

Cinza de madeira e lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do algodoeiro

Valdinei Sofiatti¹; Rosiane de Lourdes Silva de Lima²; Míriam Goldfarb³; Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão⁴

RESUMO

O uso de cinza de madeira e do lodo de esgoto como fertilizante pode contribuir para o crescimento das plantas e reduzir os custos de produção. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação de cinza de madeira e do lodo de esgoto no crescimento do algodoeiro (*Gossipium hirsutum* L.). Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições e 3 plantas por parcela. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois tipos de resíduos (cinza de madeira e lodo de esgoto) e cinco doses (0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 t ha⁻¹ de cinza de madeira e lodo de esgoto). Determinaram-se as variáveis de crescimento e produção. Os resultados indicaram que a adubação com lodo de esgoto proporcionou melhor desenvolvimento das plantas e produção de algodão em relação à adubação com cinza de madeira. A adubação com lodo de esgoto na dose de 6,0 toneladas por hectare proporcionou a máxima produção do algodoeiro da cultivar Rubi.

Palavras-chave: *Gossipium hirsutum*, adubação orgânica, biossólidos.

Wood ashes and sewage sludge as nutrition supply for cotton growth

ABSTRACT

Using the wood ashes and the sewage sludge as fertilizers can contribute for the growth of the plants and reduce the production costs. The main objective of this research was to evaluate the effect of the wood ashes and the sewage sludge application on the cotton growth. It was adopted an experimental design entirely randomized with four repetitions and three plants per plot. Treatments were disposed according to 2 x 5 factorial designs, studying two types of remainder (wood ashes and sewage sludge) and five doses (0.0; 1.5; 3.0; 4.5 and 6.0 t ha⁻¹ of the wood ashes and sewage sludge). Growth and production parameters were measured. The results had shown that the fertilization with sewage sludge provided a better plants development and cotton production in comparison to the fertilization with wood ashes. The fertilization with sewage sludge in the dose of approximately 6.0 tons per hectare provided the maximum cotton production of the Rubi cultivar.

Keywords: *Gossipium hirsutum*, organic fertilizers, sewage sludge.

1 INTRODUÇÃO

A viabilidade do uso de resíduos, como lodo de esgoto e cinza de madeira, na agricultura está relacionada com a origem dos materiais e os tratamentos a que estes são submetidos, bem como, do conhecimento a priori das características químicas, como disponibilidade de nutrientes, presença ou ausência de metais pesados, dentre outras.

Em consequência de sua riqueza nutricional, principalmente N e P, a utilização de lodo de esgoto em terras agricultáveis pode ser uma alternativa de adubação. Diversos trabalhos de pesquisa já demonstram os benefícios da aplicação do lodo de esgoto na redução da acidez do solo, no aumento dos teores de nutrientes, carbono orgânico e na capacidade de troca catiônica do solo (SILVA et al., 2001). O uso de lodo de esgoto na adubação

contribui para reduzir os gastos com fertilizantes, principalmente fosfatados e nitrogenados (CARVALHO & BARRAL, 1981). Além disso, com a aplicação de lodo de esgoto há retorno ao campo de parte dos nutrientes exportados às cidades na forma de produtos agrícolas (SILVA et al., 2001).

Quanto à cinza este é um resíduo proveniente da queima da madeira, que dependendo de sua origem, pode apresentar elevados teores de K, P, Ca e Mg, que pode ser utilizado como suplemento nutricional, dependendo do balanço nutricional existente no sistema solo planta representado pelos teores de nutrientes disponíveis no solo e pelas exigências da cultura para atingir certo nível de produtividade (NKANA et al., 1998).

A aplicação de cinza de madeira, em plantios agrícolas, é uma das formas de reposição dos nutrientes exportados do solo pelas colheitas. A utilização de cinza de madeira reduz a necessidade do uso de fertilizantes químicos, contribuindo para a redução da acidificação do solo e aumento do suprimento de cálcio (ZIMMERMANN & FREY, 2002). Alguns trabalhos realizados com *Lolium perene* L., mostraram aumento na produção de massa seca com a aplicação de 10 t ha⁻¹ de cinza de madeira em relação ao tratamento sem cinza (NKANA et al., 2002).

