



Aplicações sucessivas de lodo de esgoto no girassol e efeito residual no trigo e triticale

Thomaz F. Lobo¹, Helio Grassi Filho² & Ana C. B. Kummer³

¹ USC, Bauru, SP. E-mail: thomaz.lobo@superig.com.br (Autor correspondente)

² UNESP, Botucatu, SP. E-mail: heliograssi@fca.unesp.br

³ UNESP, Botucatu, SP. E-mail: ackummer@hotmail.com

Palavras-chave:
sustentabilidade
produtividade
nitrogênio

RESUMO

Neste trabalho se propôs avaliar o efeito da aplicação do lodo de esgoto durante dois anos sucessivos, na cultura do girassol e seu efeito residual na produtividade do trigo e triticale. Trabalhou-se durante dois anos consecutivos com a cultura do girassol semeando-se, após a colheita do segundo ano, o trigo e o triticale sem aplicação de lodo de esgoto. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados constituído por 6 tratamentos e 5 repetições: T0 - sem adubação com nitrogênio; T1 - adubação química nitrogenada de acordo com a necessidade de cultura; 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 e T5 - 200% da adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto. No girassol o lodo de esgoto proporcionou maior rendimento de grãos e de óleo no acumulado dos dois anos de aplicação sem, no entanto, interferir no teor de óleo, no triticale não interferiu no rendimento de grãos enquanto no trigo o melhor tratamento foi o de 150% da dose de N proveniente do lodo de esgoto.

Key words:
sustainability
productivity
nitrogen

Successive applications of sewage sludge in sunflower and residual effect on wheat and triticale

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of factors of production within two years of application of sewage sludge on sunflower and its residual effect on productivity of wheat and triticale. The study was conducted for two consecutive years with sunflower cultivation and after harvest of the second year wheat and triticale were sown without the application of sewage sludge fertilization. The experimental design of randomize blocks was adopted consisting of six treatments and five repetitions: T0 - without nitrogen fertilization; T1 - chemical nitrogen in accordance with Technical Buletin 100. (100% N chemical fertilizers), T2 - 50% Nitrogen from sewage sludge and 50% in the form of chemical fertilizer, top dressing, T3 - 100% of nitrogen recommended for the crop, from sewage sludge, T4 - 150% of nitrogen from sewage sludge; T5 - 200% of nitrogen from sewage sludge. In the sunflower the sewage sludge promoted a higher grain yield and yield of oil accumulated in the two years of application and did not affect the oil content. In triticale the combination of residual effect of two years with sludge and mineral N fertilization resulted in a greater number of plants and a higher yield. In wheat the best treatment was 150% of the dose of N from sewage sludge residual effect of two applications in sunflower.

INTRODUÇÃO

O lodo é o resíduo do tratamento de esgoto cuja disposição final é um problema discutido em vários países. Sua utilização em áreas produtivas reservadas para a agropecuária e a colocação em aterros sanitários são as formas predominantes de disposição adotadas pelos países desenvolvidos.

Machado et al. (2004) relataram, em um levantamento de dados sobre a produção de lodo de esgoto em estações de tratamento de efluentes de 17 estados brasileiros e do distrito federal, realizado em 2001 que, de maneira geral, o lodo gerado é de boa qualidade e poderia ser utilizado na agricultura porém

cerca de 50% do lodo produzido pelos sistemas informados são dispostos em aterros.

O lodo de esgoto pode liberar, à solução do solo, grande quantidade de N mineral nos primeiros dias após a aplicação se houver condições propícias à mineralização da matéria orgânica (Boeira, 2004).

O suprimento inadequado de N é considerado um dos principais fatores limitantes ao rendimento de grãos do trigo em razão de exercer importante função nos processos bioquímicos da planta. Ele é constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromo e da clorofila. Além disto, afeta a taxa de iniciação e expansão foliar, o tamanho final e a intensidade de senescência das folhas (Schoroder et al., 2000). O N é

importante no estado inicial de desenvolvimento da planta, pois o fertilizante nitrogenado atua na síntese da citocinina, fundamental para o desenvolvimento da parte aérea.

