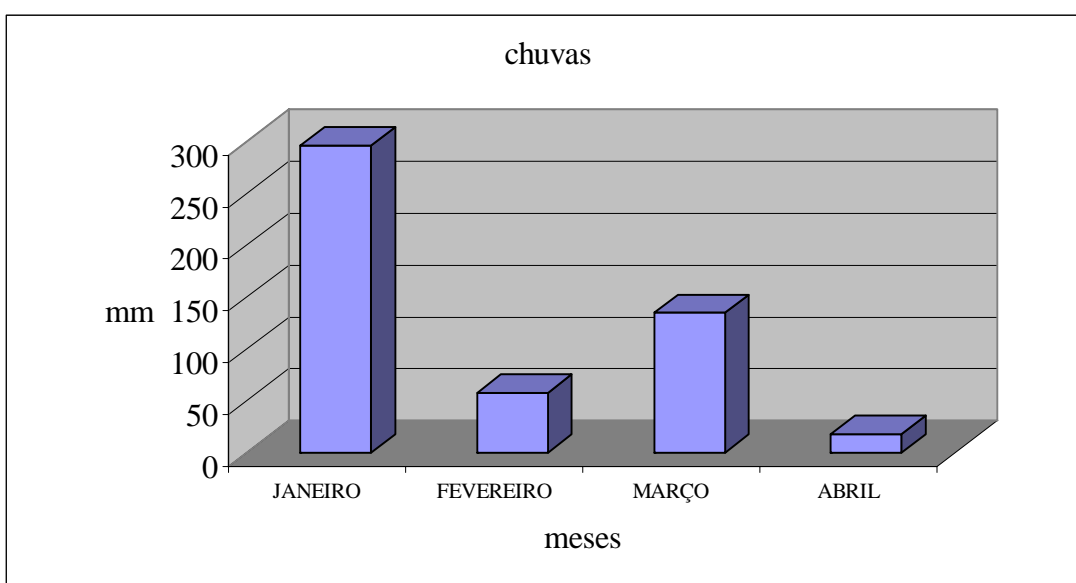


Figura 2. Precipitações médias no período de janeiro a abril de 2005.

