



Análise de crescimento do algodão colorido sob os efeitos da aplicação de água residuária e bio sólidos

Luciana J.D. Bezerra¹, Vera. L. A. Lima¹, Antonio R. S. de Andrade²,
Vagner W. Alves¹, Carlos A. V. de Azevedo¹ & Hugo O. C. Guerra¹

¹UAEAg/CTRN/UFGC, 58109-970, Campina Grande, PB, Fone: (83) 3310.1361, E-mail: lucianajeannie@yahoo.com.br; antuneslima@gmail.com; wwalves@click21.com.br; cazevedo@deag.ufcg.edu.br; hugo_carvalho@hotmail.com

²UAG/UFRPE, 55.292-901, Fone: (87) 3761-3233, E-mail: arsa@fca.unesp.br

⁴UEPB/DHG, R. Oscar Guedes de Moura, 70, Bodocongó, CEP 58.109-115, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3333-3860. E-mail: marciarqaa@ibest.com.br

Protocolo 167

Resumo: Neste trabalho, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de lodo de esgoto e de água residuária tratada no crescimento e desenvolvimento do algodão colorido BRS Rubi. O experimento foi conduzido em uma área coberta, pertencente ao Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), em Campina Grande, PB. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, com um tratamento adicional [(2x3) + 1] e três repetições, sendo estudados os fatores doses de bio sólidos ($L_1 = 0$, $L_2 = 112,5$ e $L_3 = 225$ kg ha⁻¹) e tipos de água ($W_1 =$ água de abastecimento e $W_2 =$ água residuária tratada) e uma testemunha adubada quimicamente. Para se estudar o crescimento e desenvolvimento das plantas, avaliaram-se, pelo período de 120 dias, após a semeadura, as seguintes variáveis: altura de planta, diâmetro do caule e área foliar da planta. Observou-se que a altura da planta, o diâmetro do caule e a área foliar aumentaram com a dose de lodo de esgoto (bio sólido), obtendo-se os máximos valores quando as plantas foram irrigadas com água residuária, evidenciando a importância da sua utilização no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro.

Palavra-chave: lodo de esgoto, água tratada, análise, desenvolvimento.

Growth analysis of the Colored Cotton under application of treated wastewater and bio solids

Abstract: The present work had as objective to evaluate the effects of different levels of bio solids and treated sewage on the growth and development of the Colored Cotton BRS Rubi. The experiment was conducted in a covered area, belonging to the Program of Research on Basic Sanitation (PROSAB), located in Campina Grande, Paraíba, Brazil. The experimental design was an entirely randomized factorial scheme [(2x3) + 1] with three repetitions and, with the following treatments: three bio solid levels ($L_1 = 0$, $L_2 = 112,5$ e $L_3 = 225$ kg ha⁻¹), and two types of water ($W_1 =$ tap water and $W_2 =$ treated sewage) and a control composed of chemical manuring. To evaluate the growth and development monthly measurement of plants were performed during a period of 60 days after the sowing, where the following variables were measured: plant height, stem diameter, and foliar area per plant. Under the conditions on which this experiment was accomplished, it was concluded that the levels of bio solid and the types of water promoted significant increase on the studied variables, showing the relevance of their use on the growth and development of the cotton plant.

Key words: sewage, tap water, plant development, analysis

INTRODUÇÃO

O algodão de fibra de colorida existe há milhares de anos, portanto tão antigo quanto o branco (Beltrão & Carvalho, 2004). Na verdade, o algodão colorido foi desenvolvido pelos

incas há 4.500 A.C., e por outros povos antigos das Américas, África e Austrália (EMBRAPA-CNPA, 2000). De acordo com Beltrão (1999), a região Nordeste é um dos pólos mundiais de consumo de algodão (cerca de 300.000 t de pluma ano⁻¹), necessitando, assim, ampliar a produção da matéria-prima a níveis satisfatórios, para não depender do produto importado.

