



Efeitos residuais da aplicação de biossólidos e da irrigação com água residuária no crescimento do milho

Fabiana X. Costa¹, Vera L. A. de Lima², Napoleão E. de M. Beltrão³, Carlos A. V. de Azevedo², Frederico A. L. Soares² & Iacer D. M. de Alva²

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, quantificar os efeitos isolados e conjuntos da irrigação com água residuária e de doses de biossólidos no crescimento do milho, após o cultivo da mamona. Conduziu-se um experimento inteiramente casualizado em esquema fatorial [(2 x 3) + 1], com tratamentos englobando dois tipos de água (abastecimento e residuária tratada), três doses de biossólido (0, 75 e 150 kg ha⁻¹) e uma testemunha com fertilizante químico na fórmula NPK, com três repetições, resultando em 21 parcelas. Verificou-se que todas as variáveis de crescimento do milho foram superiores para os tratamentos que receberam água residuária. O biossólido apresentou efeito significativo apenas para a variável altura de plantas, aos 20 dias após semeadura.

Palavras-chave: água de esgoto tratada, rotação de culturas, lodo de esgoto, nutrientes

Residual effects of application of biosolids and of irrigation with wastewater on corn growth

ABSTRACT

This work had as objective to quantify the isolated and conjunctive effects of irrigation with treated wastewater and biosolids doses on growth of corn, after the cultivation of castor bean plant. An entirely randomized experiment in factorial scheme [(2 x 3) + 1] was accomplished, with treatments including two types of water (municipal supply water and treated wastewater), three biosolids doses (0, 75 and 150 kg ha⁻¹) and a control with chemical fertilizer in the NPK formula, with three replications, resulting in 21 plots. It was verified that all the growth variables of corn were superior for the treatments that received wastewater. The biosolids presented significant effect only in height of plants, up to 20 days after sowing.

Key words: treated sewer water, rotation of crops, sewer mud, nutrients

¹ PDTRN/UFCG. Rua Severino Pereira de Castro 20, Catolé, CEP 58105-155, Campina Grande, PB. Fone: (83) 9999-6905. E-mail: fabyxavierster@gmail.com

² UAEEA/UFCG. Fone: (83) 3310-1349; 3310-1056. E-mails: antunes@deag.ufcg.edu.br; cazevedo@deag.ufcg.edu.br; fredantonio1@yahoo.com.br; iaceralva@hotmail.com

³ Embrapa Algodão. Fone: (83) 3315-4376. E-mail: napoleão@cnpa.embrapa.br

INTRODUÇÃO

A diversificação de cultivos no tempo e no espaço deve ser entendida como elemento indispensável em um programa de agricultura ecologicamente sustentável. De acordo com Silveira et al. (1999) a rotação de culturas se inclui entre as práticas importantes para a manutenção da capacidade produtiva dos solos em virtude de se tratar de uma ferramenta poderosa no controle de pragas, doenças e plantas daninhas, atenuar os efeitos da erosão, melhorar a estrutura e interferir na fertilidade do solo.

Na agricultura, uma das técnicas mais recomendadas é a rotação de culturas. A rotação soja-milho apresenta-se promissora, principalmente em solo de cerrado. A mamona (*Ricinus communis* L.) e o milho (*Zea mays* L.) são culturas recomendadas para a rotação.

O milho (*Zea mays* L.) é considerado uma das principais espécies utilizadas no mundo visto que, anualmente, são cultivados cerca de 140 milhões de hectares, os quais contribuem para a produção de aproximadamente 610 milhões de toneladas de grãos (Fancelli, 2003); no entanto, para Andrade (1995) e apesar do elevado potencial produtivo, o milho apresenta sensibilidade a estresse de natureza biótica e abiótica, de vez que em virtude da pequena plasticidade foliar, reduzida prolificidade e baixa capacidade de compensação efetiva, seu cultivo necessita ser rigorosamente planejado e criteriosamente manejado, objetivando a manifestação de sua capacidade produtiva.

A utilização ou o uso de águas residuárias não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo, há anos. Há relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação, porém a demanda crescente por água tem feito do reúso planejado da água um tema atual e de grande significância; neste sentido, deve-se considerar o reúso de água como parte de uma atividade mais abrangente, que é o seu uso racional ou eficiente, o qual compreende, também, o controle de perdas e desperdícios e a minimização da produção de efluente e do consumo de água (Leon & Cavalline, 1999).