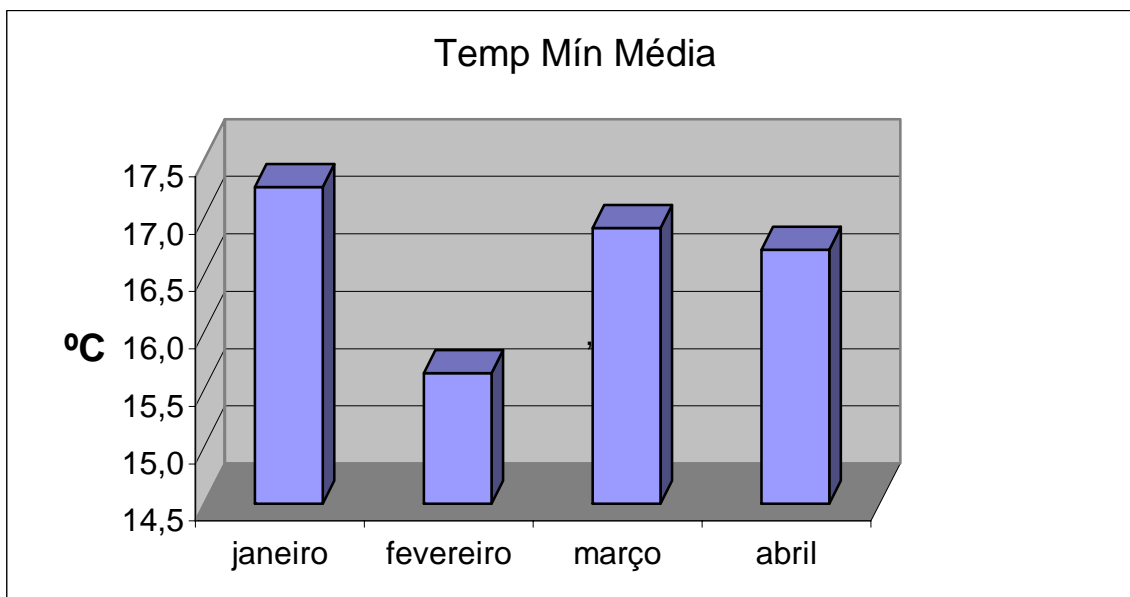


Figura 3. Temperatura mínima média no período de janeiro a abril de 2005

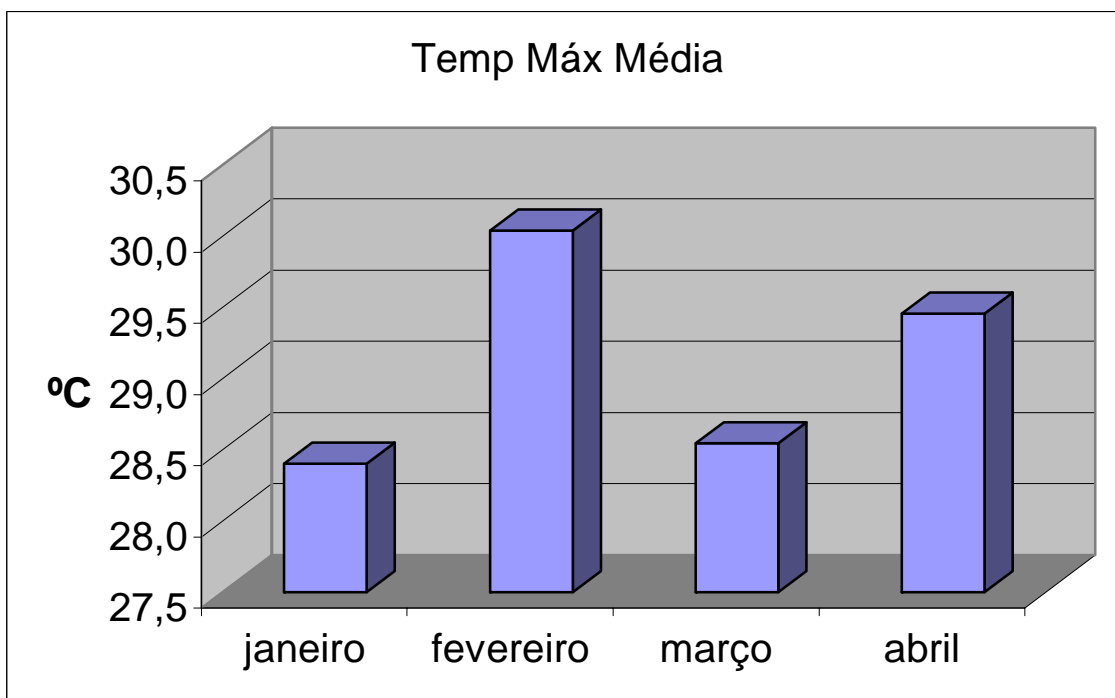


Figura 4. Temperatura máxima média do período de janeiro a abril de 2005

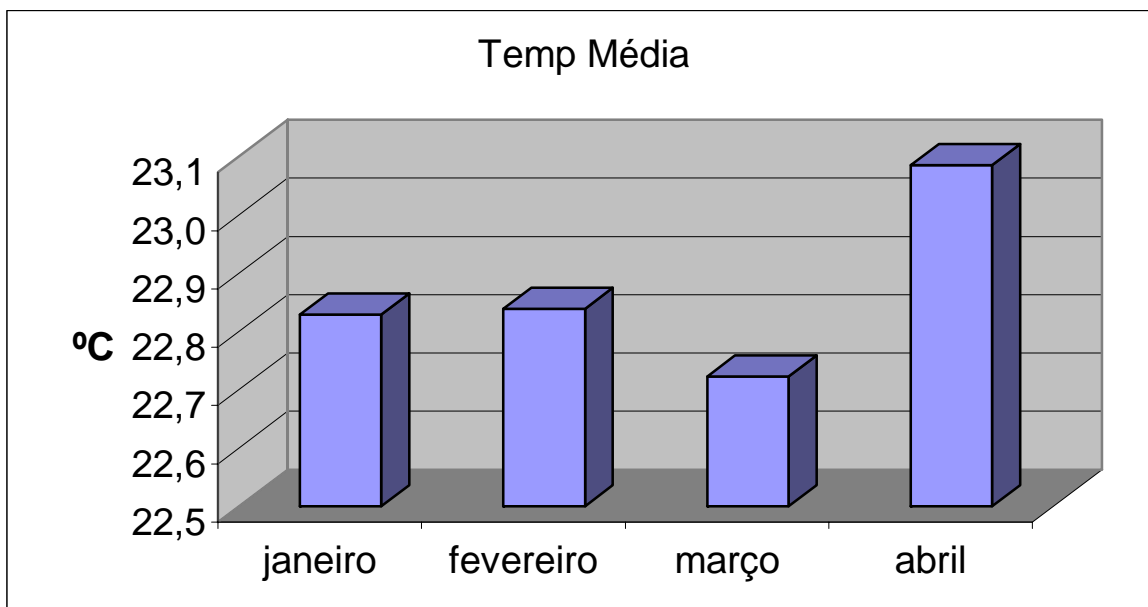


Figura 5 Temperatura média do período de janeiro até abril de 2005.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Altura de plantas

A Tabela 6 apresentam-se as médias de alturas de plantas nos respectivos dias de emergência 14, 21, 28, 38, 44, 50, 57, 64 e na tabela 7 no momento da colheita.

Observa-se que a partir dos 21 dias de emergência começaram a haver diferenças nos tratamentos que receberam uma quantidade maior de lodo de esgoto. Após 50 dias de emergência os tratamentos 1 e 2 que receberam uréia em cobertura começaram a diferenciar dos tratamentos 3 e 4 que receberam somente o lodo de esgoto. Aos 64 dias os tratamentos 2, 4 e 5 apresentaram-se superiores aos demais tratamentos.

No momento da colheita observa-se que as alturas dos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 não diferiram. Somente na ausência do N que diferiu dos tratamentos 2, 4 e 5.

Segundo Carvalho & Pissaia (2002) estudando dosagens crescentes de N (0, 25, 50, 75, 100 e 125) em kg ha<sup>-1</sup> em girassol, não verificaram diferenças em altura

nas fases (V8, V17, R1, R5.5 e R7). Entretanto este ensaio foi feito em plantio direto, em sucessão a soja.

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.

Pires et al., (2003) e Silva et al., (2001) trabalhando com a cultura de cana-de-açúcar, obtiveram respostas ao crescimento das plantas em função de doses de lodo de esgoto utilizadas.

Silva et al., (2004) trabalhando com substrato enriquecido com lodo de esgoto para a produção de mudas de mamoeiro e do porta-enxerto do limão “Cravo” constatou crescimento significativo em altura de plantas.

TABELA 6 Altura média de plantas de girassol em dias após a emergência.

Tratamentos	Altura média em dias após a emergência (cm)							
	14	21	28	38	44	50	57	64
T1	7,94	16,3 b	27,0 b	59,1 b	105,5 b	137,6 ab	146,4 b	146,6 b
T2	8,14	18,3 b	27,4 b	62,5 b	100,7 b	134,3 ab	150,8 ab	152,3 ab
T3	7,98	18,4 b	28,4 b	60,0 b	96,1 b	125,8 b	143,0 b	146,9 b
T4	8,73	19,9 a	31,2 a	64,9 b	103,9 b	131,2 b	149,8 b	153,5 a
T5	8,98	21,4 a	34,6 a	74,9 a	116,9 a	145,1 a	159,7 a	160,58 a
F	2,36 <sup>ns</sup>	10,40*	17,03*	10,05*	10,27*	6,50*	9,16*	4,65*
Média	8,35	18,85	29,72	64,28	104,60	134,80	149,94	152,00
CV	8,21	6,97	5,82	6,96	5,16	4,68	3,08	3,90

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

T1 –100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 - 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

Tabela 7 Altura média das plantas de girassol na fase da colheita

TRATAMENTO	Altura (cm)
T0	123 b
T1	136 ab
T2	142 a
T3	138 ab
T4	141 a
T5	148 a
F	1,59
Média	138
CV	5,9

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

T0 – sem N, T1 – 100% AM, T2 – 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 – 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

## 6.2 Diâmetro médio do caule

Observa-se na Tabela 8 que aos 28 dias de emergência houve uma diferença significativa dos tratamentos que recebeu a maior quantidade de lodo com o tratamento que recebeu a menor quantidade.

Aos 38 dias e 44 dias o tratamento 5 que recebeu a maior quantidade de lodo mostrava-se superior a todos os demais. Após os 50 dias de emergência, pode-se observar que os tratamentos 2 e 5 estão estatisticamente iguais e superiores aos demais.

No momento da colheita do girassol o diâmetro de haste de todos os tratamentos diminuíram, devido à perda de umidade ocorrida. O tratamento 5 que recebeu a maior dosagem de lodo de esgoto estava estatisticamente igual aos tratamentos 2, 3 e 4.

TABELA 8. Diâmetro médio de haste de plantas de girassol

TRATAMENTO	Diâmetro médio do caule (cm)				
	28	38	44	50	57
T1	1,1 b	1,6 b	2,1 b	2,4 b	2,4 b
T2	1,1 b	1,7 b	2,0 b	2,4 ab	2,6 ab
T3	1,2 ab	1,6 b	2,0 b	2,2 b	2,4 b
T4	1,2 ab	1,7 b	2,1 b	2,3 b	2,5 b
T5	1,4 a	2,0 a	2,4 a	2,7 a	2,8 a
F	14,14	9,627	11,702	5,632	8,16
Média	1,2	1,7	2,1	2,4	2,5
CV	5,43	5,93	5,0	6,75	5,10

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%

T1 - 100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 - 100% LE, T4 - 150% LE, T5 - 200% LE  
AM - Adubação mineral

LE - Lodo de esgoto

TABELA 9. Diâmetro médio de haste de plantas de girassol na colheita.

Tratamento	Diâmetro médio de caule na colheita (cm)
T0	1,9 c
T1	2,1 bc
T2	2,5 ab
T3	2,3 ab
T4	2,3 ab
T5	2,7 a
F	8,45
Média	2,3
CV	9,3

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%

T0 - sem N, T1 - 100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 - 100% LE, T4 - 150% LE, T5 - 200% LE

AM - Adubação mineral

LE - Lodo de esgoto



### 6.3 Número médio de folhas

Observa-se na Tabela 10 que até os 38 dias, as plantas que receberam lodo de esgoto apresentaram número de folhas superior ao tratamento que não recebeu este resíduo. Após os 44 dias, não houve diferença entre os tratamentos.