Tasso Júnior et al. (2007) comprovaram que para a cultura da cana-de-açúcar o lodo de esgoto pode substituir o N da adubação mineral convencional sem prejuízo na produtividade do açúcar.

Ribeiro et al. (2012) concluíram que a aplicação do efluente de esgoto doméstico tratado proporcionou boa produtividade de mamona em comparação com a adubação química convencional.

Objetivou-se, então, neste trabalho, avaliar o efeito da aplicação de lodo de esgoto durante dois anos sucessivos, na cultura do girassol e seu efeito residual na produtividade do trigo e do triticale.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP de Botucatu/SP, localizada no município de São Manuel/SP a 22° 25' de Latitude Sul e 48° 34' de Longitude a Oeste de Greenwich, com altitude de 750 m.

A área experimental foi manejada por dois anos com a cultura do girassol sendo a primeira semeadura realizada em 28 de dezembro de 2004 e a segunda em 28 de novembro de 2005. Em abril de 2006 foram semeados o trigo e o triticale em parcelas subdivididas com o efeito residual das adubações de lodo de esgoto.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados constituído por 6 tratamentos e 5 repetições: T0 - sem adubação com nitrogênio; T1 - adubação 100% química nitrogenada recomendada para a cultura, de acordo com o Boletim Técnico 100 (Rajj 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 recomendada pela cultura proveniente do lodo de esgoto; T4 - 150% da adubação nitrogenada proveniente do lodo de esgoto e T5 - 200% da adubação nitrogenada oriunda do lodo de esgoto.

Cada parcela foi constituída por uma área de 100 m² (14 x 7,2 m) com distância de 3 m de uma parcela a outra do mesmo bloco.

A cultivar utilizada do girassol foi a Helio 251 nos dois anos de plantio, fornecida pela empresa Helianthus do Brasil, tratando-se de um material altamente produtivo e resistente às principais doenças. Utilizaram-se na semeadura 4 sementes por metro de linha com espaçamento de 0,9 m entre linhas e profundidade de 3 a 4 cm.

No cálculo do N proveniente do lodo de esgoto considerou-se a taxa de mineralização do N de 30%, durante o primeiro ano do ciclo da cultura, conforme norma P 4.230 da CETESB (1999).

Antecedendo a instalação do experimento foram realizadas análises químicas de solo nas faixas de profundidades de 0-20 cm, segundo Rajj et al. (1997). Os resultados apresentados foram os seguintes: pH CaCl₂ - 6,1; MO - 12 g dm⁻³; P (resina) - 20

mg dm⁻³; H+Al - 13 mmol_c dm⁻³; K - 1,9 mmol_c dm⁻³; Ca - 19 mmol_c dm⁻³; Mg - 12 mmol_c dm⁻³.

Utilizou-se o lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Jundiaí, SP. A fim de se obter a caracterização química do lodo foram retiradas amostras compostas segundo a metodologia descrita no Lanarv (1988). A composição química do lodo no primeiro e no segundo ano foi, respectivamente, a seguinte: N 31,8 e 36,0 g kg⁻¹, P₂O₅ 17,2 e 16 g kg⁻¹, umidade 675,8 e 675,8 g kg⁻¹, C 306 e 322,3 g kg⁻¹, Ca 12,5 e 17,3 g kg⁻¹, Mg 2,2 e 3,0 g kg⁻¹ e S 45,6 e 17,6 g kg⁻¹.

As seguintes operações agrícolas foram realizadas em área total do experimento: gradagem; aplicação do lodo de esgoto com um distribuidor de esterco, regulado nas seguintes dosagens: no primeiro ano os tratamentos T2, T3, T4 e T5, 7.600, 15.200, 22.800 e 30.400 kg ha⁻¹, respectivamente; no segundo ano 7.094, 14.187, 21.281 e 28.374 kg ha⁻¹, respectivamente.

A colheita do girassol foi realizada na fase (R9) da cultura cujos capítulos já estavam todos voltados para baixo sendo corrigidos para 11% de umidade. Com a coleta de 10 plantas por parcela determinou-se a produtividade, em kg ha⁻¹, considerando o estande final da cultura de 37.000 plantas ha⁻¹.