Pesquisas realizadas por Zhang et al. (2002) em casa de vegetação e em condições de campo, têm demonstrado que a reciclagem dos nutrientes contidos na cinza de madeira, através da exploração agrícola, apresenta grande praticidade, contudo é necessário conhecer a composição química deste resíduo e a dose adequada para cada cultura, evitando-se deficiências ou toxicidade devido ao excesso de alguns nutrientes como Ca e Mg, que competem significativamente com outros cátions, especialmente K, pelos sítios ativos de absorção na membrana celular das raízes (MARSCHNER, 1995).

Alguns trabalhos têm demonstrado que a presença de metais pesados é freqüente em lodo de cidades industrializadas (SILVA et al. 2002). No interior do Nordeste e em cidades de porte médio, como Campina Grande, o resíduo gerado apresenta baixo potencial de contaminação com metais pesados (PEDROSA et al., 2005).

Por outro lado, o lodo de esgoto obtido em pequenos parques industriais, a exemplo daquele obtido em pequenas cidades, apresenta teor de metais pesados muito aquém da concentração máxima permissível para uso agrícola (PEDROSA et al., 2006). Segundo os autores a explicação para isso é que nestas situações o esgoto é predominantemente doméstico. Vieira & Cardoso (2003) também constataram que a aplicação de lodo de esgoto gerado em pequenos pólos urbanos apresentava baixo teor de metais pesados em sua composição química podendo ser utilizado como fertilizante orgânico para algumas culturas.

As maiores restrições para uso de resíduos na agricultura são para o cultivo de culturas alimentares, em especial naquelas em que a parte comestível fica em contato com o solo. Para culturas industriais, como algodão, cana-de-açúcar, espécies florestais, jardins etc, as maiores preocupações são com a liberação de N e P para os mananciais de águas superficiais e subsuperficiais (SILVA et al., 2001).

O algodoeiro é uma cultura industrial que tem elevada demanda por nutrientes podendo apresentar resposta à adubação com lodo de esgoto. Pedrosa et al. (2006) verificaram que a aplicação de doses de lodo de esgoto que proporcionassem aporte entre 220 e 335 kg N ha⁻¹ aumentaram a resistência, o comprimento, a uniformidade de comprimento, a alongação, a fiabilidade e a reflectância da fibra do algodoeiro herbáceo de fibra branca (cv. BRS 187 8H). Aumentos na produção de algodão em caroço de até dez vezes (5 e 50 g planta⁻¹), em relação àquela obtida sem adubação, foram constatados por Pedrosa et al. (2005) ao aplicarem o equivalente a 365 kg ha⁻¹ de N na forma de lodo de esgoto em algodoeiro herbáceo com fibra de coloração branca (cv. BRS 187 8H) em condições de casa de vegetação.

Para Alcântara et al. (2003) a aplicação de lodo de esgoto como suplemento nutricional para a cultura do algodoeiro é uma estratégia viável para o aproveitamento deste resíduo, pois à medida que as cidades investem no tratamento do esgoto doméstico, quantidades cada vez maiores são disponibilizadas, apresentando grande potencial de uso agrícola com redução do custo de produção.

O uso de resíduos orgânicos em sistemas de produção diferenciados como o cultivo orgânico, proporciona maior valor agregado ao produto colhido. No Nordeste, o cultivo orgânico do algodão colorido pelos agricultores familiares é uma das alternativas para aumento da renda e, conseqüentemente, de sua qualidade de vida.

Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da adubação com lodo de esgoto e cinza de madeira no crescimento e produção do algodoeiro colorido da cultivar BRS Rubi.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB, no período de novembro de 2005 a fevereiro de 2006. Adotou-se delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, e dez tratamentos em esquema fatorial 2 x 5 sendo estudados dois resíduos (cinza de madeira e lodo de esgoto) em cinco doses (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 toneladas ha⁻¹). A unidade experimental foi constituída por três vasos preenchidos com 10 dm³ de solo em cada vaso, contendo uma planta.