TABELA 10. Número médio de folhas de plantas de girassol.

Tratamentos	Número médio de folhas				
	21	28	38	44	50
T1	11,0 b	17,8 d	26,1 a	30,0	32,4
T2	12,8 a	18,8 cd	20,8 b	29,9	31,9
T3	12,6 a	19,3 bc	26,3 a	29,5	30,9
T4	12,8 a	20,2 ab	26,8 a	30,1	32,2
T5	13,8 a	21,1 a	28,3 a	31,1	32,8
F	11,75 *	27,45 *	7,04 *	1,22 ns	2,98 ns
Media	12,6	19,4	25,7	30,1	32,0
CV	5,39	2,79	9,32	3,99	2,87

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

T1 –100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 - 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

### 6.4 Diagnose foliar na época de pleno florescimento

#### 6.4.1 Macronutrientes

Quanto aos macronutrientes primários (N, P e K) não houve diferenças entre os tratamentos na análise foliar. Os teores de N apresentavam níveis adequados (33 –35 g kg<sup>-1</sup>), o de P obteve níveis altos (acima de 7 g kg<sup>-1</sup>), quanto ao K obtiveram todos níveis adequados (20 – 24 g kg<sup>-1</sup>) , comparando com os teores foliares para a cultura do girassol (MALAVOLTA et al., 1997), como pode-se observar na Tabela 11. Quanto ao P apresentar níveis altos deve ser atribuído ao médio teor no solo e alto teores no lodo de esgoto, sendo que

na dosagem maior de lodo de esgoto foi aplicado  $169 \text{ kg ha}^{-1}$  a mais de  $\text{P}_2\text{O}_5$  em relação ao tratamento que não foi aplicado o lodo de esgoto, ou seja, o tratamento que recebeu a maior dosagem foi o T5 ( $30.400 \text{ kg ha}^{-1}$ ), como o lodo contém 1,72 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na matéria seca e 67,58% de umidade, esta quantidade representa em matéria seca  $9.855,68 \text{ kg ha}^{-1}$ , como em 100 kg tem-se 1,72 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , em 9.855,68 tem-se  $169,52 \text{ kg ha}^{-1}$

Quanto aos macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) não diferiram entre os tratamentos. Apresentando teores adequados, sendo para o Ca 17 a  $22 \text{ g kg}^{-1}$ , para o Mg 9 a  $11 \text{ g kg}^{-1}$ , e o S 5 a  $7 \text{ g kg}^{-1}$  em relação aos teores foliares para a cultura do girassol (MALAVOLTA et al., 1997).

Silva et al., (2001), observaram que a utilização de lodo de esgoto combinada com a adubação mineral de N para a cultura do sorgo, houve uma maior contribuição com relação ao teor de N em relação aos outros tratamentos que receberam adubação químicas normais e o que recebeu adubação nitrogenada somente proveniente do lodo de esgoto.

#### **6.4.2 Micronutrientes**

Quanto aos micronutrientes o Zn foi o único nutriente que diferiu com as dosagens de lodo de esgoto, tendo em vista que o lodo de esgoto apresentou alto teor deste nutriente e o solo já apresentava  $1,2 \text{ mg dm}^{-3}$ , que é considerado uma teor elevado. Houve uma diferença significativa somente do tratamento que não foi aplicado o lodo de esgoto com o tratamento que aplicou o lodo de esgoto. Podemos observar os resultados na Tabela 12.

TABELA 11 Resultados médios do teor foliar de N, P, K, Ca, Mg e S em folhas diagnóstico de girassol

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
.....g kg <sup>-1</sup> .....						
T1	35,8	4,6	41,2	19,0	5,9	3,2
T2	36,0	5,1	40,2	21,6	6,8	3,6
T3	32,8	5,2	42,6	20,4	6,5	3,7
T4	33,4	5,0	40,6	20,6	7,0	3,9
T5	32,2	4,9	36,8	20,4	6,3	3,8
F	1,995 <sup>ns</sup>	0,882 <sup>ns</sup>	2,531 <sup>ns</sup>	0,454 <sup>ns</sup>	2,092 <sup>ns</sup>	2,341 <sup>ns</sup>
Media	34,0	5,0	40,3	20,4	6,5	3,6
CV	8,15	11,76	7,49	15,09	10,12	10,69

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

T1 –100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 - 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

TABELA 12. Resultados médios do teor foliar de B, Cu, Fe, Mn e Zn em folhas diagnóstico de girassol

Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
.....mg kg <sup>-1</sup> .....					
T1	70,6	22,8	144,4	130,6	45,6 b
T2	75,4	24,0	143,8	141,2	49,8 a
T3	60,2	22,0	129,2	156,8	47,2 a
T4	68,0	22,4	132,4	147,0	50,4 a
T5	74,6	22,4	124,4	143,2	50,6 a
F	2,215 <sup>ns</sup>	0,707 <sup>ns</sup>	2,251 <sup>ns</sup>	0,289 <sup>ns</sup>	1,985 <sup>*</sup>
Media	69,76	22,72	134,84	143,76	48,72
CV	13,21	9,00	9,86	27,46	7,20

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%

T1 –100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 - 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

### 6.4.3 Elementos Tóxicos

Podemos observar na Tabela 13 que para nenhum dos elementos analisados houveram diferenças significativas, provavelmente porque foi o primeiro ano da aplicação do lodo de esgoto e as quantidades de elementos tóxicos no lodo estavam dentro do padrão da CETESB (1999).

TABELA 13 Resultados médios do teor foliar de As, Cd, Cr, Hg, Mo e Pb em folhas diagnóstico de girassol

Tratamento	As	Cd	Cr	Hg	Mo	Pb
.....ug kg <sup>-1</sup> .....						
T1	70,3	0,6	0,0	4,7	1,3	8,2
T2	45,6	0,8	0,2	7,8	0,0	7,7
T3	49,8	0,8	0,2	8,0	5,2	8,7
T4	65,7	0,7	2,4	5,0	4,9	1,5
T5	32,1	0,8	2,9	4,0	2,0	3,3
F	0,951 ns	0,112 ns	0,676 ns	1,203 ns	2,213 ns	0,327 ns
Media	52,7	0,7	1,13	5,9	2,7	5,9
CV	67,62	68,64	35,81	63,46	142,21	215,50

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%.

T1 - 100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 - 100% LE, T4 - 150% LE, T5 - 200% LE

AM - Adubação mineral

LE - Lodo de esgoto

### 6.5 Diâmetro médio do capítulo

Os resultados do diâmetro médio dos capítulos estão na Tabela 14 e observa-se valores médios superiores no tratamento que recebeu uma dosagem maior de lodo de esgoto e em seguida o tratamento 2. Os tratamentos 1, 3 e 4 foram estatisticamente iguais. O tratamento "0" foi que apresentou - se estatisticamente inferior a todos os demais tratamentos. Pode se verificar nos resultados da Tabela 14 que o benefício do lodo de esgoto e da interação da adubação como fonte de N lodo de esgoto associado à adubação mineral para o diâmetro médio do capítulo.