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

Após coletados, a parte aérea (caule + folhas) e os capítulos foram mantidos em estufa na temperatura de 60 °C, até massa constante; em seguida, este material foi pesado para verificar a quantidade de massa de matéria seca nas 10 plantas e os dados transformados para kg ha⁻¹. A produtividade de matéria seca total compreendeu a somatória da massa da matéria seca da parte aérea (caule + folha) com a massa de matéria seca do capítulo.

No decorrer dos dois ensaios instalou-se um pluviômetro para medir a precipitação pluviométrica no período cujos registros estão apresentados na Figura 1.

Para o trigo e o triticale os blocos dos tratamentos foram divididos ao meio totalizando uma área de 50 m² (7 x 7,2) por parcela. Não se efetuou adubação com lodo uma vez que foi considerado somente o efeito residual das duas adubações anteriores.

As cultivares de trigo e triticale foram a IAC 370 e IAC 2, respectivamente, com plantio realizado no final do mês de abril. O espaçamento utilizado foi de 17 cm entre linhas, semeando

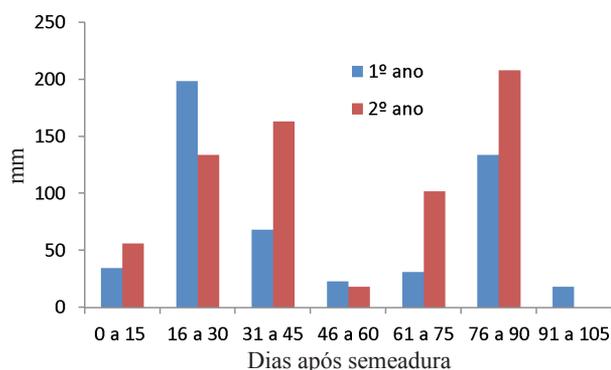


Figura 1. Precipitação pluviométrica nos dois primeiros anos de cultivo do girassol

2,8 g de sementes por metro na profundidade de 2 a 3 cm. As adubações de P e K foram realizadas com superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente com base nos resultados da análise de solo recomendado para o estado de São Paulo. Aos 25 dias após o plantio foi efetuada uma adubação nitrogenada no tratamento (T1) com uma dosagem de 30 kg ha⁻¹ de N; aos 60 dias após o plantio efetuou-se outra adubação nitrogenada nos tratamentos T1 e T2 nas dosagens de 40 e 35 kg ha⁻¹ de N, respectivamente utilizando-se ureia como fonte das adubações nitrogenadas.

A colheita do triticale foi realizada aos 123 dias de plantio e a do trigo 131 dias do plantio; em cada parcela se coletaram 4 amostras de 1 m de linha para verificar o número de plantas, a produção de matéria seca e a produção de grãos nesses 4 m e os dados expressos em kg ha⁻¹, com a umidade corrigida para 13%.

Os parâmetros avaliados no trigo e no triticale foram: o estande final de plantas, a produtividade de grão em kg ha⁻¹ e a produtividade da matéria seca em kg ha⁻¹. Obteve-se a média desses parâmetros a partir dos dados das duas espécies.

Os dados foram submetidos à comparação das médias sendo utilizado o teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os resultados do rendimento de grãos do girassol, em kg ha⁻¹. Analisados os resultados, verifica-se que o rendimento de grãos no 1º ano variou de 3.127 para 5.125 kg ha⁻¹ e no 2º ano variou de 1.293 para 2.997,5 kg ha⁻¹, com valores inferiores para o último ano. Esta diferença de produtividade pode ser explicada pelo fato de que, no segundo ano de cultivo, ocorreu uma quantidade maior de chuvas, como se observa na Figura 1, acarretando em maior incidência de doenças e de plantas daninha. Acredita-se também que o excesso de chuva prejudicou o sistema radicular do girassol limitando seu crescimento. Como neste estudo, Zuba Júnior et al. (2012) obtiveram um aumento na produtividade de milho até a dose de 75 t ha⁻¹ de lodo compostado. Ribeirinho et al. (2012) concluíram que a utilização do lodo de esgoto é viável para a cultura do girassol sem alterar a produtividade comparando com a adubação mineral. Silva et al. (2010) observaram aumento da produtividade de sementes de girassol com o aumento da dose de lodo de esgoto.