Segundo Hespanhol (1994), a demanda de água para o setor agrícola brasileiro representa 70% do uso consumptivo total, com forte tendência para chegar a 80% até o final desta década; portanto, ante o significado que essas grandes vazões assumem, em termos de gestão dos recursos hídricos, é de extrema importância que se atribua prioridade para institucionalizar, promover e regulamentar o reúso para fins agrícolas, em âmbito nacional.

O conhecimento de que o tratamento das águas residuárias é de vital significância para a saúde pública e para conservação dos mananciais, ocasionou grande desenvolvimento das tecnologias de tratamento, sobretudo nos países desenvolvidos. Qualquer que seja o tratamento utilizado para o esgoto, haverá geração de um subproduto denominado lodo de esgoto (Gonçalves et al., 2001).

Dentre as diversas alternativas para a adequada disposição do lodo de esgoto produzido, a reciclagem agrícola é a mais promissora; para isto, necessita-se da definição de políticas que devem ser baseadas em cuidadosos estudos que

definem critérios agrônômicos, ambientais, sanitários e socioeconômicos, de modo a garantir sua utilização segura (SANEPAR, 1999; Andreoli et al., 2000).

As características físico-químicas do lodo de esgoto o tornam um excelente condicionador do solo, pois estabiliza sua estrutura, aumentando a capacidade de retenção de água e de nutrientes minerais, podendo ainda auxiliar na melhoria das práticas agrícolas atualmente em uso no País; nesta ótica, passa a ser entendido como biossólido, ou seja, o lodo resultante do tratamento biológico dos esgotos condicionado de modo a permitir o seu manuseio de forma segura na utilização agrícola (Ferreira et al., 1999).

O uso agrícola constitui uma das formas mais comuns para a disposição final de biossólido; cerca de 25% de todo o biossólido produzido nos Estados Unidos são utilizados na agricultura. Na Europa e no Canadá a utilização é de aproximadamente 37%. Devido à sua composição química, o biossólido se apresenta como possível fertilizante para o uso agrícola, uma vez que se compõe de cerca de 40% de matéria orgânica e macronutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (Melo et al., 2001).

Comprovado que há um grande potencial para o uso de água residuária e biossólido na irrigação de diversas culturas e que os estudos são poucos no Brasil, envolvendo o uso de tais insumos em culturas em rotação, com conseqüente efeito residual além de uma grande demanda por tecnologias sobre este assunto objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito residual de biossólido e água residuária no crescimento da cultura do milho cultivado em sucessão a cultura da mamona explorada utilizando estes insumos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi desenvolvido no período de junho a setembro de 2003 em área do PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico) em Campina Grande, PB em lisímetros de drenagem anteriormente cultivados com mamoneira, no período de 1/03 a 21/11 novembro de 2002. O solo utilizado está caracterizado na Tabela 1, como franco-arenoso (apresentado 78,54% de areia, 3,65% de silte e 17,81% de argila).

As características químicas do solo apresentadas na Tabela 2, mostram baixos teores de matéria orgânica (2,79 g dm⁻³).

No experimento anterior, com a mamona (*Ricinus communis* L.), utilizaram-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de análise fatorial [(2 x 3) + 1] com três repetições, cujos fatores foram dois tipos de água, abastecimento e residuária tratada, além de três doses de biossólido: 0, 75 e 150 kg ha⁻¹ e uma testemunha na qual se usou fertilizante químico na fórmula NPK (1:2:4) e irrigada com água de abastecimento.