O diâmetro do capítulo tem implicações sobre o número de potencial de grãos, componente importante na produtividade de grãos. Observa-se através dos dados obtidos na Tabela 14, que o lodo de esgoto pode aumentar a disponibilidade de nitrogênio. Esses fatores de produção, possivelmente, influenciaram substancialmente no crescimento do capítulo pela disponibilidade adequada de N no desenvolvimento da planta, foi também observado por Sfredo et al. (1984) , citado por Zagonel (1991).

TABELA 14 Diâmetro médio do capítulo, rendimento de grãos, peso de mil sementes, teor de óleo e rendimento de óleo do girassol.

Tratamento	Diâmetro de capítulo	Rendimento de grãos	Peso de mil sementes	Teor de óleo	de Rendimento de óleo
	cm	kg ha <sup>-1</sup>	g	%	kg ha <sup>-1</sup>
T0	19,9 d	3.127 b	65,8 b	40,4	1.266 c
T1	22,4 c	3.760 b	70,8 b	40,4	1.514 bc
T2	26,5 b	4.841 a	81,4 a	40,5	1.959 ab
T3	24,5 c	4.518 b	74,4 b	41,7	1.891 ab
T4	24,2 c	4.398 b	74,2 b	41,5	1.823 ab
T5	27,4 a	5.126 a	82,6 a	40,4	2.064 a
F	6,72 *	4,07 *	4,70 *	0,89 ns	7,696
Media	24,1	4.295	74,9	40,8	1.753
CV	9,74	18,96	8,58	3,6	13,9

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%

ns não significativo a Tukey 5%

T0 – sem N, T1 –100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 - 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

## 6.6 Rendimento de grãos

A Tabela 14 mostra os resultados do rendimento de grãos em kg ha<sup>-1</sup>. Analisado os resultados, verifica-se que o rendimento de grãos variou de 3.127 para 5.125 kg

ha<sup>-1</sup> conforme os tratamentos com a adubação de lodo de esgoto. Os maiores rendimentos foram obtidos nos tratamentos que receberam a maior quantidade de lodo de esgoto e no que recebeu metade do N proveniente do lodo de esgoto e a outra metade proveniente da adubação mineral. Observam-se os tratamentos que receberam a mesma quantidade de N (T1, T2 e T3), via lodo de esgoto e/ou mineral, o tratamento que proporcionou maior rendimento de grãos foi o que recebeu metade de lodo de esgoto e metade de adubação mineral. Acredita-se que o T2 que recebeu N mineral em cobertura, e já tinha sido aplicado o lodo de esgoto, a mineralização do lodo após aplicar o adubo mineral foi mais intensa.

Deschamps & Favaretto(1997) observaram em um dos seus ensaios com lodo de esgoto em girassol que os resultados de produtividade na cultura do girassol mostraram que o lodo de esgoto pode ser utilizado como fonte de adubação orgânica substituindo 100% a quantidade de nitrogênio recomendada, sem prejuízos em termos de rendimento quando comparado a adubação mineral.

Smiderle et al., (2002) observaram que as maiores produtividades de girassol, foi em uma dosagem de N de 84 kg ha<sup>-1</sup> e dosagens acima deste valor a produtividade diminuiu.

Castro et al., (1999) observaram que a produção de grão de girassol aumentou até a dosagem de 90 kg ha<sup>-1</sup>.

Zubriski & Zimmerman, (1974) trabalhando com doses de N de 0, 56 e 112 kg ha<sup>-1</sup> em seis localidades (sete experimentos) com girassol tipo óleo e em cinco localidades com girassol para confeitaria, também observaram incrementos de produção até a dose máxima de N, em ambos os tipos de girassol e localidades.

### **6.7 Peso de mil sementes**

Observa-se na tabela 14 que o peso de mil sementes foi superior nos tratamentos 2 e 5 e inferior nos demais tratamentos. Este parâmetro acompanhou ao rendimento de grãos.

Lobo et al., (2006) verificaram que o peso de mil sementes não variou com doses de N de 50, 70, 90, 110 e 130 kg ha<sup>-1</sup>, para a cultivar HELIO – 251.

Massey (1971) trabalhando com doses de N de 0, 56, 112 e 168 kg ha<sup>-1</sup>, somente encontrou aumento no peso de mil sementes até a dose de 56 kg ha<sup>-1</sup>.

### **6.8 Teor e rendimento médio de óleo**

Os teores de óleo dos grãos de girassol estão relacionados na Tabela 14. Observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos que receberam ou não lodo de esgoto.

O teor de óleo nos grãos resulta do balanço entre a deposição de lipídeos, proteínas e outras substâncias, dentro das características genéticas da cultivar. A maior disponibilidade de nitrogênio tende elevar o teor de proteína, com a diminuição do teor de óleo de girassol Zubrisky & Zimmermann (1974), citado por Zagonel & Mundstock (1991); Calarota & Carvalho (1984). Acredita-se que não houve esta variação no teor de óleo, devido a concentrações de fósforo do lodo de esgoto, uma vez que, com o aumento do teor de fósforo existe uma tendência de aumento no teor de óleo, isto é, o lodo de esgoto contém nitrogênio em grande quantidade e contém fósforo, com o aumento do nitrogênio existe uma tendência de diminuir o teor de óleo e aumenta o teor de proteína, esta diminuição do teor de óleo e inversamente proporcional ao aumento da proteína por este motivo que o teor de óleo cai com o aumento da proteína e com o aumento do fósforo tende aumentar o teor de óleo.

Smiderle et al., (2002), observaram que com o aumento das doses de N no girassol houve uma redução do teor de óleo.

Levando-se em consideração a grande importância do rendimento de óleo para as agroindústrias, existe a possibilidade futura que a produção de girassol seja remunerada por esta qualidade. Devido a isto, as recomendações de N para a cultura não são muito elevadas. Podemos observar então que o teor de óleo não variou entre os tratamentos.

Na Tabela 14, quanto ao rendimento de óleo, nota-se que o tratamento 5, que recebeu a maior dosagem de lodo não diferiu do 2, 3 e do 4, que receberam lodo de esgoto em dosagens menores, porém diferiu do tratamento 0 e 1 que não foi aplicado o lodo de esgoto.

Considerando a Tabela 14, observa-se, que os incrementos de rendimento de óleo, foram decorrentes, em maior grau, das variações no rendimento médio de

grãos, porque os comportamentos diferenciais do teor de óleo (%), não foram significativos entre os tratamentos. Entre as características agronômicas, o rendimento de óleo é um parâmetro importante na cultura do girassol, quer pelo seu alto conteúdo e em função de sua elevada concentração de ácidos graxos insaturados.

### **6.9 Teor de nutrientes nas sementes e exportação**

Observa-se na Tabela 15 que os teores de macronutrientes nas sementes não variaram, porém para a exportação dos macronutrientes presentes na Tabela 17, houve variação significativa em função do aumento de produtividade, a exceção do Ca que não variou. Tal fato pode ser explicado pela quantidade original de Ca no solo, pois apresentava teores elevados e a quantidade de cálcio para o girassol completar o seu ciclo é muito pequena,  $9 \text{ kg ha}^{-1}$  (CASTRO & OLIVEIRA, 2005)

Quanto aos micronutrientes o único elemento que apresentou diferenças significativas em função dos tratamentos foi o Zn, como podemos observar na Tabela 16. Para a exportação de micronutrientes pelas sementes (Tabela 18) observa-se uma resposta significativa crescente, em função da elevação da dose de lodo de esgoto aplicada, à exceção ao Cu.