Tabela 1. Rendimento de grão em dois anos de cultivo de girassol sob diferentes tratamentos

Tratamento	Rendimento do grão			
	1º ano	2º ano	Média	Acumulativo
	kg ha ⁻¹			
Sem N	3127 b	1293,04 b	2210,0 c	4420,0 c
100% AM	3760 b	2216,03 ab	2988,0 b	5976,0 b
50% AM + 50% LE	4841 a	2997,48 a	3919,0 a	7838,0 a
100% LE	4518 b	2835,98 a	3676,8 a	7353,6 a
150% LE	4398 b	2787,62 a	3592,6 ab	7185,2 ab
200% LE	5126 a	2482,21 a	3804,0 a	7608,0 a
F	4,07 *	7,76*	18,77*	18,76*
Media	4.295	2435,2	3365,10	6730,2
CV%	18,96	20,61	10	10

* Significativo a 0,05 de probabilidade. AM - Adubação mineral; LE - Lodo de esgoto

Pode-se verificar que no primeiro ano o tratamento que recebeu 50% N lodo de esgoto combinado com 50% N mineral (T2) e o tratamento que recebeu a maior dose de lodo (T5) apresentaram produtividade superior à dos demais verificando-se, também, que no segundo cultivo, os tratamentos que receberam lodo foram superiores aos que não receberam fonte alguma de N.

Observa-se que a média dos dois anos e o acumulativo de produtividade foram, nos tratamentos T2, T3, T4 e T5, iguais, ou seja, os tratamentos que receberam lodo de esgoto não diferiram entre si, porém nos tratamentos que receberam a mesma quantidade de N (T1, T2 e T3) via lodo de esgoto e/ou mineral, as médias dos tratamentos T2 e T3 foram superiores às do tratamento T1, ou seja, o tratamento que recebeu lodo de esgoto com a mesma quantidade de N foi superior ao tratamento que recebeu somente a adubação mineral na média em dois anos de cultivo enquanto o rendimento médio de grãos sugere que o tratamento que não recebeu N foi inferior aos demais.

Deschamps & Favaretto (1997) observaram, em um dos seus ensaios em girassol com lodo de esgoto, que os resultados de produtividade na cultura indicaram 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 à adubação mineral.

Os teores de óleo dos grãos de girassol estão relacionados na Tabela 2. Observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos que receberam ou não lodo de esgoto, tanto no 1º ano como no 2º ano. 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 N tende a elevar o teor de proteína com a diminuição do teor de óleo de girassol (Zagonel & Mundstock, 1991). Acredita-se que não houve esta variação no teor de óleo, o lodo apresenta alto teor de P e N, o P aumenta o teor de óleo; já o N diminui o teor de óleo com isto compensou um ao outro mantendo, desta forma, os mesmos teores nos tratamentos.

Smiderle et al. (2002) observaram, com o aumento das doses de N no girassol, uma redução do teor de óleo. Levando-se em consideração a grande importância do rendimento de óleo para as agroindústrias conclui-se haverá a possibilidade que

Tabela 2. Teor de óleo em dois anos de cultivo de girassol sob diferentes tratamentos

Tratamento	Teor de óleo		
	1º ano	2º ano	Média
	%		
Sem N	40,4	42,48	41,4
100% AM	40,4	37,30	38,8
50% AM + 50% LE	40,5	39,13	39,8
100% LE	41,7	39,83	40,8
150% LE	41,5	36,88	39
200% LE	40,4	42,18	41,2
F	0,89ns	0,865ns	0,77ns
Média	40,8	39,63	40,17
CV%	3,6	14,32	7,13

ns - não significativo. AM - Adubação mineral; LE - Lodo de esgoto

a produção de girassol seja remunerada por esta qualidade a devido a que as recomendações de N para a cultura não são elevadas. Pode-se observar, então, que o teor de óleo não variou entre os tratamentos.

