

## NÍVEIS DE LODO DE ESGOTO NA PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL<sup>1</sup>

Thomaz Figueiredo Lobo e Helio Grassi Filho

Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP – Caixa Postal 237, CEP 18610-307, Botucatu – SP. Correspondência: thomaz@fca.unesp.br

### Level of sewage sludge for the productivity of sun flower

**Key words:** biosolid, nitrogen and nutrition of the sunflower

#### ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the efficacy of sewage sludge in supplying N to sunflower plants in order to substitute mineral N. Sewage sludge is an organic residue and, therefore, can contribute with several nutrients like P, S, Cu, Fe, Mn and Zn in addition to N supply. Besides improving the chemical and physical characteristics of soils, utilization of sewage sludge in agriculture can increase the lifespan of sanitary landfills. The present experiment was carried out at São Manuel Farm, which belongs to the School of Agronomical Sciences [Faculdade de Ciências Agrônômicas–UNESP, Botucatu] and is located at the city of São Manuel. An experimental design in randomized blocks was adopted including 6 treatments and 5 replications. Treatments were as follows: T0 – mineral fertilization according to bulletin 100 but without N; T1 – chemical fertilization according to IAC technical bulletin 100; T2 – 50% of N from sewage sludge plus 50% N from chemical fertilization; T3 – 100% of N from sewage sludge; T4 – 150% of N from sewage sludge; T5 – 200% of N from sewage sludge. Urea was used as source of N; simple superphosphate, as source of P; potassium chloride, as source of K; and boric acid, as source of B. Each parcel consisted of 100 m<sup>2</sup>. For sunflower, the utilization of sewage sludge as a source of N led to significant increases in oil and dry-weight production.

---

<sup>1</sup> Este trabalho foi apresentado na dissertação do primeiro autor na Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu no dia 08 de dezembro de 2006.

**Palavras chaves:** Biossólido, Nitrogênio e Nutrição do girassol

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do lodo de esgoto em fornecer N para a cultura do girassol, em substituição ao N mineral. O lodo de esgoto por ser um resíduo orgânico além do fornecimento do N, poderá contribuir com outros nutrientes para as culturas, pois é rico de N, P, S, Cu, Fe, Mn e Zn. A sua utilização na agricultura, além de poder melhorar as características químicas e físicas dos solos, trará uma sobrelotação aos aterros sanitários. O experimento foi conduzido na Fazenda São Manuel da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP Campus de Botucatu, localizada no município de São Manuel. 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. Foram utilizados como fonte de N a uréia, de P o superfosfato simples, de K o cloreto de potássio e de B o ácido bórico. Cada parcela foi constituída por 100 m<sup>2</sup>. Para o girassol, a utilização de lodo de esgoto como fonte de N trouxe incrementos significativos na produtividade de grãos de óleo e de matéria seca.

## INTRODUÇÃO

Segundo Pegorini *et al.* (2003) 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.

Segundo Chang *et al.* (1987) o acúmulo de elementos tóxicos em solos agrícolas, devido as aplicações sucessivas de lodo de esgoto é um dos aspectos que causam maior preocupação com relação à seguranda ambiental necessária para a viabilização desta prática.

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 (Silva *et al.*, 2001). Apesar disso, a complementação potássica é freqüentemente apontada como imprescindível para a obtenção de boas

produções (Silva *et al.* 2001), uma vez que o resíduo é pobre neste elemento.

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 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, ou equivalente em N, acima de 300 kg<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A maioria dos nutrientes do lodo está na forma orgânica, como é destacado por 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.

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 (Ordóñez, 1990).

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 (Cantarella, 1985).

Avaliações experimentais indicam que a produção máxima de girassol é alcançada com 80 a 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, contudo, com aplicação de 40 a 50 kg ha<sup>-1</sup> de N 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 (Brasil), 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.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização do lodo de esgoto como fonte alternativa de N, para a cultura do girassol em substituição ao N mineral, 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.

## MATERIAL E MÉTODO

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' S; Latitude Sul, 48° 34' W) Longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 750 s.n.m..

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, médias anuais. A classificação e os dados meteorológicos foram fornecidos pelo Departamento de Recursos Naturais, área de Ciências Ambientais / FCA UNESP – Botucatu.

A classificação do solo onde foi instalado este experimento é Latossolo Vermelho Escuro (EMBRAPA, 1999).