O lodo de esgoto, proveniente de Digestores Anaeróbios de Fluxo Ascendente (DAFA) e de Digestores Aeróbios, foi obtido no PROSAB, Campina Grande, PB, enquanto a cinza de madeira foi obtida em uma pequena indústria de cerâmica, nas proximidades da cidade de Campina Grande, PB. As amostras de lodo de esgoto foram secas ao ar e analisadas quimicamente, bem como a cinza de madeira. O lodo de esgoto possuía 24,82% de umidade, 4,38% de N, 2,76% de P₂O₅, 0,21% de K₂O, 11,61% de CaO, 2,40% de MgO, 42,38% de matéria orgânica e 75,18% de sólidos totais. A cinza de madeira possuía 0,52% de N, 3,37% de P₂O₅, 4,58% de K₂O, 6,47% de CaO, 2,73% de MgO, 1,94% de matéria orgânica e 97,68% de sólidos totais, respectivamente.

Para eliminação dos patógenos e maus odores fez-se a caleação do lodo com cal virgem (óxido de cálcio - CaO), conforme metodologia proposta por Ilhenfeld et al. (1999). A caleação foi realizada em vasos plásticos de polietileno, com capacidade para 8 dm³, contendo 2 dm³ de

lodo de esgoto conforme as recomendações de Pedrosa et al. (2006).

Para a obtenção do substrato e cultivo das plantas utilizou-se uma amostra de solo classificado como Neossolo Regolítico (EMBRAPA, 2006) com baixa fertilidade, apresentando acidez leve (pH 5,8) na presença de Al³⁺ em teor baixo (1,5 mmol_c dm⁻³), com saturação de bases de 66%, baixo teor de P (2,5 mg dm⁻³) e baixo teor de matéria orgânica (1,0 g kg⁻¹).

A cinza de madeira e o lodo de esgoto foram aplicados 15 dias antes da semeadura. Para a obtenção de uma mistura homogênea o lodo e o solo em suas respectivas dosagens, bem como a cinza de madeira e o solo, foram colocados em sacos plásticos e totalmente misturadas.

Para o cultivo das plantas utilizaram-se vasos com capacidade para 20 litros, onde foram semeadas cinco sementes de algodoeiro da cultivar BRS Rubi, com fibra de coloração marrom, realizando-se o desbaste aos 15 dias após a emergência, deixando-se uma planta por vaso. Para as plantas fertilizadas com cinza de madeira foi realizada suplementação com nitrogênio por meio da adubação com fertilizante inorgânico, utilizando-se como fonte o sulfato de amônio na dose de 90 kg ha⁻¹, o qual foi parcelado e aplicado em cobertura aos 30 e 60 dias após a emergência das plantas. A irrigação das plantas durante o período do experimento foi realizada visando manter a capacidade de campo de 70 a 100%, obtida pela diferença entre a massa seca e a massa úmida do solo antes da semeadura.

Aos 120 dias após a emergência foram determinadas a altura das plantas (cm), o número médio de folhas por planta (nº/planta), a área foliar (cm²/planta), o número médio de botões florais (nº/planta), a massa seca da parte aérea (g/planta), a massa do capulho (g) e a produção de pluma (g/planta).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e análise de regressão polinomial, conforme Ferreira (1996). Estimaram-se os pontos de máximo e/ou mínimo das equações de regressão através da derivada de "Y" em relação à "X".

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância e de regressão polinomial encontra-se na Tabela 1. Todas as características analisadas apresentaram diferenças entre os tratamentos e interação entre os tipos de resíduos e as doses utilizadas, exceto para o número de botões florais por planta. Dessa forma fez-se a decomposição da interação

e ajuste de regressões polinomiais para todas as características estudadas. Embora algumas características tenham apresentado significância para o modelo cúbico optou-se pelo ajuste de modelos linear e quadrático devido ao elevado coeficiente de determinação obtido.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para as variáveis altura (ALT), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), número de botões florais por planta (NB), massa do capulho (MCA) e produção de pluma por planta (PROD) em algodão da cultivar Rubi em função da aplicação de lodo de esgoto e cinza de madeira. Campina Grande, PB, 2007.