O esgoto doméstico é um tipo de água residuária cuja aplicação no solo é uma forma efetiva de controle da poluição e uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica, em regiões áridas e semi-áridas (Hespanhol, 2005). O lodo de esgoto é de grande interesse agrícola, em virtude de conter nutrientes minerais, principalmente nitrogênio, fósforo e micronutrientes e pelo elevado teor em matéria orgânica, cujos efeitos no solo se fazem sentir em longo prazo, melhorando sua resistência à erosão e à seca, ativando a vida microbiológica do solo e, possivelmente, aumentando a resistência das plantas (Sanepar, 1997).

O lodo de esgoto tratado, conhecido como biossólido não deve ser considerado simples resíduo, pois suas características físico-químicas o tornam um excelente condicionador do solo, podendo auxiliar na melhoria das práticas agrícolas atualmente em uso no Brasil.

Diante da importância da cultura do algodão para a região Nordeste e da atual busca de novos sistemas agrícolas, bem como o interesse em proteger o meio ambiente e considerando, ainda, que existem poucas informações no que se refere à irrigação do algodão colorido com água residuária e adubado com biossólidos, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro herbáceo de fibras coloridas, marrom avermelhadas, irrigado com esgoto doméstico tratado, como água residuária e de abastecimento e adubado com diferentes níveis de biossólido.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área coberta, pertencente ao Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), conveniado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, PB, no sentido de se avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de lodo de esgoto doméstico tratado e dois tipos de água no crescimento e desenvolvimento do algodão colorido. O experimento foi conduzido durante um período de sessenta dias, em 21 lisímetros de drenagem confeccionados em caixas cilíndricas de fibra de vidro, com volume de 500 litros, diâmetro superior e inferior igual a 110 cm e 90 cm, respectivamente, e 70 cm de altura. O sistema de drenagem de cada lisímetro foi constituído de: a) três tubos de PCV rígido com diâmetro igual a 20 mm, perfurados com orifícios de 5 mm de diâmetro e colocados no fundo da caixa; b) uma camada de brita zero de aproximadamente 10 cm de espessura; c) uma camada de areia lavada de igual espessura e d) uma tubulação interligando o sistema de drenagem à parte externa do lisímetro onde foram realizadas coletas e medição do efluente.

A cultura explorada foi o algodão colorido algodão colorido (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) irrigado com água de abastecimento e água residuária proveniente do reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), que trata esgoto doméstico na cidade de Campina Grande, PB. O biossólido utilizado na adubação foi aplicado apenas na fundação, sendo o mesmo 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.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial com tratamento adicional $[(3 \times 2) + 1]$ com três repetições, os quais consistiram de três doses de lodo de esgoto doméstico tratado ou biossólido ($L_1 = 0$, $L_2 = 112,5$ e $L_3 = 225$ kg), dois tipos de água (W_1 - água de abastecimento e W_2 - esgoto doméstico tratado ou água residuária tratada) e uma testemunha composta de adubação química. Para tal, foram medidos a altura da planta (AP), o diâmetro do caule (DC) e a área foliar da planta (AFP). As unidades experimentais se compunham de duas plantas por lisímetro, perfazendo o total de 42 plantas.

O crescimento e desenvolvimento do algodão foi avaliado por meio das variáveis: altura de planta (AP); diâmetro do caule (DC) e a área foliar por planta (AFP), medidos aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura, DAS.