Utilizou-se como biossólido o lodo de esgoto, Tabela 3, obtido da digestão anaeróbia do esgoto doméstico em um reator anaeróbio de fluxo ascendente, UASB desidratado ao sol, por um período de 60 dias, em leito de secagem constituído de tanque provido de sistema de drenagem composto

Tabela 1. Características físico-hídricas do material do solo utilizado no experimento

Características Físico-hídricas	Valor
Granulometria (%)	
Areia	78,54
Silte	3,65
Argila	17,81
Classificação Textual	Franco Arenoso
Densidade aparente (g cm ⁻³)	1,56
Densidade real (g cm ⁻³)	2,73
Porosidade (%)	42,86
Tensão (kPa)	Umidade (%)
10,1 (capacidade de campo)	10,13
33,33	8,18
101	2,97
505	2,10
1010	1,92
1515 (ponto de murcha)	1,82
Água Disponível (%)	6,36

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), da Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande, PB

Tabela 2. Características químicas do material de solo utilizado no experimento

Características Químicas	Valor
Complexo Sortido (cmol _c kg ⁻¹)	
Cálcio	8,5
Magnésio	5,0
Sódio	1,79
Potássio	1,48
Hidrogênio	5,0
Carbono Orgânico (g kg ⁻¹)	16,20
Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	27,93
Nitrogênio Total (mg kg ⁻¹)	2,45
Fósforo Total (mg dm ⁻³)	4,33
pH do extrato de saturação	6,8
Condutividade elétrica do extrato de saturação (dS m ⁻¹)	0,82
Extrato de saturação (mmol _c L ⁻¹)	
Sódio	3,58
Potássio	0,46
Cálcio	2,0
Magnésio	2,5
Carbonato	0
Bicarbonato	1,5
Cloreto	4,9
Relação de Adsorção de Sódio	2,39
Porcentagem de sódio trocável	2,21
Classificação em relação a salinidade	Normal

Análises realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus III – Areia, PB

por uma camada de brita de 10 cm, uma camada de areia de igual espessura e uma tela na parte inferior dos lisímetros, por onde era percolado o excesso de umidade.

As fontes de fertilizante químico foram: sulfato de amônio (20% N); cloreto de potássio (60% K₂O) e superfosfato triplo (45% P₂O₅). Realizaram-se: uma adubação de fundação, em 01/03/2002, com NPK e duas de cobertura, nos dias 29/04 e 24/05/2002, apenas com sulfato de amônio, utilizando-

Tabela 3. Características físicas e químicas do lodo de esgoto digerido

Sólidos Totais (%)	Umidade (%)	pH	M.O	N	P	K	Ca	Mg
34,46	65	6,6	52,42	2,64	1,78	0,38	3,4	0,97

Análises realizadas no Laboratório de Análises Químicas, Físicas e Microbiológicas do PROSAB – Campina Grande, PB

do-se as seguintes dosagens na fundação: 15 kg N ha⁻¹, 30 kg P₂O₅ ha, 60 kg K₂O ha⁻¹ e na cobertura 40 kg N ha⁻¹.

Utilizaram-se, no experimento com a mamona, dois tipos de água, abastecimento, Tabela 4, e residuária, Tabela 5; em que a água proveio de abastecimento de água do município de Campina Grande, PB, enquanto a residuária empregada era efluente decantado de um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), o qual trata o esgoto bruto doméstico proveniente de bairros circunvizinhos à região do bairro de Catolé.

Tabela 4. Composição físico-química da água de abastecimento usada no experimento

pH	C.E. (μS cm ⁻¹)	Ca	Mg	HCO ₃ (mg L ⁻¹)	Alcalinidade
8,09	590	113	76	66,92	80

Análises realizadas no Laboratório de Análises Químicas, Físicas e Microbiológicas do PROSAB – Campina Grande, PB

Tabela 5. Composição físico-química da água residuária usada no experimento

pH	C.E. (μS cm ⁻¹)	Ca	Mg	HCO ₃ (mg L ⁻¹)	Alcalinidade
7,79	1360	128	122	282	343

Análises realizadas no Laboratório de Análises Químicas, Físicas e Microbiológicas do PROSAB – Campina Grande, PB

O plantio do milho foi realizado no dia 20 de junho de 2003; ressalta-se que, antes, a umidade do solo foi elevada à capacidade de campo. Nos tratamentos referentes à testemunha do experimento anterior com a mamona, no qual se utilizou fertilizante químico, no experimento com o milho, aplicaram-se 15 kg N ha⁻¹, 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 60 kg K₂O ha⁻¹, em fundação tendo como fontes, o sulfato de amônio (20% N), superfosfato triplo (45% P₂O₅) e o cloreto de potássio (60% K₂O), respectivamente. O nitrogênio foi aplicado também em cobertura, no dia 19/08/2003, na dose de 15 kg N ha⁻¹.