Podemos observar que os teores dos nutrientes nas sementes não alteraram muito, porém alterou na quantidade de nutrientes exportados, isto foi devido ao efeito diluição, ou seja os tratamento que produziram mais exportaram mais nutrientes.



TABELA 15 Teores médio de N, P, K, Ca, Mg, S nas sementes de girassol.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	.....g kg <sup>-1</sup> .....					
T0	29,0	8,1	13,6	2,6	4,3	1,6
T1	26,8	7,6	12,6	2,4	4,3	1,6
T2	29,0	7,8	11,6	2,0	4,2	1,5
T3	29,0	8,3	12,2	2,0	4,5	1,6
T4	28,0	8,0	12,2	2,0	4,4	1,6
T5	32,4	9,1	12,6	2,2	4,9	1,7
F	1,698 <sup>ns</sup>	1,887 <sup>ns</sup>	1,188 <sup>ns</sup>	2,341 <sup>ns</sup>	1,567 <sup>ns</sup>	1,059 <sup>ns</sup>
Media	29,0	8,1	12,5	2,2	4,4	1,6
CV	11,02	10,72	10,95	16,82	9,71	8,64

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%

T0 – sem N, T1 –100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 - 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

TABELA 16 Teores médio de B, Cu, Fe, Mn, Zn nas sementes de girassol.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....mg kg <sup>-1</sup> .....				
T0	36,0	20,2	67,8	31,4	66,2 b
T1	32,8	17,2	65,0	32,4	66,2 b
T2	33,2	16,0	62,8	27,0	70,2 b
T3	31,4	48,0	68,4	35,0	72,0 b
T4	32,0	19,8	68,0	33,6	75,4 ab
T5	35,6	20,6	73,4	33,8	89,8 a
F	0,702 <sup>ns</sup>	0,768 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	0,877 <sup>ns</sup>	5,138 *
Media	33,5	23,6	67,6	32,2	73,3
CV	15,08	130,41	14,71	20,99	11,87

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

T0 – sem N, T1 –100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 - 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

TABELA 17 Exportação pelas sementes de N, P, K, Ca, Mg e S em sementes de girassol

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	.....kg ha <sup>-1</sup> .....					
T0	92,0 b	25,4 b	42,5 b	8,1	13,6 b	5,1 b
T1	100,1 b	28,5 b	47,4 ab	9,1	16,2 b	6,1 ab
T2	140,7 ab	37,9 ab	56,3 ab	9,7	20,6 ab	7,3 ab
T3	129,3 ab	36,5 ab	54,4 ab	9,0	19,9 ab	7,2 ab
T4	122,7 ab	35,1 ab	53,5 ab	8,8	19,1 ab	7,0 ab
T5	165,3 a	46,6 a	64,7 a	11,2	25,0 a	8,8 a
F	4,358 *	4,993 *	2,911 *	1,343 ns	5,461 *	4,159 *
Media	125,0	35,0	53,1	9,3	19,1	6,9
CV	23,01	21,30	18,75	22,23	19,65	19,66

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

T0 – sem N, T1 – 100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 - 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

TABELA 18. Exportação de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelas sementes do girassol

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....g ha <sup>-1</sup> .....				
T0	114,2 b	64,7	214,2 b	99,9 b	210,2 b
T1	124,7 ab	65,2	245,6 b	122,7 ab	247,4 b
T2	161,0 ab	77,5	307,3 ab	130,9 ab	340,8 ab
T3	140,0 ab	68,3	310,2 ab	153,3 ab	321,9 b
T4	143,0 ab	86,3	299,7 ab	142,9 ab	329,9 ab
T5	181,0 a	102,4	376,6 a	170,2 a	456,1 a
F	2,938*	2,316 <sup>ns</sup>	3,739*	2,755*	8,021*
Media	143,8	77,4	192,3	136,7	317,7
CV	21,91	28,11	22,38	24,23	21,19

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%

T0 – sem N, T1 – 100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 - 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

A exportação de nutrientes é extremamente importante para quantificar os nutrientes que estão sendo retirado da lavoura, objetivando a reposição destes elementos se necessários, para um próximo plantio, comparando com o que ficou no solo. Embora a exigência de nutrientes pela cultura do girassol seja elevada, a sua exportação é pequena pelos grãos, ou seja, retorna muitos nutrientes ao solo após a colheita do girassol, devido a isso que se obtém uma produtividade elevada das culturas que sucedem o girassol. Castro et al., (2005) observaram que o girassol apresentou reduzidas taxas de exportação de nutrientes, e maiores quantidades, na matéria seca e nutrientes dos restos vegetais.

### **6.10 Teor de elementos tóxicos nas sementes**

Observa-se na Tabela 19 que não houve diferenças significativas entre os teores de elementos tóxicos nas sementes. Podemos explicar que não houve a diferença em função de ser o primeiro ciclo da cultura do girassol.

Em outros experimentos analisados os teores de metais pesados nas plantas, tendo como indicador o capim elefante e o feijão de porco, apenas o Ni aumentou significativamente, na parte aérea da leguminosa, após a aplicação recente do resíduo, mas em teores (máximo de  $0,92 \text{ mg kg}^{-1}$  na dose de  $120 \text{ t ha}^{-1}$ ) ainda bem abaixo do que a literatura apresenta como nível crítico (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2000). Também não houve transferência daquele metal detectado na parte aérea para os grãos.

TABELA 19. Teores médios de elementos tóxicos nas sementes de girassol

Tratamento	As	Cd	Cr	Hg	Mo	Ni	Pb	Se
	.....ug kg <sup>-1</sup> .....							
T0	19,2	120,0	33,1	3,0 a	2,8	7,1	10,3	35,0
T1	5,7	19,1	4,4	0,2 b	3,2	1,0	2,2	9,5
T2	13,4	8,3	8,7	0,6 b	1,4	1,7	0,0	28,7
T3	11,7	75,1	0,6	0,2 b	2,4	0,0	0,1	0,0
T4	20,7	49,0	9,7	0,2 b	5,2	5,9	1,2	0,3
T5	14,9	76,3	23,2	1,0 ab	1,7	10,4	2,8	6,8
F	0,609 <sup>ns</sup>	1,317 <sup>ns</sup>	0,989 <sup>ns</sup>	4,44 *	0,579 <sup>ns</sup>	0,884 <sup>ns</sup>	0,701 <sup>ns</sup>	1,024 <sup>ns</sup>
Media	14,3	58,0	13,3	0,9	2,8	4,3	2,8	13,4
CV	108,54	138,43	209,49	135,20	144,55	224,51	372,62	246,88

Letras minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%

T0 – sem N, T1 – 100% AM, T2 – 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 – 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

Tabela 20 Exportação de elementos tóxicos nas sementes de girassol

Tratamentos	As	Cd	Cr	Hg	Mo	Ni	Pb	Se
	.....mg ha <sup>-1</sup> .....							
T0	69,3	348,2	97,3	9,0	8,5	19,3	3,9	128,7
T1	25,2	68,5	15,3	0,9	11,0	3,5	8,1	32,7
T2	60,5	31,6	36,4	2,8	6,6	8,0	0,0	125,3
T3	56,9	341,4	2,6	0,8	9,7	0,0	0,6	0,0
T4	101,6	222,4	51,8	0,6	18,5	25,7	5,6	1,4
T5	83,9	402,0	115,3	4,4	8,6	51,2	10,4	31,9
F	0,676 <sup>ns</sup>	1,391 <sup>ns</sup>	0,701 <sup>ns</sup>	2,404 <sup>ns</sup>	0,552 <sup>ns</sup>	1,057 <sup>ns</sup>	0,685 <sup>ns</sup>	1,156 <sup>ns</sup>
Media	66,223	235,659	53,139	3,089	10,481	17,930	4,754	53,342
CV%	106,60	125,84	225,64	153,18	120,31	229,86	366,93	229,29

T0 – sem N, T1 – 100% AM, T2 – 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 – 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

### 6.11 Rendimento médio da matéria seca da parte aérea

Pela tabela 21 observa-se que o comportamento da produção de massa de matéria seca de caule + folha, capítulo e total mostraram uma resposta significativa ao aumento da dose de lodo de esgoto aplicada.