F. V.	G.L.	Quadrados médios						
		ALT	NF	MSPA	AF	MCA	NB	PROD
Dose (D)	1	9016,0*	722,1*	721,9*	212137,7*	2,5*	266,6*	407,7*
Resíduo (R)	4	36,3	2430,0*	56,3*	345508,2*	0,0	136,5*	565,3*
R x D	4	833,5*	164,4*	91,8*	20461,6*	0,8*	5,6	69,4*
Erro	20	19,7	7,2	6,0	6145,7	0,2	3,6	4,1
D/Lodo								
Efeito L	1	10716,3*	2980,0*	2382,2*	444774,7*	1,8*	572,0*	1369,3*
Efeito Q	1	408,6*	126,9*	98,2*	719,2	7,0*	5,4	143,9*
Efeito C	1	811,2*	1,6	122,4*	43,9	1,1*	26,1	63,8*
Desvio	1	11,0	5,2	29,9	5515,5	0,2	10,1	8,4
D/Cinza								
Efeito L	1	26344,0*	425,6*	552,2*	365068,7*	0,2	464,1*	321,1*
Efeito Q	1	315,0*	0,6	47,1*	9173,9	2,0*	2,4	1,7
Efeito C	1	730,0*	2,7	3,7	24010,9	0,7	1,2	0,1
Desvio	1	62,0	3,5	19,5	81086,5	0,2	7,6	0,01
CV (%)		4,1	9,3	8,5	6,4	14,8	10,8	10,1

*significativos a 5% de probabilidade pelo Teste F.

O efeito da adubação com os diferentes tipos de resíduos sobre as características das plantas estão apresentados na Tabela 2. A adubação com lodo de esgoto proporcionou maior crescimento das plantas em relação à adubação com cinzas de madeira, exceto para a altura das plantas. Os teores de nutrientes contidos na cinza de madeira não foram suficientes para o crescimento das plantas, provavelmente devido à carência de nitrogênio. Na cinza de madeira o N e o S estão presentes em baixas concentrações devido aos mesmos

serem volatilizados durante a combustão (ZIMMERMANN & FREY, 2002). Dessa forma, as reservas de nutrientes contidas nas sementes do algodoeiro, bem como os nutrientes adicionados ao solo pela suplementação de N com sulfato de amônio, foram suficientes apenas para manter o crescimento inicial das plantas. A adubação com cinza de madeira, mesmo nas maiores doses ocasionou a formação de plantas com caules finos ou estiolados, reduzido número de botões florais, a massa do capulho e a produção de pluma por planta.

Tabela 2. Efeito da adubação do algodoeiro herbáceo cv. BRS Rubi com lodo de esgoto e cinza de madeira na altura, número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea, massa do capulho e produção de pluma. Campina Grande, PB, 2007.

Resíduos	Altura (cm)	Nº folhas (nº/planta)	Área foliar (cm ² /planta)	M.S. parte aérea (g/planta)	Nº botões florais (nº/planta)	Massa do capulho (g)	Produção pluma (g/planta)
Lodo de esgoto	110 a	38 a	1335 a	30,1 a	19,6 a	2,99 a	24,4 a
Cinza de madeira	108 a	20 b	1121 b	27,4 b	15,3 b	2,96 a	15,7 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O aumento das doses de lodo de esgoto e cinza de madeira proporcionou incrementos na

altura, número de folhas, massa seca da parte aérea e área foliar das plantas, sendo que o lodo

de esgoto proporcionou melhor desenvolvimento das plantas, exceto para a altura das plantas que foi semelhante entre os dois materiais utilizados (Figura 1). Provavelmente, a elevada disponibilidade de nitrogênio presente no lodo de esgoto ocasionou melhor crescimento das plantas adubadas com este resíduo em relação àquelas adubadas com cinza de madeira, pois o N é um dos elementos que participa diretamente na síntese de proteínas e conseqüentemente na expansão celular e

formação de novos tecidos indispensáveis ao crescimento das plantas (MARSCHNER, 1995). Mesmo nas maiores doses de cinza de madeira utilizada o máximo potencial produtivo da cultura do algodoeiro não foi atingido, pois para muitas variáveis estudadas o comportamento foi linear e quando o comportamento foi quadrático a dose de máxima resposta estimada ultrapassa 6 toneladas por hectare que corresponde a maior dose utilizada.

