



# Produção e componentes do algodoeiro herbáceo em função da aplicação de biossólidos



Juarez P. Pedroza<sup>1</sup>, Adrianus C. van Haandel<sup>2</sup>, Napoleão E. de M. Beltrão<sup>3</sup> & Jair A. Dionísio<sup>4</sup>

<sup>1</sup> DEAg/CCT/UFCG. Av. Aprígio Veloso 882, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 310-1287. E-mail: [juarez@deag.ufcg.edu.br](mailto:juarez@deag.ufcg.edu.br) (Foto)

<sup>2</sup> Embrapa Algodão. Rua Osvaldo Cruz 1143, CEP 58107-720, Campina Grande, PB, E-mail: [nbeltrao@cnpa.embrapa.br](mailto:nbeltrao@cnpa.embrapa.br)

<sup>3</sup> DEC/CCT/UFCG. E-mail: [prosab@uol.com.br](mailto:prosab@uol.com.br)

<sup>4</sup> DSEA/UFPR. E-mail: [Jair@agrarias.ufpr.br](mailto:Jair@agrarias.ufpr.br)

Protocolo 88 - 9/5/2003 - Aprovado em 29/10/2003

**Resumo:** Em condições de casa-de-vegetação do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (EMBRAPA/CNPA), estudaram-se os efeitos de doses crescentes de lodo de esgoto (equivalentes a 0, 60, 100, 200, 250 e 300 kg N ha<sup>-1</sup>), calcado a 50%ST (biossólido), sobre variáveis de produção (peso do algodão em caroço, peso de 1 capulho, número de capulhos, porcentagem de fibra, peso de pluma) e componentes (fitomassa da parte aérea, fitomassa da raiz, fitomassa total e relação fitomassa da parte aérea/fitomassa da raiz) do algodoeiro herbáceo, variedade BRS 187 8H. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 6 tratamentos e 5 repetições, totalizando 30 unidades experimentais. Cada unidade experimental constituiu-se de vaso plástico de 90 dm<sup>3</sup> que receberam 70 dm<sup>3</sup> de solo. Com os resultados obtidos verificou-se efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade das doses de biossólido sobre as variáveis estudadas, com exceção do peso de capulho e da porcentagem de fibra. Com o desdobramento da análise de regressão, verificou-se aumento linear das variáveis, peso do algodão em caroço, peso de pluma, fitomassa da parte aérea, fitomassa total e da relação fitomassa da parte aérea/fitomassa da raiz, além de aumento quadrático do número de capulhos planta<sup>-1</sup> e fitomassa da raiz, cuja derivação das equações de regressão estimou que as doses de biossólido equivalentes a 441 e 231 kg N ha<sup>-1</sup> proporcionaram, respectivamente, o valor máximo para tais variáveis.

**Palavras-chave:** lodo de esgoto, rendimento, algodoeiro

## Production and components of herbaceous cotton as a function of application of biosolids

**Abstract:** Under greenhouse conditions at the National Center for Cotton Research (CNPA/EMBRAPA) effects of increasing doses of sewage sludge (biosolids) equivalent to 0, 150, 250, 350, 450, and 550 kg ha<sup>-1</sup> of N, limed at 50%ST were studied, on the variables of the production (production of cotton, weight of capsule, number of capsules, percentage of fibre and plumage weight) and components (aerial, root and total phytomass and the ratio between phytomass of aerial parts to root) of herbaceous cotton variety BRS 187 8H. The experimental design used was in random blocks, with 6 treatments and 5 replications. Each experimental unit, constituted of a plastic recipient of 90 dm<sup>3</sup>. According to the results obtained significant effects were observed by F test at 1% level of probability of the biosolid doses on the variables studied, except for the weight of capsule and percentage of fibre. With the regression analysis, linear increase of the variables was observed for the weight of cotton, plumage weight, aerial parts and total phytomass and the relation phytomass of aerial parts to root while a quadratic equation for the number of capsules per plant and root phytomass was found, the regression equations estimated biosolid doses equivalent to 441 and 231 kg N ha<sup>-1</sup>, respectively, for the maximum values for these variables.