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados constituído por 6 tratamentos e 5 repetições assim definidos Pimentel Gomes (2000): T0, sem adubação nitrogenada (testemunha); T1 adubação química nitrogenada de acordo com o Boletim Técnico 100 (Raij *et al.*, 1997) (Adubação 100% N químico); 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 distância 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.

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).

Os dados foram submetidos a comparação das médias, sendo utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, de acordo com os procedimentos do Statistical Analysis

System (SAS Institute, 2001).

A cultivar utilizada foi a HELIO 251, fornecida pela empresa *Helianthus* do Brasil. Foi escolhido este híbrido por ser um material altamente produtivo e resistente as principais doenças.

Utilizou-se o lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Jundiaí/SP.

A fim de possibilitar a utilização da área experimental em questão, foram feitas as seguintes operações agrícolas em área total: gradagem; a aplicação do lodo de esgoto - foi calculado na base úmida nos tratamentos com um distribuidor de esterco, regulado nas seguintes dosagens T2 (7.600 kg ha<sup>-1</sup>), T3 (15.200 kg ha<sup>-1</sup>), T4, (22.800 kg ha<sup>-1</sup>) e T5 (30.400 kg ha<sup>-1</sup>); aplicação da trifluralina e ácido bórico - foi aplicado o trifluralin (ia) e o ácido bórico na dosagem de 1,2 L ha<sup>-1</sup> e 6 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente buscando o controle da sementeira e fornecer B; 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; 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 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.

A colheita foi realizada quando o girassol estava na fase (R9), onde os capítulos já estavam todos já voltados para baixo, sendo corrigido para 11% de umidade. Com estes dados calculou-se a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), considerando o estande final da cultura de 37.000 plantas por ha.

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

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 e 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 kg ha<sup>-1</sup>.

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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 Quadro 1.

**Quadro 1:** Características químicas do solo onde foi instalado o experimento**Table 1:** Chemical characteristics del soil used en el experiment

Prof.	pH	MO <sup>2</sup>	P	H+Al	Al <sup>+3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SB	T	V
cm.		g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----- 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

pH: CaCl<sub>2</sub>; MO: Matéria Orgânica, SB: suma bases

**Quadro 2:** Características químicas do lodo de esgoto utilizado no experimento**Table 2:** Chemical characteristics of sewage sludge used in the experiment

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Umid.	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	4,3

Foi retirado as amostras composta do lodo, que apresentou as seguintes características na Quadro 2 (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.

Os resultados do diâmetro médio dos capítulos estão na Quadro 3 e observa-se valores médios superiores no tratamento que recebeu uma dosagem maior de lodo de esgoto, tratamento (T5) e em seguida o tratamento (T2). Os tratamentos (T1, T3 e T4) foram estatisticamente iguais. O tratamento (T0) foi o que apresentou - se estatisticamente inferior a todos os demais tratamentos. Pode se verificar nos resultados da Quadro 3 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 Quadro 3, que o lodo de esgoto pode aumentar a disponibilidade de N, para a cultura do girassol. Esses fatores de produção influenciaram no crescimento do capítulo pela disponibilidade adequada de N no desenvolvimento da planta, tal como foi observado por Sfredo *et al.* (1984) , citado por Zagonel (1991).

Conforme os resultados do rendimento de grãos em kg ha<sup>-1</sup>, observados na Quadro 3. Analisado os resultados, verifica-se que o rendimento de grãos variou de 3.127 para 5.125 kg ha<sup>-1</sup> em função dos diferentes tratamentos com a adubação de lodo de esgoto. Os maiores rendimentos foram obtidos nos tratamentos que receberam a maior quantidade de lodo de esgoto, tratamento (T5) e no que recebeu metade do N proveniente do lodo de esgoto e a outra metade proveniente da adubação mineral, tratamento (T2). 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 (T2). Tal fato está relacionado a ação do N na aceleração da decomposição da matéria orgânica devido a diminuição da relação C/N da mesma, ao aplicar o N em cobertura, resultando em aumento da mineralização do N presente no lodo de esgoto e conseqüentemente a sua disponibilidade à cultura (Delwiche, 1970). Deschamps & Favaretto (1997) observaram em um dos seus ensaios com lodo de esgoto em girassol que os pode ser utilizado como fonte de adubação orgânica substituindo

100% a quantidade de N recomendada, sem prejuízos em termos de rendimento quando comparado a adubação mineral.