Os resultados obtidos foram analisados, estatisticamente, mediante análise de variância (teste F) e às médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% (BUSSAB, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A resposta do crescimento da cultura do algodão colorido à aplicação de biossólido, no solo, como fertilizante, e a irrigação com esgoto doméstico tratado são apresentadas na Tabela 1 na qual verifica-se que tanto o biossólido como o esgoto tratado promoveram diferenças significativas, a 1% de probabilidade, para as variáveis: altura de planta (AP), ao diâmetro caulinar (DC) e à área foliar por planta (AFP) avaliadas nas diferentes épocas de amostragem. Tais efeitos podem ser explicados pela elevadas doses de Nitrogênio e alto teor de matéria orgânica, presentes tanto na água de irrigação (esgoto tratado) quanto no fertilizante (lodo de esgoto). Os resultados obtidos nesta pesquisa são similares aos verificados, para a variedade BRS 200 Marrom, cultivado em vasos, por Figueiredo (2003). Estudando o efeito de doses de biossólidos no cerrado, em um latossolo cultivado com milho Silva et al (2001) encontraram resultados semelhantes aos verificados na presente pesquisa.

A análise de variância aponta ainda interação significativa de doses de lodo e tipos de água de irrigação para as variáveis AP e AFP, com exceção da observação aos 60 DAS. Estes resultados evidenciam o comportamento diferenciado entre as doses de lodo aplicadas. Os coeficientes de variação foram considerados adequados para todas as variáveis analisadas e, em geral, verifica-se uma diminuição com o aumento do DAS.

Verifica-se na Tabela 2, pela análise comparativa das médias através do teste Tukey, que as variáveis altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e a área foliar (AFP), em todas as épocas avaliadas, aumentaram com a dose de lodo de esgoto. Também se observou que os maiores valores de AP, DC e AFP foram obtidos quando o algodoeiro foi irrigado com água residuária tratada (W_2). Pelos resultados, constata-se a importância do uso de água residuária tratada (W_2) e das elevadas doses de lodo de esgoto no crescimento do algodoeiro, confirmando os resultados encontrados por Figueiredo (2003).

Pelos dados contidos nas Tabelas 3, 4 e 5, ao se comparar os tratamentos tipos de água (W) dentro de cada dosagem de lodo (L) nas diversas fases do ciclo da cultura, observou-se

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos dados de crescimento, obtidos em diferentes datas: altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e área foliar por planta (AFP) do algodoeiro, submetido aos diferentes tratamentos

Fator de Variação	GL	Quadrado Médio (QM) 30 DAS		
		AP (cm)	DC (mm)	AFP (cm ²)
Lodo (L)	2	75,61 **	1,24 **	1658,19 ns
Tipo de água (W)	1	239,80 **	5,89 **	46295,19 **
L x W	2	21,70 **	0,468 *	65,94 ns
Fatorial vs. Testemunha	1	57,47 **	0,400 ns	46563,91 **
Tratamento	6	81,98 **	1,61 **	16051,23 **
Resíduo	14	0,74	0,10	939,79
Total corrigido	20			
CV (%)		4,47	16,30	12,26
Medial geral		19,25	2,00	250,066
60 DAS				
Lodo (L)	2	269,28 **	3,04 **	194539,42 **
Tipo de água (W)	1	1391,28 **	16,24 **	1424030,63 **
L x W	2	0,294 ns	0,17 ns	27077,72 **
Fatorial vs. Testemunha	1	31,65 ns	0,08 ns	2145,70 ns
Tratamento	6	328,93 **	3,79 **	311568,43 **
Resíduo	14	18,17	0,07	2074,44
Total corrigido	20			
CV (%)		14,53	6,49	2,80
Medial geral		29,34	4,07	1626,02
90 DAS				
Lodo (L)	2	382,44 **	8,46 **	1439604,33 **
Tipo de água (W)	1	3206,67 **	56,18 **	8547086,47 **
L x W	2	87,35 ns	0,01 ns	16459,52 **
Fatorial vs. Testemunha	1	311,61 *	0,001 ns	295585,72 **
Tratamento	6	742,97 **	12,18 *	1959133,31 **
Resíduo	14	41,88	0,45	3275,77
Total corrigido	20			
CV (%)		11,76	7,45	1,24
Medial geral		55,03	9,019	4614,87
120 DAS				
Lodo (L)	2	369,73 **	7,31 **	188756,83 **
Tipo de água (W)	1	3483,34 **	51,71 **	852134,66 **
L x W	2	74,17 **	0,09 ns	17897,53 **
Fatorial vs. Testemunha	1	573,44 **	0,22 ns	11902,140 **
Tratamento	6	4944,59 **	11,12 **	212890,92 **
Resíduo	14	50,76	0,74	122,70
Total corrigido	20			
CV (%)		3,36	9,25	0,77
Medial geral		56,70	9,32	1435,60