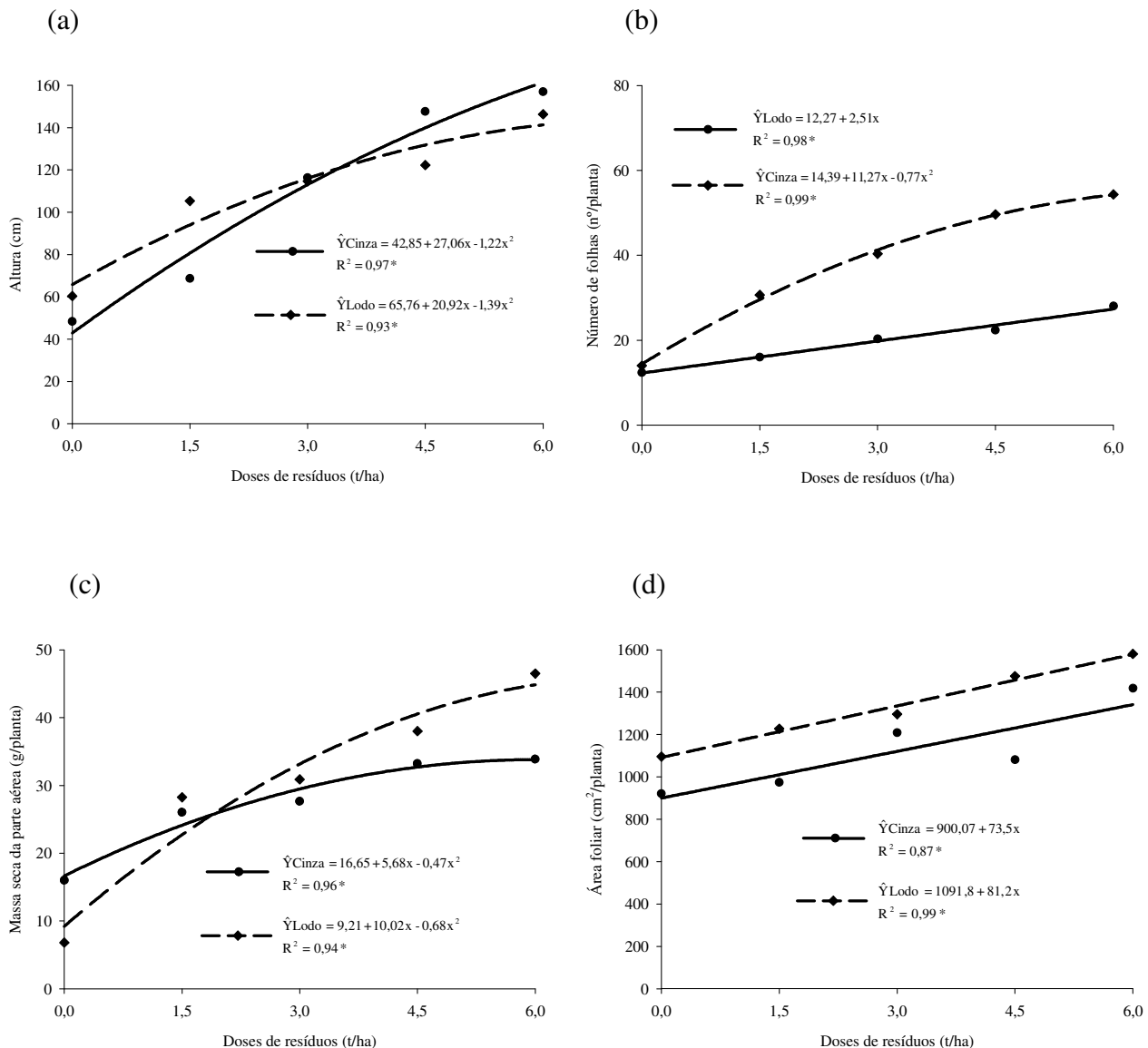


Figura 1. Efeito da adição de doses de cinza de madeira e lodo de esgoto sobre a altura (a), número de folhas (b), massa seca da parte aérea (c) e área foliar (d) de plantas de algodoeiro, cv. BRS Rubi, Campina Grande, 2007.