Smiderle *et al.* (2002) observaram que as maiores produtividades de girassol foram obtidas na dosagem de N de 84 kg ha<sup>-1</sup> e que dosagens maiores prejudicaram a produção dos grãos. Castro *et al.* (1999) observaram que a produção de grão de girassol aumentou até a dosagem de 90 kg ha<sup>-1</sup>.

**Quadro 3:** Diâmetro médio do capítulo, rendimento de grãos, peso de mil sementes, teor de óleo e rendimento de óleo do girassol

**Table 3:** Mean diameter of , seeds yield, weight of thousand seeds, percentage of oil and oil yield

Tratamento	Diâmetro de capítulo	Rendimento de grãos	Peso de 1000 sementes.	Teor de óleo	Rendimento de óleo
	cm.	kg ha <sup>-1</sup>	g	%	kg ha <sup>-1</sup>
T0 (sem N)	19,9 d	3.127 b	65,8 b	40,4	1.266 c
T1 (100% AM)	22,4 c	3.760 b	70,8 b	40,4	1.514 bc
T2 (50% AM + 50% LE)	26,5 b	4.841 a	81,4 a	40,5	1.959 ab
T3 (100% LE)	24,5 c	4.518 b	74,4 b	41,7	1.891 ab
T4 (150% LE)	24,2 c	4.398 b	74,2 b	41,5	1.823 ab
T5 (200% LE)	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% AM – Adubação mineral, LE – Lodo de esgoto

Quanto aos resultados de peso de 1000 sementes (Quadro 3) observa-se que os tratamentos (T2) e (T5) foram superiores aos demais tratamentos, tendo este parâmetro acompanhado os resultados obtidos com o rendimento de grãos.

Lobo *et al.* (2006) estudando doses crescentes de N em girassol, de verificaram que para o peso de 1000 sementes não houve variação com as doses de N de 50, 70, 90, 110 e 130 kg ha<sup>-1</sup>, para a mesma cultivar HELIO – 251, utilizada neste trabalho.

Para os teores de óleo dos grãos de girassol,

que estão presentes na Quadro 3, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos que receberam ou não lodo de esgoto, embora Smiderle *et al.* (2002), observaram que com o aumento das doses de N no girassol houve uma redução do teor de óleo.

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 Esteer *et al.*, (1984). Entretanto para o rendimento de óleo do grão, observa-se pela Quadro 3, que o tratamento (T5), que recebeu a maior dosagem de lodo não diferiu dos tratamentos (T2, T3 e T4), que receberam lodo de esgoto em dosagens menores, porém diferiu do tratamento (T0 e T1) que não recebeu a aplicação deste resíduo. Observa-se também 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 agrônômicas, 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.

Pela Quadro 4 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 está intimamente associado à quantidade de N colocado a disposição da planta (Malavolta *et al.*, 1997), podendo-se observar que o tratamento que recebeu uma maior quantidade de lodo de esgoto (T5), apresentou uma maior produção de matéria seca, não diferindo do (T2), pelo mesmo motivo comentado na produtividade de grãos, como se observa na Quadro 4.

**Quadro 4:** Rendimento médio de matéria seca da parte aérea por hectare de girassol (estádio R9)

**Table 4:** Average dry matter yield of above ground per hectare of sunflower (R9 development state)

Tratamentos	Matéria seca (caule + folha)	Matéria seca capítulo	Materia seca total
	.....kg ha <sup>-1</sup> .....		
T0 (sem N)	1.956 c	916 b	2.872 c
T1 (100% AM)	2.596 bc	1.115 b	3.711 bc
T2 (50% AM + 50% LE)	3.380 ab	1.482 ab	4.862 ab
T3 (100% LE)	2.719 bc	1.166 b	3.885 bc
T4 (150% LE)	3.057 abc	1.229 ab	4.287 bc
T5 (200% LE)	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 minúsculas iguais na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% AM – Adubaçao mineral, LE – Lodo de esgoto

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 metade da adubação química e metade 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>

O rendimento médio de matéria seca é um parâmetro importante, devido a que reflete a quantidade de biomassa vegetal que retorna ao solo. Este padrão pode indicar um melhor benefício as culturas seguintes, 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.