Na Tabela 3 se observa que no T5 o rendimento de óleo não diferiu no 1º ano, nos tratamentos 2, 3 e 4, que receberam lodo de esgoto em dosagens menores porém diferiu dos tratamentos 0 e 1 os quais não receberam lodo de esgoto; já no 2º ano o T2 foi superior ao T0. Na média e no acumulativo dos dois anos verifica-se que as médias dos tratamentos T2, T3 e T5, foram superiores às dos tratamentos T1 e T0. Os incrementos de rendimento de óleo foram decorrentes, em maior grau, das variações no rendimento médio de grãos, em virtude dos comportamentos diferenciais do teor de óleo (%) não terem sido significativos entre os tratamentos.

Entre as características agrônomicas o rendimento de óleo é um parâmetro significativo na cultura do girassol, quer pelo seu alto conteúdo ou em função de sua elevada concentração de ácidos graxos insaturados. Lobo et al. (2013) obtiveram, após 6 aplicações de lodo de esgoto nas mesmas doses efetuados neste experimento, os seguintes resultados para o rendimento de óleo na dose de 200% de N que, como fonte de lodo de esgoto, foi superior que o tratamento que recebeu N mineral.

Lobo et al. (2012) concluíram que a melhor dose de N no girassol do mesmo híbrido utilizado neste experimento foi de 100 kg ha⁻¹ para a produtividade de grão, matéria seca e rendimento de óleo.

Constata-se, na Tabela 4, que o comportamento da produção de massa de matéria seca mostrou resposta significativa ao

Tabela 3. Rendimento de óleo em dois anos de cultivo de girassol sob diferentes tratamentos

Tratamento	Rendimento de óleo			
	1º ano	2º ano	Média	Acumulativo
	kg ha ⁻¹			
Sem N	1266 c	562 b	914 c	1828 c
100% AM	1514 bc	860 ab	1187,2 bc	2374,4 bc
50% AM + 50% LE	1959 ab	1184,6 a	1572 a	3144 a
100% LE	1891 ab	1142,2 ab	1516,8 a	3033,6 a
150% LE	1823 ab	1049 ab	1435,8 ab	2871,6 ab
200% LE	2064 a	1049,8 ab	1556,8 a	3113,6 a
F	7,696*	3,069*	14,11*	14,10*
Media	1753	974,6	1363,77	2727,54
CV%	13,9	30,25	11,43	11,43

* Significativo a 0,05 de probabilidade. AM - Adubação mineral; LE - Lodo de esgoto

Tabela 4. Rendimento de matéria seca em 2 anos de cultivo de girassol sob diferentes tratamentos

Tratamento	Rendimento (caule + folha)			Rendimento (cap.)			Rendimento total		
	1º ano	2º ano	Acumulativo	1º ano	2º ano	Acumulativo	1º ano	2º ano	Acumulativo
	kg ha ⁻¹								
sem N	1956 c	1075 b	3031 c	916 b	499 b	1415 c	2872 c	1574 b	4446 c
100% AM	2596 bc	1759 ab	4354 bc	1115 b	980 a	2095 b	3711 bc	2738 a	6450 b
50% AM + 50% LE	3380 ab	2153 a	5533 ab	1482 ab	1055 a	2537 ab	4862 ab	3208 a	8069 ab
100% LE	2719 bc	2082 a	4801 b	1166 b	965 a	2131 b	3885 bc	3047 a	6931 b
150% LE	3057 abc	2151 a	5209 ab	1229 ab	1131 a	2360 ab	4287 bc	3282 a	7568 ab
200% LE	3964 a	2274 a	6238 a	1810 a	988 a	2799 a	5775 a	3263 a	9037 a
F	6,746 *	5,11 *	13,27*	5,18 *	7,97*	10,62*	9,52*	6,73*	18,35*
Media	2945,33	1915,6	4861,06	1286,33	936,27	2222,86	4232	2851,77	7083,6
CV%	20,21	23,06	13,92	19,81	18,88	14,66	17,16	19,88	11,61