Apesar dos resíduos apresentarem quantidades expressivas de nutrientes em sua composição química, a absorção e incorporação destes nutrientes em moléculas de carbono,

aminoácidos, proteínas, enzimas e co-fatores estruturais e funcionais da planta, não depende apenas da disponibilidade de nutrientes na solução do solo, mas da carga genética da

espécie, clima, taxa respiratória e transpiratória da planta, dentre outros processos (MARSCHNER, 1995).

A adubação com lodo de esgoto e cinza de madeira em quantidades crescentes de até 6 toneladas por hectare também proporcionaram incremento no número de frutos por ramo, número de botões por planta e na produção de algodão em pluma (Figura 2).

No entanto, a massa do capulho apresentou comportamento quadrático aumentando até as doses de aproximadamente 3,2 e 3,47 toneladas por hectare de cinza de madeira e lodo de esgoto, respectivamente. Doses de resíduos superiores a estas ocasionaram redução da massa do capulho. Mesmo com a redução da massa do capulho em doses superiores às citadas anteriormente, o aumento no número de botões florais por planta, provocado pelo aumento das doses dos resíduos, compensou a redução na massa do capulho e proporcionou maior produção de algodão em pluma para as doses de aproximadamente 6,0 e 5,68 toneladas por hectare de cinza de madeira e lodo de esgoto, respectivamente. A máxima produção de algodão em pluma estimada foi obtida com a dose de 5,68 toneladas por hectare de lodo de esgoto, a qual produziu 34 gramas de algodão em pluma por planta. Trabalhos realizados por Pedrosa et al. (2005), com algodão de fibra de coloração branca (cv. BRS 187 8H) obtiveram melhor desempenho das plantas de algodoeiro em doses de lodo de esgoto que proporcionaram aporte entre 276 e 365 kg N ha⁻¹. No presente estudo a dose de lodo de esgoto de 5,68 toneladas por hectare proporcionou a máxima produção de pluma, o que corresponde a um aporte de, aproximadamente, 187 kg N ha⁻¹. Para Melo et al. (2001), a recomendação de adubação com lodo de esgoto depende dos teores de N em sua composição e da necessidade da cultura. Assim, a demanda de nitrogênio do algodoeiro colorido da cultivar BRS Rubi parece ser um pouco inferior àquela da cultivar BRS 187 8H. Para a adubação com cinza de madeira houve aumento linear na produção de algodão em pluma com o incremento na dose, indicando que a cultura do algodoeiro responde a doses maiores do que 6,0 toneladas por hectare que foi a maior dose utilizada no presente trabalho. A adubação com lodo de esgoto proporcionou, plantas com maior

número de botões e produção de algodão em pluma em relação àquelas plantas adubadas com cinza de madeira em dose semelhante (Figuras 2b e 2c).

O aumento da produção e do crescimento das plantas do algodoeiro por meio da adubação com cinza de madeira e principalmente com lodo de esgoto, provavelmente, são decorrentes dos baixos teores de matéria orgânica (1,0 g kg⁻¹) e de P (2,5 mg dm⁻³) no solo utilizado no experimento. Os resultados obtidos concordam com os obtidos por Silva et al. (2001) demonstrando que a adubação balanceada com resíduos pode elevar a produção do algodoeiro em solos com baixa fertilidade.

Vale ressaltar que, a recomendação de doses de lodo de esgoto e cinza de madeira baseada nas necessidades da cultura, visando a obtenção da máxima produção poderá, ocasionar perdas de nutrientes da camada superficial para camadas mais profundas do perfil do solo, ocasionando danos ao ambiente. Isso pode ocorrer principalmente para aqueles nutrientes presentes nos resíduos em quantidades elevadas como o Ca, Mg e K na cinza de madeira e o N no lodo de esgoto, sendo que, provavelmente, as maiores perdas ocorrerão no início do ciclo vegetativo da cultura, momento em que a demanda de nutrientes pela planta é menor.