**Key words:** sewage sludge, revenue, cotton plant

## INTRODUÇÃO

Para que o esgoto não cause problemas ambientais e de saúde pública, é necessário que seja tratado antes do lançamento nos corpos receptores (rios, lagos, oceanos e solo). Esses tratamentos atuam de duas formas: na redução do conteúdo da matéria orgânica, por meio de sua oxidação, e no estímulo à formação de flocos, de forma a possibilitar a sedimentação e a remoção de um subproduto (resíduo) denominado lodo de esgoto ou biossólido, que possui as seguintes características indesejáveis: odores desagradáveis, presença de microrganismos patogênicos, elementos tóxicos de origem orgânica ou mineral e dificuldade de desidratação.

Seguindo as tendências do crescimento dos índices de coleta e tratamento de esgotos, ocorrerá um crescimento proporcional de produção de lodo, cuja disposição final tem sido um problema para a maioria das Estações de Tratamentos de Esgotos (ETE's) que não dispõem de uma alternativa consistente para o destino final deste resíduo. O destino final adequado do lodo é um desafio e fator fundamental para o sucesso de um sistema de tratamentos de águas residuárias e, acima de tudo, uma benevolência para o meio ambiente.

As principais alternativas de disposição final do lodo são os aterros sanitários, a disposição oceânica, a incineração e a reciclagem agrícola. Os aterros sanitários, além de possuírem o inconveniente de concorrer com os resíduos sólidos urbanos, apresentam altos custos de manutenção. A disposição oceânica que, segundo Tsutiya (1999a), foi proibida nos Estados Unidos desde 1992, pela Ocean Dumping Act, na Comunidade Européia desde 1998 e em vários países. A incineração, técnica que para evitar problemas de emissões atmosféricas tem de usar incineradores de leito fluidizado de custos elevados, além de demandar uma grande quantidade de energia. A reciclagem agrícola, segundo Andreoli et al. (1994) e Tsutiya (1999a), é a forma de disposição final que pode ser considerada mais adequada em termos técnicos, econômicos e ambientais, desde que convenientemente aplicada. O uso agrícola desse resíduo o torna num produto útil dentro de um processo produtivo, mantendo suas reciclagens ou pelo menos a reciclagem de elementos que o compõem.

A destinação do lodo de esgoto para a agricultura é a alternativa que merece maior destaque, pelas seguintes razões, segundo Oliveira (2000): pode ser viabilizada tecnicamente pela pesquisa, apresenta os menores custos, utiliza o solo como meio favorável ao consumo da carga orgânica potencialmente poluidora, pode trazer os benefícios inerentes da matéria orgânica, além de proporcionar a reciclagem de nutrientes.

Dentre as alternativas de disposição final do lodo de esgoto, a reciclagem agrícola tem se constituído, segundo Neiva (1999), em uma das formas mais utilizadas em diversos países desenvolvidos (Bélgica, 29%; Dinamarca, 54%; França, 58%; Alemanha, 27%; Itália, 33%; Espanha, 50%; Reino Unido, 44%) como condicionador e fertilizante do solo. De acordo com Anderson citado por Marques (1996), o uso de lodo de esgoto como fertilizante nos Estados Unidos, data de 1927, quando esse tipo de material se tornou comercialmente disponível. Atualmente, segundo Tsutiya (1999b), cerca de 25% de todo o biossólido produzido nos Estados Unidos (aproximadamente

13 x 10<sup>6</sup> Mg ano<sup>-1</sup>), são utilizados na agricultura. O autor relata ainda que o uso agrícola constitui na alternativa mais adequada para a disposição final de biossólidos gerados nas ETE's do Estado de São Paulo.

Uma das alternativas para o uso de biossólido na agricultura seria no algodoeiro herbáceo, que tem grande importância na economia do Nordeste, uma vez que apresenta significativa contribuição para o produto interno bruto do País e para o emprego da mão-de-obra rural. Segundo dados da CONAR, citados no Anuário Brasileiro do Algodão (2002), dos 746.000 ha plantados no Brasil (safra 2001/2002), 161.100 ha foram na região Nordeste, e 13.900 ha no Estado da Paraíba. Da produção brasileira, na mesma safra, de 804.600 t do algodão em pluma 91.900 t foram produzidas na região Nordeste e 3.400 t no Estado da Paraíba.