Estes parâmetros de produção de massa de matéria seca esta intimamente associado á quantidade de N colocado a disposição da planta (MALAVOLTA et al., 1997), podendo observar que o tratamento que recebeu uma maior quantidade de lodo de esgoto produziu mais, e o tratamento que teve lodo de esgoto e N mineral quando foi aplicado este mineral a mineralização do N do lodo de esgoto acredita-se que tenha sido mais intensa. Como observa-se na Tabela 21.

Silva et al., (2003) observaram que a melhor resposta em produção de matéria seca com sorgo utilizando lodo de esgoto foi o tratamento que recebeu ½ da adubação química e ½ lodo de esgoto aproximadamente de 82,5 t ha<sup>-1</sup>, valor muito acima do valor padrão, que varia de 15 a 45 t ha<sup>-1</sup>

TABELA 21 Rendimento médio de (m.s.) da parte aérea por hectare de girassol (estádio R9)

Tratamentos	MS (caule + folha)	MS (capítulo)	MS (total)
	.....kg ha <sup>-1</sup> .....		
T0	1.956 c	916 b	2.872 c
T1	2.596 bc	1.115 b	3.711 bc
T2	3.380 ab	1.482 ab	4.862 ab
T3	2.719 bc	1.166 b	3.885 bc
T4	3.057 abc	1.229 ab	4.287 bc
T5	3.964 a	1.810 a	5.775 a
F	6,746 *	5,18 *	9,516 *
Media	2945,33	1286,33	4232
CV	20,21	19,81	17,16

Letras minusculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%

T0 – sem N, T1 –100% AM, T2 - 50% AM + 50% LE, T3 – 100% LE, T4 – 150% LE, T5 - 200% LE

AM – Adubação mineral

LE – Lodo de esgoto

Este parâmetro de rendimento médio de matéria seca é de suma importância, devido estas partes da planta (folha, caule e capítulo) geralmente retornarem no solo. Com isso, quanto maior o material retornado ao solo, a planta subsequente irá ter melhor benefício com a maior retenção de umidade e melhor disponibilidade de nutrientes, uma vez que no girassol a decomposição da folha e do capítulo é rápida por apresentar-se uma baixa relação C/N. A decomposição do caule é mais lenta por apresentar uma alta relação C/N, e isto é interessante, porque na mesma planta partes se decompõem rapidamente fornecendo nutrientes para a próxima cultura, e parte, permanecerá por mais tempo no solo, favorecendo a retenção de umidade.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

- Hoje em dia temos cultivares de girassol que respondem mais as adubações, principalmente a nitrogenada, devido a isso acredito que devemos rever as recomendações para girassol no Estado de São Paulo, verificando pelo potencial produtivo e épocas de plantio, como já é feito para algumas culturas, ou seja, a recomendação que utilizamos no Estado de São Paulo é de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N que é pouco, embora o teor de óleo diminui com o aumento de doses de N, mas existem trabalhos que para esta cultivar, HELIO – 251, o teor de óleo permaneceu igual ou diminuiu muito pouco com o aumento de N, aumentando a produtividade de óleo.
- Acredita-se que nas condições deste experimento com temperaturas elevadas e precipitações de 507 mm durante o ciclo da cultura a mineralização do N proveniente do lodo de esgoto foi superior aos 30% que se recomenda.
- A combinação do N proveniente do lodo de esgoto e o N mineral é uma recomendação interessante tanto tecnicamente como ambientalmente. Isto porque ao aplicar o lodo de esgoto, calculando uma dosagem menor de N que a cultura necessita evitando perdas deste nutriente por lixiviação na forma de nitrato e na fase em que a cultura necessita uma dosagem maior de N se aplica em cobertura em uma forma mineral, nesta fase o sistema radicular da cultura ira estar mais desenvolvido, com isso a perda por lixiviação será menor. Acredita-se também que

quando é aplicado o N mineral em cobertura a mineralização do N do lodo de esgoto que já estava no solo é maior.

- Quanto aos elementos tóxicos, devemos procurar aplicar lodo que apresenta baixas quantidades destes elementos e em solos com pH corrigido para diminuir a disponibilidade de elementos tóxicos catiônicos.

- Em fim, o lodo de esgoto é um resíduo que pode ser utilizado na agricultura, porém tem que ser bem manejado. Acredita-se que utilizando na agricultura teremos menos problemas ambientais do que depositá-los em aterros sanitários.



## 8. CONCLUSÕES

Pode ser substituído o N proveniente da adubação mineral com N proveniente do lodo de esgoto, sem afetar a todos os parâmetros analisados, havendo um aumento significativo na produtividade.

Os tratamentos T2 e T5 foram superiores aos demais em quase todos os parâmetros analisados.

O tratamento que recebeu as mesmas dosagens de N (T1, T2 e T3), o tratamento (T2) que recebeu metade do N proveniente do lodo de esgoto e outra metade mineral (uréia) foi o que obteve melhor produtividade, maior diâmetro de capítulo e maior peso de mil sementes.

Nestas dosagens e no tempo de avaliação utilizadas não ocorreram problemas com elementos tóxicos (As, Cd, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb e Se).

## 9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, C.V.; LARA, A. I. ; FERNANDES, F. **Reciclagem de biossólidos: transformando problemas em solução**, Curitiba: SANEPAR; FIMEP, 1999, 288p.

BARBARICK, K.A.; IPPOLITO, J.A. WESTFALL, D.G. **Biosolids effect on phosphorus copper, zinc, nickel and molybdenum concentrations in dryland wheat**. Journal of Environmental Quality, v.24, n.4, p. 608-11 (1995).

BERTI, W.R.; JACOBS, L.W. **Chemistry and phytotoxicity of soil trace elements from repeated sewage sludge applications**. Journal of Environmental Quality, v.25, n.5, p. 1025-32 (1996)

BERTON, R.S.; CAMARGO, O.A. & VALADARES, J.M.A.S. **Absorção de nutrientes pelo milho em resposta a adição de resíduo orgânico a cinco solos paulistas**. R. Bras. Ci. Solo, 13:187-92, 1989.

BERTON, R.S. **Fertilizantes e poluição**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1992. p.299-313.

BERTON, R.S. **Risco de contaminação do agroecossistema com metais pesados**. In: BETIOL, W & CAMARGO, O. A. (eds.) Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000 p. 259-268.

BETTIOL,W; CARVALHO, P.C.T. & FRANCO, B.J.D.C. **Utilização do “Resíduo orgânico” como fertilizante**. O solo, 75:44-54, 1983.