### CONCLUSÕES

Pode ser substituído o N proveniente da adubação mineral com N proveniente do lodo de esgoto, havendo um aumento significativo na produtividade, tanto no grão, rendimento de óleo e matéria seca.

### AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Produção Vegetal e ao Departamento de Recursos Naturais da FCA – UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade e contribuição científica.

### BIBLIOGRAFIA

- CANTARELLA H. 1985. Adubação e calagem do girassol. Sunflower response to lime and boron. Proceeding of the XI International Sunflower Association. p. 209 – 215.
- CASTRO, C.de; BALLA A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; SFREDO G.J. 1999. Doses e métodos de aplicação de nitrogênio em girassol. *Scientia Agrícola*, v.56 Piracicaba.p.827-833.
- CETESB, 1999. Aplicação de lodo de sistema de tratamento em áreas agrícolas; critério para projeto e operação (manual técnico). São Paulo. 32p. (CETESB NORMA P 4230).
- CHANG, A. C.; HINESLY, T.D.; BATES, T.E.; DONER, H.E.; DOWDY, R.H.; RYAN, J.A. 1987. 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 p. 53-66.
- DEFELIPO, B.V.; NOGUEIRA, A.V.; LOUDES, E.G.; ALVARES, Z.V.H. 1991. Eficiência agrônômica do lodo de esgoto proveniente de uma siderurgia. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 15, p. 389-393.
- DELWICHE, C.C. 1970. The nitrogen cycle. *Sci. Amer.*, New York, 23:137-146.
- DESHAMPS C., NERILDE, F. 1997. 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.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ. 412 p.
- LANARV, T. 1988. Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais. Brasília: Ministério da Agricultura. 104p.
- LOBO, T.F.; GRASSI FILHO, H.; SA, R.O.; BARBOSA L. 2006. 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 Biodiesel, Lavras: UFLA.
- MALAVOLTA, E., VITTI G. C., OLIVEIRA S.A. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. 2ª edição. Piracicaba – SP. Editora Potafos. 319 p.
- MUNHOZ, R.O. 2001. Disponibilidade de fósforo para o milho em solo que recebeu lodo de esgoto. Campinas, Instituto Agrônomo. 74p. (tese de mestrado)
- OLIVEIRA, F.C. 2000. 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. 247p. (tese de doutorado)
- ORDONEZ A.A. 1990. El cultivo del girasol, Ediciones Mundi – Prensas – Madrid. p 29 – 69
- PEGORINI, E.S.; ANDREOLK, C.V.; SOUZA, M.L. & FERREIRA, A. 2003. Qualidade do lodo de esgoto utilizado na reciclagem agrícola na região metropolitana de Curitiba – PR. In: Simposio Latino Americano de Biossólidos, 1., São Paulo, Anais. São Paulo, 11p.
- PIMENTEL GOMES, F. 2000. Curso de estatística experimental. 14. ed. Piracicaba: ed. Do Autor. 477p.
- RAIJ B. VAN; ANDRADE, J.C.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A. 2001. Análise Química para fertilidade de solos tropicais 1ª Edição, INSTITUTO AGRONÓMICO – FUNDAÇÃO IAC, 285p.
- RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. 1996. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 285p. (Boletim técnico, 100).
- SAS. Institute. 2001. SAS user's guide: statistics, ver 8.2; Cary, NC.
- SFREDO, G.J.; CAMPOS, R.J.; SARUGE, J.R. 1984. Girassol: nutrição mineral e adubação. Londrina: EMBRAPA-CNPQ, 36P. (Circular Técnica, 8).
- SILVA E. P., MOTA S., AQUINO B. F. 2003. Potencial do lodo de esgoto de indústria têxtil como fertilizante agrícola. Vol. 8 – nº 1 – jan/mar 2003 e nº 2 – abr/jun p. 69-76.
- SILVA, F.C.; BOARETO A. E.; BERTON, R. S.; ZOTELLI H. B.; PEIXE, C. A.; BERNARDES, E. M. 2001. 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.

- SMIDERLE, O.J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V. 2002. 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, p. 33-39 (Embrapa Soja. Documentos, 218).
- STEER, B.T.; HOCKING, P.J.; KORTT, A.A.; ROXBURG, C.M. 1984. Nitrogen nutrition of sunflower (*Helianthus annuus L.*): Yield components, the timing of their establishment and seed characteristics in response to nitrogen supply. *Field Crops research*, v.9 p.219-236.