Considerando a inexistência, no Brasil, de trabalhos sobre a reciclagem agrícola do lodo no algodoeiro, aliada ao fato de se tratar de uma cultura que não é diretamente comestível e que tem, como produto principal, a fibra para a indústria têxtil, a importância do algodão na agricultura brasileira e o interesse agrônomo de se dispor de uma fonte de matéria orgânica de tecnologia simples, barata, que contribuirá para a resolução ambientalmente segura de um problema que tende a se agravar a medida em que são implantados e/ou ampliados os sistemas de coleta e tratamento de esgotos do País, este trabalho visa avaliar os efeitos de doses crescentes de biossólido sobre a produção e os componentes do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum L. r. latifolium Hutch L.*).

## MATERIAL E MÉTODOS

As etapas de obtenção, caracterização e desinfecção do lodo de esgoto (biossólido) foram realizadas nas instalações do Programa de Saneamento Básico (PROSAB) do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), enquanto o cultivo do algodoeiro foi realizado em condições de casa-de-vegetação do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNP/EMBRAPA), também em Campina Grande, PB.

Usou-se, como substrato para a condução do experimento, um solo típico da região de Campina Grande (Neossolo Regolítico).

O lodo de esgoto, proveniente de digestores anaeróbio de fluxo ascendente (DAFA) e de digestores aeróbios, foi obtido no PROSAB - Campina Grande, PB. Antes de sua caracterização, o material foi colocado em tonéis dotados de drenos (camada de brita e de areia e tela) por onde foi percolado o excesso de água, até adquirir consistência pastosa.

Para a realização das análises físicas e químicas no lodo digerido (não desinfetado), o material foi secado ao ar e os resultados obtidos (Tabela 1), estão expressos em relação à porcentagem de matéria seca a 105 °C. Tais análises foram realizadas segundo metodologia proposta pela AWWA (1992).

Por ser adequada para uso sequeiro no semi-árido nordestino, foi empregado como planta-teste o algodoeiro herbáceo, variedade BRS 187 8H.

Tabela 1. Composição física e química parciais do lodo de esgoto digerido e após 40 dias da caleação a 50% sólidos totais

Tipo do Lodo	Sólido Total	Umidade	M.O.	N P K Ca Mg					pH H <sub>2</sub> O
				(%)					
Esgoto digerido	12,26	87,54	49,66	4,13	2,28	0,46	1,44	2,03	6,7
Esgoto após caleação	22,70	77,30	33,40	2,60	1,50	0,30	20,30	3,10	12,5

Análises realizadas no Laboratório de Análises Químicas, Físicas e Microbiológicas do PROSAB, Campina Grande, PB, 2002

Á água de irrigação utilizada nas unidades experimentais foi a água de abastecimento da cidade de Campina Grande, PB.

Para a eliminação dos patógenos e maus odores foi feita a caleação do lodo digerido com a cal virgem (óxido de cálcio - CaO), obtida no PROSAB, Campina Grande, PB, à 50% da matéria seca (sólidos totais), uma vez que Gaspard (1996) e Ilhenfeld et al. (1999) encontraram o maior potencial de redução de ovos de helmintos usando esta concentração de cal. Tomou-se por referência ovos de helmintos por serem, dentre todos os organismos patogênicos presentes em lodo de esgoto, reconhecidamente os mais disseminados e resistentes.

A caleação foi realizada em vasos plásticos de polietileno, com capacidade para 8 dm<sup>3</sup>, contendo 2 dm<sup>3</sup> de lodo de esgoto. A aplicação das doses de cal foi feita na superfície do lodo e, com auxílio de uma espátula, produziu-se uma mistura homogênea. Os vasos foram cobertos com filme plástico de polietileno e fechados hermeticamente com barbantes para evitar as perdas de umidade e amônia, respectivamente, por evaporação e volatilização, e também evitar contaminação de coliformes fecais.

Para garantir o manuseio e uso agrônômico seguros, coletaram-se amostras simples 40 dias, após a caleação em todos os vasos de aproximadamente 250 g para novas análises químicas e físicas, além de uma análise microbiológica (bacterológica) e uma parasitológica (ovos de helmintos), do lodo de esgoto desinfetado (bioossólido).