BISCAIA, R. C. M. ; MIRANDA, G. M. **Uso do lodo de esgoto calado na produção do milho** – SANAPE, v. 5, p. 86-89, 1996.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília SNDA/DNVD/CLV, 1992. 365p.

CALAROTA, N.E.; CARVALHO, N.M. **Efeitos da adubação nitrogenada em cobertura sobre os conteúdos de óleo e proteína e a qualidade fisiológica de semente de girassol (*Helianthus annuus L.*)** Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 6, n.3, p.41-9, 1984

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

CARELLI. M.L.C., UNGARO, M.R.G., FAHL J.I., NOVO M.C.S.S. **Níveis de nitrogênio, metabolismo, crescimento e produção de girassol**. Revista Brasileira Fisiologia Vegetal, 8(2) p.123-130 ago, 1996.

CARVALHO D. B., PISSAIA, A. **Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha I rendimento de grão e seus componentes, índice de colheita e teor de óleo**. Scientia Agrária, v3, n1-2, p 41 – 45, 2002.

CASTRO, C.de; BALLA A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; SFREDO G.J. **Doses e métodos de aplicação de nitrogênio em girassol.** Scientia Agrícola, v.56 Piracicaba 1999.p.827-833.

CASTRO C. de, CASTIGLIONI V.B.R. , BALLA A., LEITE R.M.V.B.C., KARAM D. , MELLO H. C. , GHEDES L. C. A., FARIAS J. R. B. **A cultura do girassol** 1 ed. Londrina, EMBRAPA-CNPSO. 1997. 36p.

CASTRO, C. de; LANTMANN, A.F.; SPREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; SILVEIRA, J.M. **Fertilidade do solo e nutrição mineral do girassol, em semeadura direta e convencional.** In: RESULTADOS de pesquisa da EMBRAPA soja 2001: girassol e trigo. Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.31-36 (Embrapa Soja. Documento 199).

CASTRO C.de, OLIVEIRA, F.A.de **Nutrição e Adubação do Girassol.** In: Girassol no Brasil. Londrina, PR. Editora EMBRAPA – SOJA, 2005. cap. 13, p 317- 374.

CASTRO C.de, OLIVEIRA F. A. de., VERONESI C. O., SALINET L. H. **Acúmulo de matéria seca, exportação e ciclagem de nutrientes pelo girassol.** In XVI REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16., 2005, Londrina. Anais Londrina: EMBRAPA, CNPSO, 2005. p-29-31.

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

CHANG, A.C.; HINESLY, T.D.; BATES, T.E.; DONER,H.E.; DOWDY, R.H.; RYAN, J.A. **Effect of long-term sludge application on accumulation of trace elements by crops.** In: Page, A.L.; Logan, T.G.; Ryan, J.A. Land application of sludge. Celsea: Lewis Publishers (1987). p. 53-66.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de.; PITTA,G.V.E.; ALVES,V.M.C.; HERNANI, L.C. **Nutrição e adubação de milho**. In: CRUZ,J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES FILHO, A.; COELHO, A.M.;KARAM,D.; SANTANA, D.P.; MANTOVANI, E.C.; FERNANDES, F.T.; AVELAR, G. DE. Cultivo de milho. Sete lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicações/milho/feraduba.htm>>. Acesso em 20 jul. 2005.

COMPANIA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Limite e metais pesados em biossólido para uso agrícola proposta para recomendação federal e estadual, 1996**. 22p.

CUNNINCHAM, J.D., KEENEY, D.R., RYAN, J.A. **Yeald and metal composition of crop and rye grown on sewage amended soil**. J. Environ. Qual., 4:448-454 (1975)

DA ROS, C.O.; AITA, C.; CERETTA, C.A. & FRIES, M.R. **Lodo de esgoto: efeito imediato no milho e residual na associação aveia-ervilhaca**. R. Bras. Ci. Solo, 17:257-261, 1993.

DEFELIPO, B.V.; NOGUEIRA, A.V.; LOUDES, E.G.; ALVARES, Z.V.H. **Eficiência agrônômica do lodo de esgoto proveniente de uma siderurgia**. R. Bras. Ci. Solo , v. 15, p. 389-393,1991.

DESHAMPS C., NERILDE, F. **Efeito do lodo de esgoto complementado com fertilizante mineral na produtividade e desenvolvimento da cultura de feijoeiro e do girassol**. Revista Técnica da Sanepar, Curitiba – PR, v.8, n.8, p. 33 – 38, dez. 1997.

DIAZ-ZORITA, M. **Fertilizacion Del girassol**, Buenos Aires: INTA, 1995. 14p. (INTA. Publication técnica, 17).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 412 p.

EPA. Environmental Protection Agency. **Health effects of land application of municipal sludge**. Washington EPA, 1995. 78p.

GOMEZ-ARNAU, J. **El cultivo del girasol**. Hojas divulgadoras, n.20, p.1-31, 1988.

HORMITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 13.ed. Washington, : Associacion of Official Analytical Chemists, 1980. 1018p.

JORGE, F.A.; CAMARGO, A. O.; VALADARES, J.M.A.S. **Condições físicas de um latossolo vermelho escuro quatro anos após a aplicação de lodo de esgoto e calcário**. R. Bras. Ci. Solo, v.15, p.237-240, 1991.

KABATA- PENDIAS, A. & PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC Press, 2000. 412p.

LAMBAIS, M.R.; de SOUZA, A.G. **Impacto de biossólido nas comunidades microbianas dos solos**. SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIOSSÓLIDO NO MERCOSUL. 2, 1999, Campinas. Anais... Campinas/SP, 1999.

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

LANTAMANN, A.F.; SPREDO, G.J.; CAMPOS, R.L.; BORKERT, C.M. **Efeito residual da adubação aplicada na soja na produção do girassol**. In: EMBRAPA. Resultados de pesquisa de girassol, 1985. 59p. (EMBRAPA- CNPSO. Documento 16).

LAZZAROTTO J. J., ROESSING A.C., MELLO H.C. **O agronegócio do girassol no mundo e no Brasil**. In: Girassol no Brasil. Londrina, PR. Editora Embrapa – soja, 2005. cap. 2 p.15 – 42.

LEITE, R.M.V.B.C. **Doenças do girassol**. Londrina: EMBRAPA – CNPSO, 1997. 61p. (EMBRAPA –CNPSO. Curricular Técnica, 19).

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: II CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURA E BIODISEL, 2005 Varginha: UFLA, 2005 p. 138-142.

LESLIE, R. **Liquid sludges as a farm fertilizer**. Compost Science, New York, v.11, p.24-25, 1970

LOBO, T.F.; GRASSI FILHO, H.; SA, R.O.; BARBOSA L. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do girassol avaliando os parâmetros de produtividade e qualidade de óleo**. In: 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODISEL, 2006 Lavras: UFLA, 2006

LOPES, A.S., GUIMARÃES, P.T.G. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação**. Lavras 1989. p.122.

MALAVOLTA, E., VITTI G. C., OLIVEIRA S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional**. 2ª edição. Piracicaba – SP. Editora Potafos, 1997. 319p.

MARQUES, M.O. **Efeitos da aplicação do lodo de esgoto na produtividade e qualidade de cana de açúcar**. Piracicaba (1990). 164p. tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP.