* Significativo a 0,05 de probabilidade. AM - Adubação mineral; LE - Lodo de esgoto

aumento da dose de lodo de esgoto aplicada, principalmente no 1º cultivo. Tais parâmetros de produção de massa de matéria seca estão intimamente associados à quantidade de N disponibilizada para a planta (Malavolta et al., 1997). Observa-se que o tratamento que recebeu maior quantidade de lodo de esgoto (T5) obteve um rendimento de matéria seca superior no primeiro ano que nos T0, T1, T3 e T4 enquanto que o T2, tratamento que recebeu 50% do N proveniente do lodo e 50% do N com N mineral em cobertura, não diferiu estatisticamente do T5; no 2º ano os T1, T2, T3, T4 e T5 foram iguais e diferiram do tratamento T0 observando-se que no acumulativo dos dois anos o T5 foi igual aos T2 e T4 e superior aos outros tratamentos. 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 50% da adubação química e 50% lodo de esgoto aproximadamente de 82,5 t ha⁻¹, valor muito acima do valor padrão, que varia de 15 a 45 t ha⁻¹.

Verifica-se, na Tabela 5, que no triticale o rendimento de grão não diferiu entre os tratamentos; entretanto, o número de plantas finais e o rendimento de matéria seca do tratamento suplementado com N mineral e lodo de esgoto residual das duas aplicações no girassol se apresentaram superiores aos tratamentos que não receberam N em cobertura, tratamento que recebeu apenas adubação mineral de N e ao tratamento que recebeu a maior dose de lodo de esgoto. A exigência de N está relacionada com a velocidade de crescimento, com a densidade de plantas enquanto a resposta do trigo à aplicação de N é bastante influenciada pelas condições climáticas (Pöttker et al., 1984) e pelos teores dos demais nutrientes presentes no solo (Malavolta, 1981).

Neste ensaio não ocorreram precipitações favoráveis para a cultura do trigo; no triticale foram constatadas precipitações depois da fase de perfilhamento; na última cultura do girassol a precipitação foi muito alta acreditando-se que o N NO₃ tenha lixiviado. É provável que por este motivo tenha havido pouca diferença entre os tratamentos com lodo de esgoto, não ocorrendo uma mineralização adequada do lodo de esgoto e a quantidade que já tinha sido aplicada não foi suficiente para a matéria orgânica do lodo reter umidade.

Analisando os parâmetros produtivos do trigo (Tabela 5) observa-se que o T2 apresentou um número maior de plantas em relação ao T1, ou seja, o tratamento T2 perfilhou mais que

Tabela 5. Parâmetros produtivos da cultura do triticale e do trigo

Tratamento	Nº plantas ha ⁻¹		Produção - kg ha ⁻¹			
	Triticale	Trigo	Grão triticale	Grão trigo	MS triticale	MS trigo
T0	1.083.333 b	892.157 ab	850,83	648,3 abc	806,47 c	718,8 abc
T1	1.117.647 b	705.882 b	1.164,46	375,1 c	1.085,15 bc	474,4 c
T2	1.799.020 a	1.490.196 a	1.354,12	496,8 bc	1.682,21 a	993,7 a
T3	1.549.020 ab	990.196 ab	1.309,66	733,0 ab	1.341,13 ab	734,2 abc
T4	1.500.000 ab	1.250.000 ab	1.323,04	923,1 a	1.285,73 abc	831,1 ab
T5	1.156.863 b	838.235 ab	1.133,19	592,8 bc	1.131,96 bc	609,6 bc
F	2,49	2,15	1,53	3,79	3,55	2,93
M	1.367.647	1.027.778	1.189,22	628,19	1.222,11	726,94
CV	23,37	33,37	22,21	26,92	22,06	24,85

o tratamento convencional (T1) e influenciou na produtividade de matéria seca não interferindo na produtividade grãos.