As análises físicas e químicas no bioossólido foram feitas pela mesma metodologia usada na caracterização do lodo de esgoto digerido, já descrita e apresentada na Tabela 1. As análises bacterológicas, realizadas por meio da contagem de coliforme fecais (CF), estreptococos fecais (EF), *salmonella* (S) e *clostridium perfringens* (CP), foram feitas pela técnica de Tubos Múltiplos, recomendada na standard methods for examination of water and wastewater para lodos (AWWA, 1992), e as análises parasitológicas, realizadas por meio da quantificação de ovos de helmintos e da viabilidade destes, segundo a metodologia de Yanko (1987), reconhecida pela USEPA (1992) como técnica oficial para os Estados Unidos. A caleação a 50% ST mostrou-se eficiente, enquanto método de higienização do lodo de esgoto, uma vez que tanto as bactérias indicadoras de contaminação fecal como os ovos de helmintos foram eliminados pelo processo.

Foram quantificadas no solo, no lodo digerido e no bioossólido, por espectrofotometria de absorção atômica, as

concentrações totais de metais pesados, conforme metodologia proposta pela AWWA (1995). Os valores encontrados estão apresentados na Tabela 2.

Os valores dos teores de metais pesados nos três materiais analisados estão muito aquém da concentração máxima permitida encontrada na literatura para uso agrícola. As baixas concentrações encontradas no lodo de esgoto do Prosab – Campina Grande, podem ser explicadas pelo pequeno parque industrial existente nesta cidade sendo, por conseguinte, o esgoto gerado predominantemente doméstico.

A quantidade de bioossólido em cada tratamento foi estimada em função do teor de nitrogênio presente em ST e a quantidade a ser mineralizada no ciclo da cultura. Os tratamentos empregados foram:

- T<sub>1</sub> - Testemunha (Solo nas condições naturais)
- T<sub>2</sub> - Solo + 60 kg N ha<sup>-1</sup> (2 Mg ha<sup>-1</sup> de bioossólido)
- T<sub>3</sub> - Solo + 100 kg N ha<sup>-1</sup> (4 Mg ha<sup>-1</sup> de bioossólido)
- T<sub>4</sub> - Solo + 200 kg N ha<sup>-1</sup> (8 Mg ha<sup>-1</sup> de bioossólido)
- T<sub>5</sub> - Solo + 250 kg N ha<sup>-1</sup> (10 Mg ha<sup>-1</sup> de bioossólido)
- T<sub>6</sub> - Solo + 300 kg N ha<sup>-1</sup> (12 Mg ha<sup>-1</sup> de bioossólido)

No fundo de cada unidade experimental (90 dm<sup>3</sup> de capacidade), que recebeu aproximadamente 70 dm<sup>3</sup> de solo (coletado da camada superficial: 0-30 cm), foram feitos dois furos, em extremidades opostas, onde foram instalados as mangueiras (diâmetro = 0,5 cm) por onde foi drenado o excesso de água. A água adicionada (água de abastecimento) em cada unidade experimental durante a condução do experimento, foi aproximadamente correspondente à capacidade de campo do solo utilizado.

Antes da sementeira as sementes foram previamente tratadas com fungicida sistêmico do grupo químico Benzimidazol (Benomyl 500) para combater fungos fitopatogênicos do solo. Cada unidade experimental recebeu 8 sementes e quinze dias após a sementeira foi feito o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso, que foram conduzidas até o final do ciclo fenológico da cultura (135 dias).

A cada 30 dias foram feitas aplicações de inseticida e acaricida sistêmico e de contato organofosforado do grupo químico Monocrotophos (Agrophos 400) na dosagem de 6 mL L<sup>-1</sup>, para prevenir o ataque de mosca-branca e do pulgão do algodoeiro.

Tabela 2. Teores de metais pesados (mg kg<sup>-1</sup>) no solo, no lodo digerido e no bioossólido usados no experimento\*

Material/Metal	B	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mg	Pb
Solo	<200	<0,48	<2,5	1,5	0,6	<0,1	108	<8,4
Lodo digerido	<200	1,2	<12	112	162	0,6	3606	84
Bioossólido	<200	0,71	<18	26	0,4	0,9	46	37

\* Resultados fornecidos pelo Laboratório de Análises Mineraias da Empresa de Proteção Ambiental (CETREL) de Camaçari, BA

Durante a condução do experimento foram feitas análises parasitológicas (ovos de helmintos) da água drenada no fundo de cada unidade experimental a cada 30 dias, segundo metodologias da Bailenger (1979) e USEPA (1992).