MARQUES, M.O. **Incorporação de resíduo orgânico em solos cultivado com cana de açúcar**. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1996. 111p. (tese de livre docência)

MASSEY, H.J. **Effect of nitrogen rates and plant spacing on sunflower seed yields and other characteristics.** Agronomy Journal, v. 63, p.137-138, 1971.

MATTIAZO – PREZOTTO, E. ; GLORIA, N.A. **Uso de resíduo na agricultura.** Apostila da ESALQ. 2000.

MAYS, D.A., TERMAN, G.L., DUGGAN, J.C. Municipal compost. **Effects on crop field and soil properties.** J. Environ. Qual. (1973), 2:89-92.

MELO, W.J & MARQUES, M.O. **Há perspectiva de uso nobre do esgoto.** Jaboticabal Noticias, 11, p.6, 1992.

MELO, W.J; MARQUES, M.O.; SANTIAGO, G.; CHELLI, R.A. & LEITE, S.A.S. **Efeito de doses crescentes de resíduo orgânico sobre frações de matéria orgânica e CTC de um latossolo cultivado com cana-de-açúcar.** R. Bras. Ci. Solo, 18:449-455, 1994.

MUNHOZ, R.O. **Disponibilidade de fósforo para o milho em solo que recebeu lodo de esgoto.** Campinas, Instituto Agrônômico, 2001. 74p. (tese de mestrado)

OLIVEIRA, F.C. **Disposição de resíduos orgânico e composto de lixo urbano num latossolo vermelho amarelo cultivado com cana-de-açúcar.** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000. 247p. (tese de doutorado)

OLIVEIRA, F.C.; MARQUES M. O.; BELLINGIERI, P. A. **Efeito da aplicação de lodo de esgoto em latossolo vermelho escuro textura média e em sorgo granífero** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO ( 24 .: 1993; Goiânia) Anais... Goiânia: SBCS, 1993. 249-250

OLIVEIRA, F.C.; MARQUES, M.O.; BELLINGIERI P.A.; PERCIN D. **Lodo de esgoto como fonte de macronutriente para a cultura do sorgo** Sci. Agric., Piracicaba, 52(2): 360-367, mai./ ago. 1995.



OLIVEIRA, F.C; MATTIAZZO, M.E. **Metais pesados em latossolos tratados com lodo de esgoto e em plantas de cana-de-açúcar.** Scientia Agrícola, Piracicaba, Sp, v.50, n.3, p. 581-593, jul. /set.2001.

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

PEGORINI, E.S.; ANDREOLK,C.V.; SOUZA,M.L. & FERREIRA, A. **Qualidade do lodo de esgoto utilizado na reciclagem agrícola na região metropolitana de Curitiba – PR.** In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE BIODISSÓLIDO, 1., São Paulo, 2003. Anais. São Paulo, jun., 2003. 11p.

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, v.60 n.1, p.161-166,2003.

QUAGGIO.J.A.; UNGARO, M.R.G. Girassol In: 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).

RAIJ, B. VAN. **A capacidade de troca de cation das frações orgânicas e minerais do solo.** Bragantia, Campinas, v.28 p. 85-112, 1969.

RAIJ B. VAN; ANDRADE,J.C.; CANTARELA,H.; QUAGGIO,J.A. - **Análise Química para fertilidade de solos tropicais** 1ª Edição, INSTITUTO AGRONOMICO – FUNDAÇÃO IAC, 2001. 285p.

ROCHA, T.R. **Utilização do lodo de esgoto na agricultura: um estudo de caso para as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba**, 1998. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de São Paulo.

SABEY, B.R.; AGBIN, N.N.; MARKSTRON, D.C. **Land application of sewage sludge**. Journal Environmental of Quality, Madison, v.6, p.52-58, 1977

SABEY, B.R. **The use of sewage as a fertilizer**. In: BEWICK, M.W. Handbook of organic waste conversion, van Nostrand Reinhold, 1980. p.72-107.

SFREDO, G.J.; CAMPOS, R.J.; SARUGE, J.R. **Girassol: nutrição mineral e adubação**. Londrina: EMBRAPA-CNPQ, 1984. 36P. (CIRCULAR Técnica, 8).

SHIROTA, R.; ROCHA, M.T. **Análise de mercado potencial agrícola do lodo de esgoto biológico resultante do tratamento de esgoto urbano na região de Limeira, SP**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 85p. (Relatório apresentado à empresa Águas de Limeira S/A.).

SILVA E. P., MOTA S., AQUINO B. F. **Potencial do lodo de esgoto de indústria têxtil como fertilizante agrícola**. Vol. 8 – nº 1 – jan/mar 2003 e nº 2 – abr/jun 2003 p. 69-76.

SILVA, F.C., BOARETO, A. E., BERTON, R.S., PEIXE, C.A., MENDONÇA, E. **Cana de açúcar cultivada em solo adubado com biossólido**. Pesq. Agropec. Bras., 33:1-8, 1998.

SILVA, F.C.; BOARETO A. E. ; BERTON, R. S.; ZOTELLI H. B.; PEIXE, 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, maio 2001.

SILVA, F.C.; BOARETTO, A.E.; BERTON, R.S.; ZOTELLI, H.B.; PEXE, C.A.; SILVA, M.P.L.; TRINDADE, A.V.; MARQUES, M.C.; MAIA, I.C. **Substrato para mudas de fruteiras a partir de composto de lodo de esgoto.** In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 4, 2004, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2004, p. 349.

SILVA, F.C. **Uso agrônômico de resíduo orgânico: efeitos em fertilidade do solo e qualidade de cana-de-açúcar.** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1995. 170p. (tese de doutorado).

SILVA J.E., RESK, D. V. S. SHARMA, R. D. **Alternativa agrônômica para o biossólido: A experiência de Brasília.** In: BETIOL, W & CAMARGO, O. A. (eds.) Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000, p. 143-152.

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 (Embrapa Soja. Documentos, 218).

SOMMERS, L.E. **Chemical composition of sewage sludge and analysis of their potential use as fertilizer.** J. Environ. Qual., 6:225-231, 1977.

UNGARO, M.R. G. **Cultura do girassol.** 1ª edição. Campinas: Instituto Agrônômico, 2000. 36p.

UNGARO, M.R.G.; FREITAS, S.M.; LASCA, D.H.C.; TURATTI, J.M.; GABRIEL, D.; NEVES, G.S.N. **Girassol.** In: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Oleaginosas no Estado de São Paulo, Campinas, 1998. 39p. (Documento técnico, 107), p. 19-27.

WALSH, L. **Land application of sludge an overview.** In: HEATING ON AGRICULTURAL PRODUCTIVITY AND ENVIRONMENTAL QUALITY, Columbus, 1979. Anais. Columbus, University of Ohio, Agriculture Committee, 1979. p.1-13.

WISNIEWSKI, C.; PEREIRA, A.M.; RADOWSKI, M.I.; SESSEGOLO, G.C. **Uso do lodo de esgoto da ETE – Belém na recuperação de áreas degradadas por mineração de calcário.** SANARE Revista técnica da SANEPAR, 5: 76-85, 1996

ZAGONEL, J.; MUNDSTOCK, C.M. **Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de girassol.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.26, n.9, p.1487-92, 1991.

ZUBRISKY, J.C.; ZIMMERMANN, D.C. **Effects of nitrogen, phosphorus and plant density on sunflower.** Agronomy Journal, Madison, v.66, p. 798-801, 1974.