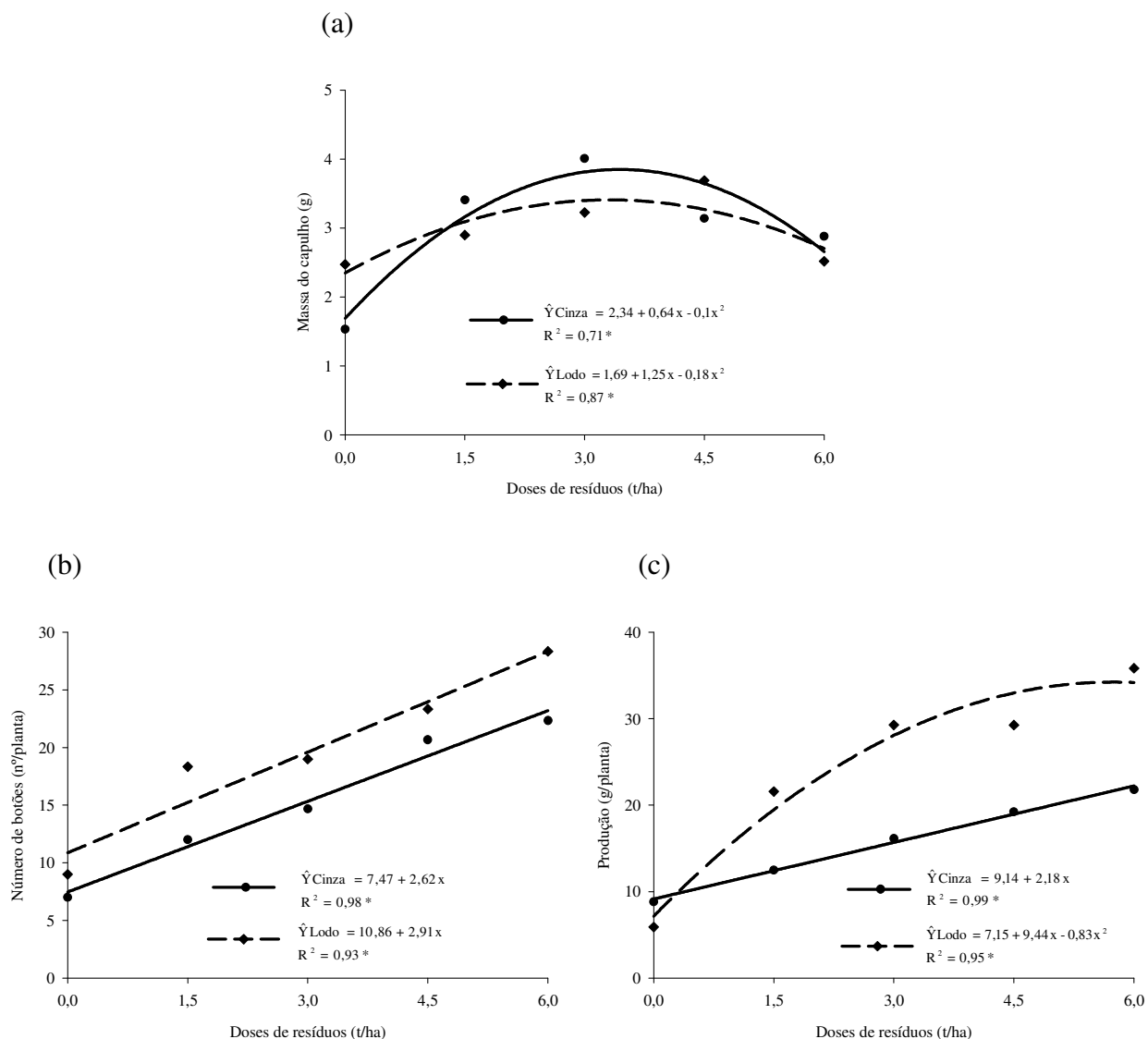


Figura 2. Efeito da adição de doses de cinza de madeira e lodo de esgoto na massa dos capulhos (a), número de botões florais (b) e produção de pluma (c) de plantas de algodoeiro, cv. BRS Rubi, Campina Grande, 2007.