A produção e componentes do algodoeiro foram avaliados por meio das seguintes variáveis: produção do algodão em caroço, peso de capulho, número de capulhos, porcentagem de fibra, peso de pluma, fitomassa de raiz, fitomassa da parte aérea, fitomassa total e relação peso da parte aérea/peso raiz. Para a determinação da fitomassa, o material foi secado numa estufa de ventilação a ar, sob temperatura de 75 °C.

O delineamento experimental adotado para os experimentos foi o de blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 5 repetições, totalizando 30 unidades experimentais e o programa estatístico utilizado foi o SAS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 encontram-se as médias dos tratamentos das variáveis relacionadas com a produção e os componentes do algodoeiro e, na Tabela 4, tem-se o resumo das análises de variância e de regressão dessas variáveis.

De maneira geral, observa-se que entre os tratamentos que receberam biossólido, todas as variáveis relacionadas com a produção e os componentes do algodoeiro avaliados aumentaram com a elevação das doses de biossólido, exceto o peso de capulho e a porcentagem de fibras, cujos valores médios oscilaram entre si. Os valores de todas as variáveis de produção

proporcionados pela testemunha ( $T_1$ ) foram inferiores aos obtidos com todas as doses de biossólido, com exceção das variáveis peso de capulho, para a qual ocorreu uma oscilação, e porcentagem de fibra do algodão, em que todas as variáveis de produção dos tratamentos que receberam biossólido foram inferiores à testemunha. Saliente-se que, embora essa variável tenha diminuído com o aumento das doses de biossólido, constatou-se aumento do número de sementes, ou seja, devido o seu crescimento alométrico, o algodoeiro provavelmente investiu mais na semente que na porcentagem de fibra.

Avaliando-se os dados apresentados na Tabela 4 observa-se efeitos significativos pelo teste F a nível de 1% de probabilidade dos tratamentos sobre as variáveis estudadas. As variáveis peso de capulho e porcentagem de fibra, embora tenham atingido valores inferiores aos normalmente apresentados para a cultivar BRS 187 8H (6,5 g e 38,6 %, respectivamente, segundo dados do CNPA, 2000), não sofreram efeitos significativos, indicando que as doses de biossólido não exerceram influência sobre essas variáveis.

O desdobramento da análise de regressão permite afirmar-se que houve aumento linear e significativo de todas as variáveis com a elevação das doses de biossólido. Saliente-se que a variável número de capulho, além do modelo linear, se ajustou ao modelo quadrático e a variável fitomassa da raiz aos modelos quadrático e cúbico, além do modelo linear. Embora tenha ocorrido efeito linear para o número de capulho, optou-se pela regressão quadrática para expressar os resultados, em virtude do valor mais elevado do coeficiente de determinação

Tabela 3. Valores médios das variáveis de produção e componentes do algodoeiro

Tratamento (kg N ha <sup>-1</sup> )	Nº de Capulho	Variáveis							
		Peso Capulho <sup>-1</sup>	Peso Algodão com Caroço	Peso de Pluma	% de Fibra	Fitomassa (g)			Parte Aérea/Raiz
						g	Parte Aérea	Raiz	
T <sub>1</sub> (0)	2,00	3,28	6,08	2,84	40,24	8,85	1,85	10,70	5,56
T <sub>2</sub> (60)	6,00	4,02	23,84	9,12	38,10	28,29	4,39	32,69	6,48
T <sub>3</sub> (100)	11,00	3,22	34,50	12,78	36,96	48,34	4,85	53,20	10,09
T <sub>4</sub> (200)	13,60	4,12	55,14	20,56	37,24	56,42	5,07	61,48	11,23
T <sub>5</sub> (250)	15,00	3,90	58,74	22,38	38,24	60,28	5,26	65,54	11,49
T <sub>6</sub> (300)	16,60	4,52	74,74	28,18	36,48	78,77	5,96	84,73	13,23
Média	10,70	3,83	42,16	15,98	37,88	46,82	4,55	51,39	9,68

Tabela 4. Resumo das análises de variância e de regressão das variáveis de produção e componentes do algodoeiro