A cultivar utilizada no experimento foi a BR-106, ciclo de 120 dias, a água usada em todos os tratamentos proveio do abastecimento de água do município de Campina Grande, PB; a mesma foi aplicada manualmente, utilizando-se regador cujo volume usado atendia a necessidade hídrica da planta.

Avaliaram-se os efeitos residuais do biossólido e da água residuária no cultivo do milho, através das variáveis altura da planta; medida da superfície do solo até a base da última folha, diâmetro caulinar, a um cm de altura em relação à superfície do solo e área foliar; para isto, utilizou-se a metodologia proposta por Beltrão et al. (2001), baseada em análise não destrutiva (medições com periodicidade de 14 dias,

das variáveis da altura da planta, diâmetro caulinar, comprimento (C) e largura das folhas (L)). As relações área foliar por folha, AF/F, e área foliar por planta, AF/P, foram calculadas segundo as equações propostas por Pearce et al. (1975), ou seja:

$$AF/F = C \times L \times 0,75$$

$$AF/P = AF/F \times 9,39$$

De início, as medidas de comprimento (C) e largura (L) foram determinadas, inicialmente, em todas as folhas, e, quando todas as plantas de milho atingiram a oitava folha as medições foram tomadas apenas nesta folha. Os valores das variáveis definidas foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico ESTAT (Sistema para Análises Estatísticas) da UNESP/FCAV, Campus de Jaboticabal; o nível de significância foi analisado através do teste "F" e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5%, de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 6 apresenta o resumo das análises de variância das variáveis de crescimento altura de planta, área foliar e diâmetro caulinar da cultura do milho para as oito observações, realizadas, dos 20 aos 120 dias após a semeadura (DAS), com intervalo de 14 dias, em função do efeito residual da aplicação das doses de biofósforo e da irrigação com os diferentes tipos de água, de abastecimento e residuária e o contraste ortogonal entre o fatorial e a testemunha.

Observando-se o resumo da análise de variância, na Tabela 6 verifica-se que a característica altura de planta sofreu o efeito isolado tanto do biofósforo quanto da água de irrigação ao longo do ciclo da cultura, entretanto não foi verificada a ocorrência de interações significativas entre os fatores estudados para qualquer época avaliada. Com relação ao contraste envolvendo o fatorial versus testemunha, constatou-se haver diferença significativa para todas as épocas, exceto aos 120 DAS.

Outras informações registradas na Tabela 6 indicam que as características diâmetro caulinar e área foliar não foram influenciadas pelo fator biofósforo enquanto a qualidade da água de irrigação promoveu influência nestas características até a metade do ciclo da cultura. Em relação à interação fatorial versus testemunha, registra-se efeito significativo para todas as avaliações realizadas em relação à área foliar.

Nas Figuras 1, 2 e 3 ilustra-se as variáveis altura, diâmetro e área foliar da cultura do milho, em função das doses de biofósforo, para todo o ciclo da cultura. A característica altura (Figura 1) apresentou a mesma tendência para todos os tratamentos aplicados, isto é, efeito pronunciado até, em torno dos 76 DAS, mantendo-se praticamente constante a partir daí. Os maiores valores foram verificados para as plantas adubadas com 75 kg de biofósforo e para a testemunha, mostrando a sensibilidade desta variável à presença de nutrientes, em especial nitrogênio, fósforo e potássio.

A variável diâmetro caulinar apresentou, na Figura 2, valores crescentes para todo o ciclo da cultura do milho, com resultados semelhantes para todos os tratamentos estudados.