Segundo Almeida et al. (2002), um dos motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo no Brasil é a pequena participação dos afilhos na formação do rendimento final. Independente do genótipo, a aplicação precoce de N é importante para a emissão e sobrevivência dos afilhos, bem como para que sua taxa de desenvolvimento seja similar ao colmo principal, o que é fundamental para que os afilhos possam contribuir, incrementando o rendimento de grão (Almeida & Mundstock, 1998).

O tratamento T4 apresentou rendimento de grãos superior aos T1, T2 e T3. O T2 foi superior estatisticamente para o rendimento de matéria seca em relação aos T1 e T3, tratamentos que receberam a mesma dosagem de N, porém em formas diferenciadas, mostrando, desta maneira, que no N, quando aplicado na forma de lodo de esgoto complementando a adubação mineral, ocorre uma mineralização melhor do N do lodo.

Todos os fatores produtivos do trigo se apresentaram inferiores ao do triticale. Com isto, pode-se verificar a rusticidade do triticale em relação ao trigo, nas condições de deficiência hídrica. Cazetta et al. (2007) constataram, em um de seus experimentos, que o triticale se apresentou superior em rendimento em relação ao trigo em condições de baixa precipitação pluviométrica exceto nas cultivares de trigo BRS 210 e BRS 207.

A eficiência e a resposta dos genótipos de trigo ao N aplicado em relação ao rendimento e à qualidade do grão dependem da disponibilidade de água, das doses de N aplicadas, do genótipo, da cultura anterior, dos tipos de solo e da região entre outros fatores. Freitas et al. (1995) verificaram, avaliando oito genótipos de trigo e doses de N em condições de sequeiro, a ocorrência da variabilidade genética em relação à eficiência e respostas das doses de N para o rendimento de grão. Silva & Goto (1991) observaram, avaliando respostas de três cultivares de trigo de sequeiro ao N após a soja precoce, que a adubação com N promoveu aumento significativo do número de espiguetas por espiga e rendimento de grão.

Schmidt & Osaki (2007) obtiveram maior produtividade, 1445 kg ha⁻¹, em trigo com 250 kg ha⁻¹ de N; já na dose de 350 kg de N ha⁻¹ ocorreu uma queda na produtividade do trigo. Em estudos realizados por Marchetti et al. (2001) maiores doses de N provocaram queda na produção indicando que níveis mais altos de N podem ter provocado desequilíbrio entre os nutrientes na solução nutritiva.

CONCLUSÕES

1. O lodo de esgoto proporcionou, no girassol, um rendimento maior de grãos e rendimento de óleo no acumulado dos dois anos de aplicação mas não interferiu no teor de óleo.
2. No triticale a combinação do efeito residual dos dois anos com lodo e a adubação N mineral proporcionaram maior número de plantas e maior rendimento de matéria seca não interferindo, porém, no rendimento de grãos.
3. No trigo o melhor resultado foi obtido pelo efeito residual do tratamento em que se utilizaram 150% da dose de N proveniente do lodo de esgoto.

LITERATURA CITADA

- Almeida, M. L.; Mundstock, C. M. O afilhamento em comunidades de cereais de estação fria é afetado pela qualidade da luz. *Ciencia Rural*, v.28, p.511-519, 1998.
- Almeida, M. L. de; Sangoi, L.; Trenti, P. S.; Gálio, J. Cultivares de trigo respondem diferentemente a qualidade da luz quanto a emissão de afilhos e acumulação de massa seca. *Ciencia Rural*, v.32, p.377-383, 2002.
- Boeira, R. C. Uso do lodo de esgoto como fertilizante orgânico: Disponibilização de nitrogênio em solos tropical. Jaguariúna: EMBRAPA, 2004. 3p. Comunicado Técnico 12
- Cazetta, D. A; Fornasier Filho, D.; Arf, O. Resposta de cultivares de trigo e triticale ao nitrogênio no sistema de plantio direto. *Revista Científica*, v.35, p.155-165, 2007.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Norma p.4230. Aplicação de lodo de sistema de tratamento em áreas agrícolas: Critério para projeto e operação. São Paulo: CETESB, 1999. 32p. Manual Técnico.
- 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*, v.8, p.33-38, 1997.
- Freitas, J. G.; Camargo, C. E. O.; Ferreira Filho, A. W. P.; Castro, J. L. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.19, p.229-234, 1995.
- Lanarv. Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: Métodos oficiais. Brasília: Ministério da Agricultura, 1988. 104p.
- Lobo, T. F.; Grassi Filho, H. Bull, L. T.; Kummer, A. C. B. Efeito do lodo de esgoto e do nitrogênio nos fatores produtivos do girassol. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.504-509, 2013.