F.V.	G.L.	Quadrado Médio								
		Nº de Capulho	Peso de 1 Capulho	Peso Algodão com Caroço	Peso de Pluma	% de Fibra	Fitomassa Parte aérea	Fitomassa da raiz	Fitomassa Total	Fitomassa Aérea/ Fitomassa Raiz
Blocos	4	5,03ns	0,54ns	37,50ns	10,33ns	12,97ns	84,13ns	0,17ns	88,90ns	1,98ns
Tratamentos	5	159,58**	1,27ns	3 200,90**	440,73**	8,95ns	3 080,84**	10,20**	3 422,53**	45,76**
Linear	1	739,37**	3,24ns	15 687,39**	2 169,04**	23,40ns	14 696,64**	39,12**	16 252,21**	221,69**
Quadrática	1	39,49**	0,18ns	81,65ns	5,67ns	6,50ns	287,65ns	6,33**	379,33ns	5,24ns
Polin. 3º Grau	1	3,72ns	0,33ns	7,50ns	0,20ns	12,13ns	242,00ns	5,18**	318,04ns	0,56ns
Polin. 4º Grau	1	-----	0,28ns	27,28ns	1,83ns	2,72ns	176,20ns	0,30ns	162,02ns	10,11ns
Polin. 5º Grau	1	-----	2,33ns	200,64ns	26,93ns	0,55ns	1,70ns	0,79ns	1,05ns	0,68ns
Resíduo	20	2,70	0,75	52,42	8,20	6,04	111,43	0,37	114,72	6,85
Total	29									
CV		15,39	22,75	17,17	17,93	6,48	22,54	11,38	20,84	27,04

ns - Valores estatisticamente não significativos

\* -Valores estatisticamente significativos pelo teste F a nível de 5% de probabilidade

\*\* -Valores estatisticamente significativos pelo teste F a nível de 1% de probabilidade