Tabela 6. Resumo das análises de variância das variáveis de crescimento para diferentes períodos do ciclo do milho, em função de doses de biofósforo (L) e tipos de água (A), e o contraste ortogonal entre o fatorial e a testemunha

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios							
		20 DAS	34 DAS	48 DAS	62 DAS	76 DAS	91 DAS	105 DAS	120 DAS
Altura de Planta									
Biofósforo (L)	2	18,86**	29,02*	243,13*	1637,77**	6093,50**	5170,94**	4080,75**	3492,74*
Água (A)	1	64,79**	290,08**	1527,20**	9270,68**	10653,13**	4720,68*	4875,78**	3262,97*
L x A	2	7,57 ^{ns}	1,29 ^{ns}	58,98 ^{ns}	29,42 ^{ns}	1704,20 ^{ns}	635,94 ^{ns}	433,20 ^{ns}	896,79 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	26,37**	197,03**	937,54**	2409,53**	3610,72*	3976,04*	3491,27**	2636,34 ^{ns}
Tratamento	6	24,01**	91,29**	511,49**	2502,43**	4976,54**	3385,08**	2899,16**	2446,40*
Resíduo	14	2,32	5,76	37,62	201,96	797,84	568,31	385,27	715,12
CV		14,99	10,07	12,36	13,80	15,21	11,92	9,63	12,78
Diâmetro Caulinar									
Biofósforo (L)	2	3,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}	12,54 ^{ns}	2,36 ^{ns}	2,75 ^{ns}	4,04 ^{ns}	1,56 ^{ns}	2,15 ^{ns}
Água (A)	1	32,27**	117,81**	3,97 ^{ns}	23,35**	11,28 ^{ns}	20,69 ^{ns}	13,09 ^{ns}	35,28 ^{ns}
L x A	2	1,04 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,05 ^{ns}	1,53 ^{ns}	4,09 ^{ns}	4,28 ^{ns}	6,36 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	3,24 ^{ns}	64,07**	0,39 ^{ns}	3,63 ^{ns}	10,31 ^{ns}	29,53 ^{ns}	10,78 ^{ns}	17,53 ^{ns}
Tratamento	6	7,28*	30,37**	5,20 ^{ns}	5,63 ^{ns}	5,03 ^{ns}	11,08 ^{ns}	5,92 ^{ns}	11,64 ^{ns}
Resíduo	14	2,34	2,35	12,13	15,04	17,24	17,74	14,25	12,94
CV		25,67	11,46	16,07	14,98	14,64	13,74	11,41	10,38
Área Foliar									
Biofósforo (L)	2	790,76 ^{ns}	43989,57 ^{ns}	63417,12 ^{ns}	1064930,01 ^{ns}	143967,69 ^{ns}	237515,05 ^{ns}	640242,49 ^{ns}	334034,14 ^{ns}
Água (A)	1	33556,91**	1928215,94**	5441953,43**	5453649,43**	1961256,14 ^{ns}	2192627,41 ^{ns}	5021259,37*	3156529,13 ^{ns}
L x A	2	810,25 ^{ns}	119,20 ^{ns}	732427,13 ^{ns}	513114,75 ^{ns}	465876,60 ^{ns}	792278,08 ^{ns}	224486,16 ^{ns}	797916,48 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	8066,40**	670908,07**	922054,48 ^{ns}	8332416,03**	9206764,01**	9947287,68**	8131972,83**	7948480,61**
Tratamento	6	7470,86**	447890,26**	1325949,40 ^{ns}	2823692,49**	2064618,12*	2366583,55*	2480448,25*	2228151,83 ^{ns}
Resíduo	14	615,83	18721,60	543399,47	414037,02	533522,49	699260,04	724477,92	828402,22
CV		15,64	12,42	14,76	9,70	9,99	11,06	10,65	11,24

Significativo a 0,05 (*) e a 0,01 (**) de probabilidade; ^{ns} não significativo pelo teste F

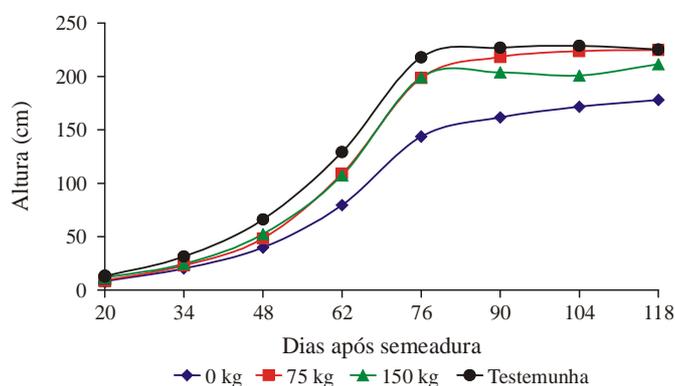


Figura 1. Altura de planta de milho, para as doses de biossólidos, em função dos dias após semeadura