4 CONCLUSÕES

A adubação com lodo de esgoto proporcionou melhor desenvolvimento das plantas e produção de algodão em relação à adubação com cinza de madeira.

A adubação com lodo de esgoto na dose de aproximadamente 6,0 toneladas por hectare proporcionou a máxima produção do algodoeiro da cultivar Rubi.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, R. L.; KONIG, A.; BELTRÃO, N. E. M. Aplicação do lodo de esgoto na cultura do algodoeiro herbáceo. I – Fitomassa aérea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4, 2003, Goiânia, GO. *Anais...* Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. CD-ROM.
- CARVALHO, P. C. T.; BARRAL, M. F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. *Fertilizantes*, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 1-4, 1981.

- EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FERREIRA, P. V. *Estatística experimental aplicada à agronomia*. 2 ed. Maceió: Edufal, 1996. 606 p.
- ILHENFELD, R. G. R.; ANDREOLI, C. U.; LARA, A. I. *Higienização do lodo de esgoto*. In: Uso e manejo de lodo de esgoto na agricultura. PROSAB, Rio de Janeiro, 1999, Cap.4, p.744-752.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. London: Academic, 1995. 889p.
- MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P. O uso agrícola do biossólido e as propriedades do solo. In: TSUTIYA, M. T.; COMPARINI, J. B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. C. T.; MELFI, A. J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O. (Ed.). *Biossólido na agricultura*. São Paulo: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2001. p. 289-363.
- NKANA, J. C. V.; DEMEYER, A.; VERLOO, M. G. Chemical effects of wood ash on plant growth in tropical acid soils. *Bioresource Technology*, Essex, v. 63, n. 3, p. 251-260, 1998.
- NKANA, J. C. V.; DEMEYER, A.; VERLOO, M. G. Effect of wood ash application on soil solution chemistry of tropical acid soils: incubation study. *Bioresource Technology*, Essex, v. 85, n. 3, p. 323-325, 2002.
- PEDROSA, J. P.; BELTRÃO, N. E. M.; VAN HAANDEL, A. C.; GOUVEIA, J. P. G.; LEITE, J. C. A. Doses crescentes de biossólidos e seus efeitos na produção e componentes do algodoeiro herbáceo. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 2-5, 2005.
- PEDROSA, J. P.; VAN HAANDEL, A. C.; BELTRÃO, N. E. M.; DIONÍSIO, J. A.; DUARTE, M. E. M. Qualidade tecnológica da pluma do algodoeiro herbáceo cultivado com biossólidos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 586-592, 2006.
- SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S.; ZOTELLI, H. B.; PEXE, C. A.; BERNARDES, E. M. Efeito de 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, 2001.
- SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Alternativa agrônômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. I – Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em latossolo no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 487-495, 2002.
- VIEIRA, R. F.; CARDOSO, A. A. Variações nos teores de nitrogênio mineral em solo suplementado com lodo de esgoto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 7, p. 867-874, 2003.
- ZHANG, F. S.; YAMASAKI, S.; NANZYU, M. Waste ashes for use in agricultural production: I. Liming effect, contents of plants nutrients and chemical characteristics of some metals. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v. 284, n. 1-3, p. 215-225, 2002.
- ZIMMERMANN, S.; FREY, B. Soil respiration and microbial properties in an acid forest soil: effects of wood ash. *Soil Biology & Biochemistry*, Elmsford, v. 34, n. 11, p. 1727-1737, 2002.

^{1,4}Pesquisador da Embrapa Algodão. Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, 58108-720, Campina Grande, PB. vsofiatti@cnpa.embrapa.br; napoleao@cnpa.embrapa.br.

²Eng. Agrôn. Doutoranda em Agronomia (Produção vegetal), Unesp/Jabotical – limarosiane@yahoo.com.br.

³Mestranda em Engenharia Agrícola (UFCG), Campina Grande, PB. miriam.gold@hotmail.com.