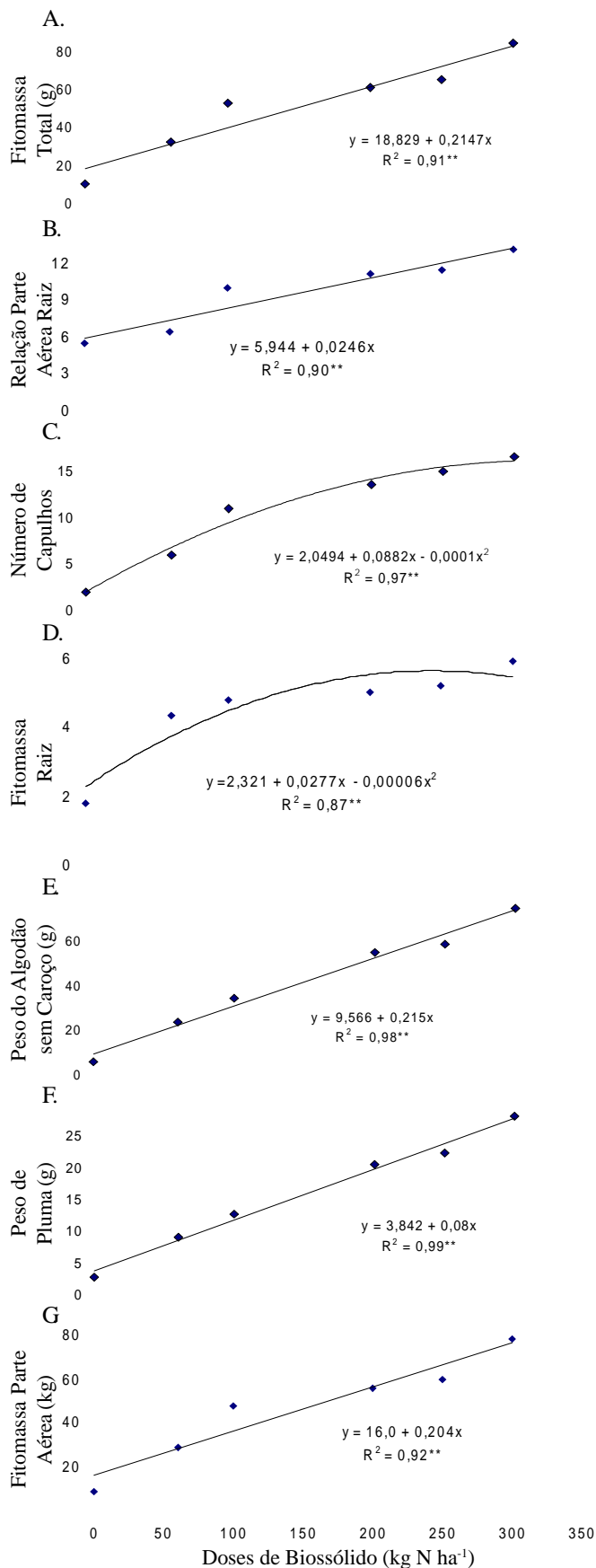


Figura 1. Fitomassa total (A), relação peso seco da parte aérea/raiz (B), número de capulhos (C), fitomassa da raiz (D), peso de algodão sem caroço (E), peso de pluma (F) e fitomassa parte aérea (G) em função das doses de biossólido

( $R^2=0,98^{**}$ ) e por este modelo representar melhor os fenômenos biológicos ocorridos. Com relação à fitomassa de raiz, embora o modelo cúbico tenha apresentado maior coeficiente de determinação, fez opção, novamente, pelo modelo quadrático, para expressar os resultados, uma vez que o mesmo representa melhor os fenômenos biológicos ocorridos

A análise de correlação polinomial possibilitou a elaboração das curvas apresentadas na Figura, que representam os efeitos da aplicação das doses de biossólido sobre as variáveis de produção e componentes do algodoeiro investigadas. Analisando-se tais figuras constata-se uma forte relação entre as variáveis estudadas e as doses de biossólidos empregadas, tendo em vista os elevados valores observados dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ).

Esses resultados são corroborados pelos resultados obtidos por diversos pesquisadores, dentre os quais pode se citar: Bettiol et al. (1982) que verificaram aumentos na produção de arroz em solos cultivados com biossólido; Berton (1989) que constatou aumento na produção de fitomassa do milho nos tratamentos adubados com biossólido; Martins (1993) e Vanzolini (1994) que verificaram aumentos nas quantidades de fitomassa da parte aérea e da raiz do sorgo granífero proporcionais às doses de lodo empregadas; Silva (1995) que verificou aumentos lineares da produtividade de biomassa em cana-de-açúcar cultivada em solo que recebeu biossólido; Favaretto et al. (1997) que obtiveram maior produtividade da cultura do milho adubada organicamente com lodo de esgoto, além de observarem um aumento da produção de grãos em função do aumento das dosagens de biossólido; Lourenço et al. (1995), citados por Favaretto (1997), que verificaram aumento da produtividade do milho e feijão adubados com biossólido; Bottega & Nascimento (1999) constataram aumentos de 32 a 54% na produtividade da cultura do milho com uso de lodo de esgoto digerido aeróbio caleadado.

Os aumentos verificados nas variáveis de produção e componentes do algodoeiro com a elevação das doses de biossólido, são devidos à presença de matéria orgânica, macro e micronutrientes presentes nesse resíduo que, segundo Raij (1991), são essenciais para o estabelecimento e o desenvolvimento das culturas, de modo geral.

A relação entre as doses de biossólido e as variáveis, número de capulho planta<sup>-1</sup> e fitomassa da raiz, mostrou-se ser do segundo grau (Fig. 1C e D), o que evidencia que as doses de 441 e 231 kg N ha<sup>-1</sup> seriam o limite para a produção máxima, sem proporcionar decréscimo do número de capulho e da fitomassa da raiz, respectivamente, conforme pode ser verificado derivando-se as respectivas equações de regressão contidas na citada figura.

## CONCLUSÕES

1. A planta do algodoeiro herbáceo, representada pela cultivar BRS 187 8H, respondeu favoravelmente à aplicação de biossólido, uma vez que, com exceção das variáveis peso de capulho e porcentagem de fibra, ocorreu efeito significativo das doses de biossólido sobre as demais variáveis relacionadas à produção e componentes do algodoeiro.

2. Verificou-se aumento linear das variáveis peso do algodão em caroço, peso de pluma, fitomassa da parte aérea, fitomassa total e da relação fitomassa da parte aérea/fitomassa raiz, além de aumento quadrático das variáveis número de capulho planta<sup>1</sup> e fitomassa da raiz, cuja derivação das equações de regressão estimou que as doses de biossólidos equivalentes a 441 e 231 kg N ha<sup>-1</sup>, proporcionaram, respectivamente, o valor máximo para tais variáveis.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP pelo apoio financeiro mediante o Programa de Pesquisa de Saneamento Básico (PROSAB) e ao Programa de Núcleo de Excelência (PRONEX).