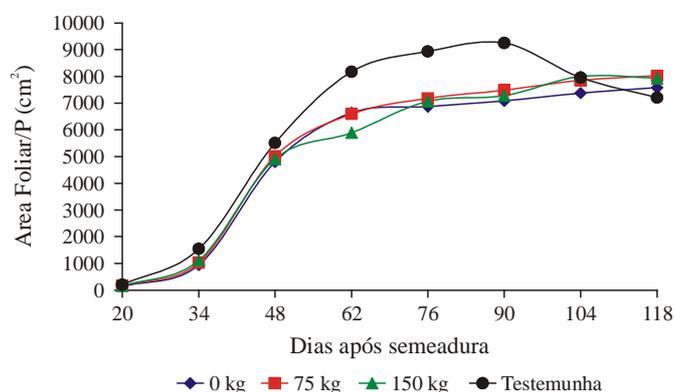


Figura 3. Área foliar por planta do milho, para as doses de biossólido em função dos dias após semeadura

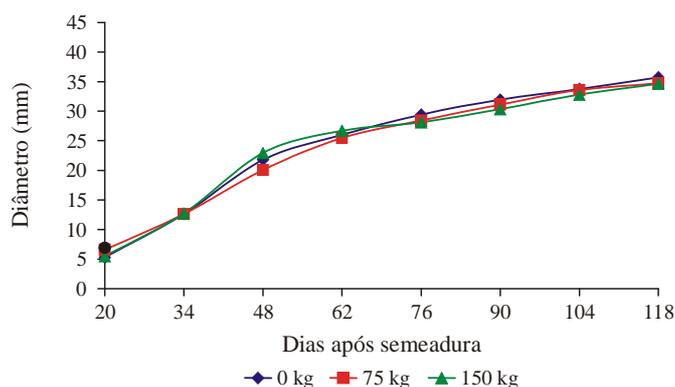


Figura 2. Diâmetro caulinar do milho para as doses de biossólido em função dos dias após semeadura

Os valores médios das variáveis de crescimento altura, área foliar e diâmetro estão expostos na Tabela 7. Verifica-se que às plantas apresentaram resultados estatisticamente idênticos, para as doses de biossólido de 75 e 150 kg, neste caso, deve-se considerar que a dose de 75 kg apresenta vantagens consideráveis, em relação à quantidade de adubo aplicado, fato este que tem como consequência direta redução nos custos de transporte de material e aplicação.

A irrigação com água residuária influenciou positivamente a altura das plantas em todo o seu ciclo. Os resultados indicam a importância do uso da água residuária na agricultura corroborando com Figueiredo et al. (2005), que obteve uma resposta positiva, em experimento conduzido

Tabela 7. Valores médios das variáveis de crescimento para diferentes períodos do ciclo do milho, em função de doses de biossólido e tipos de água