- Lobo, T. F.; Grassi Filho, H.; Coelho, H. A. Efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol. *Revista Científica*, v.40, p.59-68, 2012.
- Machado, M. F.; Figueiredo, R. F.; Coraucci Filho, B. Produção brasileira de lodos de esgotos. *Sanare*, v.22, p.66-75, 2004.
- Malavolta, E. Manual de química agrícola adubos e adubação. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1981. 487p.
- Malavolta, E.; Vitti G. C.; Oliveira S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- Marchetti, M. E. Caramori, T. B. de A.; Campos, A. M. B. Resposta de duas espécies de trigo ao nitrogênio e ao fósforo em solução nutritiva. *Ciência e Agrotecnologia*, v.25, p.925-933, 2001.
- Pöttker, D.; Fabrício, A. C.; Nakayama, L. H. I. Doses e métodos de aplicação de nitrogênio para a cultura do trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.19, p.1197-1201, 1984.
- 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: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. 285p. Boletim Técnico, 100
- Ribeirinho, V. S.; Melo, W. J. de; Silva, D. H. da; Figueiredo, L. A.; Melo, G. M. P. de Fertilidade do solo, estado nutricional e produtividade de girassol, em função da aplicação de lodo de esgoto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.42, p.166-173, 2012.
- Ribeiro, M. C. de; Rocha, F. A.; Santos, A. C. dos; Silva, J. O. da; Peixoto, M. de F. S. P.; Paz, V. P. da S. Crescimento e produtividade da mamoneira irrigada com diferentes diluições de esgoto doméstico tratado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.16, p.639-646, 2012.
- Schmidt, F. M.; Osaki, F. Parâmetros fitotécnicos de uma cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) com adubação nitrogenada em cobertura, em Colombo - PR. *Revista Acadêmica*, v.5, p.63-69, 2007.
- Schoroder, J. J.; Neeteson, J. J.; Oenema, O.; Stuik, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of art. *Field Crops Research*, v.66, p.151-164, 2000.
- Silva, D. B.; Goto, W. S. Resposta do trigo de sequeiro ao nitrogênio, após soja precoce, na região do Alto Paranaíba, MG. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, p.1401-1405, 1991.
- Silva, E. P.; Mota S.; Aquino, B. F. Potencial do lodo de esgoto de indústria têxtil como fertilizante agrícola, v.8, p.69-76. 2003.
- Silva, H. P. da; Brandão Junior, D. da S.; Neves, J. M. G.; Sampaio, R. A.; Duarte, R. F. Qualidade física de sementes de girassol produzido sob dose de lodo de esgoto. *Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.5, p.1-6, 2010.
- Smiderle, O. J.; Gianluppi, D.; Gianluppi, V. Adubação nitrogenada, espaçamento e época de semeadura de girassol nos Cerrados de Roraima. In: Resultados de pesquisa da Embrapa Soja-2002: Girassol e trigo. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p.33-39. Documentos, 218
- Tasso Júnior, L.C.; Marques, M. O.; Franco, A.; Nogueira, G. de A. Nobile, F. O. de; Camilotti, F.; Silva, A. R. da. Produtividade e qualidade de cana-de-açúcar cultivadas em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. *Engenharia Agrícola*, v.27, p.276-283, 2007.
- Zagonel, J.; Mundstock, C. M. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, p.1487-92, 1991.
- Zuba Júnior, G. R.; Sampaio, R. A.; Nascimento, A. L.; Carneiro, J. P.; Santos, L. D. T.; Fernandes L. A. Produção de milho adubado residualmente com composto de lodo de esgoto e fosfato de gafsa. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.1289-1297, 2012.