## LITERATURA CITADA

- Andreoli, C. V.; Souza, M. L de P.; Comim, J. J.; Gioppo, P. J.; Castilho, D. S. B. Bases para uso do lodo de esgoto da ETE-Belém. In: Simpósio Luso-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 6, Florianópolis, SC, 1994. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1994. p.389-419.
- Anuário Brasileiro do Algodão. Gazeta Grupo de Comunicações. Santa Cruz do Sul, RS, 2002. 136p.
- AWWA - American Water and Wastewater Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington D.C., CO, 1995, 1134p.
- Bailenger, J. Mechanism of parasital concentration in coprology and their practical consequences. Journal American Medical Technology. n.4, p.65-71, 1979.
- Berton, R.S.; Camargo, O.A.; Valadares, J. M. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de lodo de esgoto a cinco solos paulistas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.13, n.2, p.187-192, 1989.
- Bettiol, W.; Franco, B.J.C.D.; Carvalho, P. C. T. Utilização do lodo de esgoto como fertilizante para a cultura do arroz (*Oryza sativa*, L.cv.IAC-165). In: Congresso Brasileiro em Iniciação Científica em Ciências Agrárias, 2, 1982, Piracicaba. Anais... Piracicaba: USP, 1982. p.218-219.
- Bottega, J.C.; Nascimento, E. B. Utilização do lodo de esgoto em pequenas propriedades agrícolas. In: Reciclagem de biossólidos – transformando problemas em soluções. Sanepar: Curitiba, PR, 1999, cap. 4, p.225-229.
- CNPA - Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - Embrapa. BRS 187 8H: nova cultivar de algodoeiro herbáceo para as condições do Nordeste. Campina Grande, PB, 2000. Folder.
- Favaretto, N.; Deschamps, C.; Daros, E.; Pissaiá, A. Efeito do lodo de esgoto na fertilidade do solo e no crescimento e produtividade do milho (*Zea mays*, L.). Arquivo de Biologia e Tecnologia, v.40, n.4, p.836-847, 1997.
- Gaspard, P.G.; Wiart, J.; Schwartbrod, J. A method for assessing the viability of nematode eggs in sludge. Environmental Technology, Madison, v.17, p.415-420, 1996.
- Ilhenfeld, R.G.K.; Andreoli, C.V.; Lara, A.I. Higienização do lodo de esgoto. In: Uso e manejo de lodo de esgoto na agricultura. Rio de Janeiro: PROSAB, 1999, cap. 4, p.744-752.
- Marques, M.O. Incorporação de lodo de esgoto em solo cultivado com cana-de-açúcar. Jaboticabal: UNESP, 1996. 111p. Tese Livre-Docência
- Martins, C.H. Acúmulo de nutrientes e metais pesados por sorgo granífero cultivado em solo que recebeu lodo de esgoto e vinhaça. Jaboticabal: UNESP, 1993. 70p. Monografia
- Neiva, M.R. Reciclagem agrícola de biossólidos da ETE Cetrel - uma experiência ambientalmente correta. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20, 1999. Rio de Janeiro, RJ. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999. p.477-479.
- Oliveira, F.C. Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. Piracicaba: ESALQ, 2000. 237p. Tese Doutorado
- Raij, B.V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Editora Agrônômica Ceres Ltda. 1991. 343p.
- Silva, F.C. Uso agrônômico de lodo de esgoto: efeitos em fertilidade do solo e na qualidade da cana-de-açúcar. Piracicaba: ESALQ, 1995.
- Tsutiya, M. T. Tecnologias emergentes para a disposição final de biossólidos das estações de tratamento de esgotos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20, 1999a. Rio de Janeiro, RJ. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999a. p.762-770.
- Tsutiya, M. T. Metais pesados: o principal fator limitante para o uso agrícola de biossólidos das estações de tratamento de esgotos. In.: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20, 1999b. Rio de Janeiro, RJ. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999b. p.753-761.
- Vanzolini, S. Incorporação de calcário, lodo de esgoto e vinhaça na cultura do sorgo granífero em areia quartzosa, em condições de casa de vegetação. Jaboticabal: UNESP, 1994. 114p. Monografia Graduação