Causa de Variação	Médias							
	20 DAS	34 DAS	48 DAS	62 DAS	76 DAS	91 DAS	105 DAS	120 DAS
Altura de planta (cm)								
Dose de biossólido								
0 kg	8,38 b	20,23 b	39,96 b	79,58 b	143,60 b	161,54 b	171,63 b	177,86 b
75 kg	9,04 b	22,92 ab	48,30 ab	108,96 a	198,33 a	217,96 a	223,67 a	224,67 a
150 kg	11,73 a	24,59 a	52,46 a	107,38 a	199,25 a	203,83 a	200,67 ab	211,42 ab
Tipo de água								
Água de abastec.	7,82 b	18,57 b	37,69 b	75,94 b	156,07 b	178,25 b	182,19 b	191,18 a
Água residuária	11,61 a	26,59 a	56,12 a	121,33 a	204,72 a	210,64 a	215,11 a	218,11 a
Testemunha	12,92	31,33	66,00	129,25	217,87	226,83	228,50	225,00
Diâmetro caulinar (mm)								
Dose de biossólido								
0 kg	5,28 a	12,62 a	21,78 a	26,00 a	29,42 a	31,97 a	33,76 a	35,72 a
75 kg	6,61 a	12,64 a	20,08 a	25,46 a	28,42 a	31,13 a	33,58 a	34,73 a
150 kg	5,49 a	12,72 a	22,95 a	26,71 a	28,13 a	30,33 a	32,80 a	34,64 a
Tipo de água								
Água de abastec.	4,46 b	10,10 b	21,14 a	24,92 a	27,86 a	30,07 a	32,53 a	33,63 a
Água residuária	7,13 a	15,22 a	22,08 a	27,19 a	29,44 a	32,21 a	34,23 a	36,43 a
Área foliar por planta (cm²)								
Dose de biossólido								
0 kg	138,85 a	942,29 a	4803,58 a	6639,94 a	6874,78 a	7083,15 a	7371,47 a	7578,02 a
75 kg	151,33 a	1029,72 a	5009,15 a	6591,75 a	7180,84 a	7481,07 a	7852,26 a	8026,24 a
150 kg	161,78 a	1113,52 a	4910,34 a	5887,33 a	7069,42 a	7280,30 a	7994,94 a	7929,97 a
Tipo de água								
Água de abastec.	107,47 b	701,21 b	4357,84 b	5822,57 b	6711,77 a	6932,49 a	7211,39 b	7425,98 a
Água residuária	193,83 a	1355,81 a	5457,54 a	6923,44 a	7371,77 a	7630,53 a	8267,72 a	8263,51 a
Testemunha	206,66	1539,31	5506,51	8173,18	8933,88	9248,34	7951,22	7202,89

Para cada fator e coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

em casa de vegetação com a cultura do algodão irrigado com água residuária e adubado com biossólido.

A aplicação de biossólido ou lodo de esgoto como fertilizante é uma estratégia ambientalmente adequada para o aproveitamento deste resíduo, pois à medida que as cidades vão investindo no tratamento do esgoto doméstico, quantidades cada vez maiores deste material são disponibilizadas com grande potencial de uso agrícola.

Nascimento (2003) utilizando água residuária tratada e diferentes doses de biossólido no cultivo da mamona, verificou que a dose de 75 kg foi a que proporcionou melhores respostas para as plantas; já Ferreira (2003) estudando o efeito da qualidade da água na irrigação da cultura do algodão herbáceo notou, ao utilizar água residuária, que o crescimento das plantas se intensificou em relação à água de abastecimento.

A decisão de adubação vai depender do produtor, porém, é importante ressaltar que para que o lucro seja satisfatório se faz necessário uma boa adubação garantindo que não haja prejuízos, pois a falta de certos nutrientes essenciais para as plantas, poderá reduzir, drasticamente, a produção, o potencial de renda, a resistência da cultura a seca, a doenças e a insetos.

A Tabela 7 apresenta um crescimento caulinar maior nas plantas irrigadas com águas residuárias, embora tenha havido diferença significativa entre as águas apenas aos 20, 34 e 62 DAS, como já descrito; verifica-se que os diâmetros médios das plantas irrigadas com águas residuárias foram 37 e 45% superiores aos diâmetros médios das plantas irrigadas com água de abastecimento aos 20 e 34 DAS, respectivamente.

A variável área foliar, importante fator de crescimento das culturas, retrata o tamanho do aparelho assimilatório da planta ao nível de campo verificada ao longo do ciclo da cultura na Tabela 7, na qual é possível se observar a superioridade das plantas irrigadas com água residuária em relação à água de abastecimento, se aproximando dos valores encontrados para as plantas testemunha que representam a adubação química, a qual promoveu incrementos significativos na área foliar em quase todos os períodos estudados, com ligeiro declínio ao final do ciclo.

As áreas foliares das plantas, onde o solo foi irrigado com água residuária no experimento anterior foram 80, 36, 93 e 25% superiores às áreas foliares das plantas irrigadas com água de abastecimento aos 20, 34 e 62 DAS, respectivamente (Tabela 6). Este resultado pode ser atribuído ao efeito residual dos nutrientes, contidos na água do esgoto doméstico tratado, aplicado no experimento, que promoveram melhoria no estado nutricional das plantas constatado, pelo maior número de folhas apresentado pelas plantas avaliadas e assim, refletindo um melhor valor para a característica área foliar. Esta avaliação corrobora com Nascimento (2003) que, utilizando água residuária tratada e diferentes doses de biossólido (0, 75 e 150 kg) no cultivo da mamona, obteve comportamento semelhante. Ferreira (2003) estudando o efeito da aplicação de água residuária tratada na cultura do algodão herbáceo notou que, com água residuária, o crescimento caulinar se intensificou em relação à água de abastecimento.

CONCLUSÕES

1. O tratamento testemunha, adubação química com NPK, propiciou maiores valores para os parâmetros de crescimento das plantas, altura, diâmetro caulinar e área foliar por planta, que os demais tratamentos.

2. Verificou-se efeito residual dos biossólidos apenas na altura de plantas, enquanto a irrigação com água residuária apresentou efeito residual em todos os parâmetros de crescimento estudados, com valores superiores aos dos tratamentos utilizando água de abastecimento.

LITERATURA CITADA

- Andrade, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. *Field Crops Research*, v.41, p.1-12, 1995.
- Andreoli, C. V.; Pegorini, E. S.; Fregadolli, P.; Castro, L. A. R. de. Diagnóstico do potencial dos solos da região de Maringá para disposição final do lodo gerado pelos sistemas de tratamento de esgoto do município. *Revista Técnica da SANEPAR*, v.13, n.13, p.40-50, 2000.
- Beltrão, N. E. de M.; Almeida, O. A.; Pereira, J. R. de; Fidelis Filho, J. Metodologia para estimativa do crescimento do fruto e do volume absoluto e relativo da planta do algodoeiro. *Campina Grande-PB. Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, p.283-289. v.5, n.1, 2001.
- Fancelli, A. L. Fisiologia, nutrição e adubação do milho para alto rendimento. Piracicaba, São Paulo. Departamento de Produção Vegetal. São Paulo: ESALQ/USP, 2003, 9p.
- Ferreira, A. C.; Andreoli, C. V.; Jurgensen, D. Produção e características dos biossólidos, In: *Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura*. Curitiba: PROSAB, 1999, cap.I, p.16-25.
- Ferreira, O. E. Efeitos da aplicação de água residuária doméstica tratada e adubação nitrogenada na cultura do algodão herbáceo e no meio edáfico. *Campina Grande: UFCG*, 2003. 78p. Dissertação Mestrado
- Figueiredo, I. C. de M.; Lima, V. L. A. de; Beltrão, N. E. de M.; Araújo, M. G. F. de; Santos, T. S.; Azevedo, C. A. V. Uso da água residuária tratada e do biossólido no algodão colorido: produção e seus componentes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, Suplemento, p.288-291, 2005.
- Gonçalves, R. F.; Ludovice, M.; von Sperling, M. Remoção da umidade de lodos de esgotos In: *Lodo de esgoto: Tratamento e disposição final*. Belo Horizonte: UFMG, 2001. Cap.5, p.159-259.
- Hespanhol, I. "Health and technical aspects of the use of wastewater in agriculture and aquaculture". In: Rodrigues, F. (ed.) *Socioeconomic and environmental (Issues in water projects – selected readings. The economic developing institute of the world bank, the World Health Organization*, 1994. Chap.10.
- Leon, S. G.; Cavallini, J. M. Tratamento e uso de águas residuárias. *Campina Grande: UFPB*, 1999. 110p.
- Melo, W. J. de; Marques, M. O.; Melo, V. P. de. Lodo de esgoto: Tratamento e disposição final, Belo Horizonte: UFMG, 2001. cap.11, p.89-363.

- Nascimento, M. B. H. do. Modificações no ambiente edáfico, na água e na mamoneira, submetidas ao uso de biossólidos e água residuária. Campina Grande: UFCG. 2003. 78p. Dissertação Mestrado
- Pearce, R. B.; Mock, J. J.; Bailey, T. B. Rapid method for estimating leaf area per plant in maize. *Crop Science*, v15, p.691-694, 1975.
- SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. Reciclagem agrícola do lodo de esgoto: estudo preliminar para definição de critérios para uso agrônômico e de parâmetros para normatização ambiental e sanitária, 2.ed. Curitiba: SANEPAR, 1999. 81p.
- Silveira, P. M. da. Cobucci T. Rios, G. P. Stone L. F.; Silva, O. F. Sistemas agrícolas irrigados nos Cerrados. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA 1999. 63p.