DAS: dias após semeadura; ns: não significativo; * e **: significativo ao nível de 0,05 e 0,01, pelo teste F, respectivamente; GL: grau de liberdade

que a água residuária tratada (W_2), usada como fonte de irrigação, promoveu aumento em todas as variáveis relacionadas com o crescimento da planta. Verificou-se, ainda, que os melhores resultados ocorreram na interação $W_2 \times L_2 = 225 \text{ kg ha}^{-1}$, seguido da interação $W_2 \times L_1 = 112,5 \text{ kg ha}^{-1}$.

A água residuária tratada (W_2) e as doses de lodo se refletiram favoravelmente no crescimento das plantas em altura (AP) e no diâmetro caulinar (DC). A variável área foliar por planta (AFP) aumentou, significativamente, com o tipo de água tratada (W_2) e o uso de lodo, em todos os períodos mensurados. Figueiredo (2003) estudando o efeito do lodo e de águas residuárias na cultura do algodão colorido BRS marrom também chegou a resultados semelhantes, e a autora atribui este fato a elevada carga orgânica e presença de nutrientes prontamente disponíveis na água residuária.

Observa-se, ainda que as interações $W_1 \times L_0$ e $W_1 \times L_1$ apresentaram os menores diâmetros equatoriais. Resultados semelhantes foram obtidos por Alcântara (2003) irrigando algodão herbáceo com lodo de esgoto.

Examinando o comportamento das variáveis altura de planta, AP e área foliar por planta, AFP em função de dias após a semeadura, para as diferentes interações entre a água de irrigação e as doses de biossólido aplicadas (na Figura 1), verifica-se que a AP praticamente estabilizou a partir dos 90 dias após a semeadura (DAS), apresentando os melhores resultados para a interação água residuária e maior dosagem de lodo, esta interação também promoveu os melhores resultados para a AFP. Figueiredo (2003) revelou, em estudo realizado com algodão em vasos, efeitos semelhantes da interação desses resíduos (lodo e esgoto) os quais foram

Tabela 2. Valores médios dos dados altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar por planta (AFP) do algodoeiro colorido, submetido as diferentes doses de biossólidos (kg ha⁻¹) e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS)

Tratamentos	Dias após a semeadura (DAS)			
	30	60	90	120
Altura da Planta (AP) – cm				
Doses de biossólidos				
L ₀ = 0	16,36 a	23,75 a	44,97 a	46,51 a
L ₁ = 112,5	19,95 b	28,75 a	54,57 a b	54,98 b
L ₂ = 225	23,46 c	37,01 b	60,82 b	62,20 c
DMS	1,28	7,02	10,07	3,06
Tipos de Água				
W ₁ = Abastecimento	16,27 a	21,05 a	40,11 a	40,65 a
W ₂ = Residuária tratada	23,57 b	38,63 b	66,80 b	68,47 b
DMS	0,85	4,68	6,71	2,04
Diâmetro do Caule (DC) – mm				
Doses de biossólidos				
L ₀ = 0	1,75 a	3,30 a	7,98 a	8,28 a
L ₁ = 112,5	1,85 a	4,13 c	8,766 a	9,10 a b
L ₂ = 225	2,58 b	4,71 b	10,31 b	10,46 b
DMS	0,51	0,41	1,07	1,43
Tipos de Água				
W ₁ = Abastecimento	1,48 a	3,10 a	7,25 a	7,58 a
W ₂ = Residuária Tratada	2,63 b	5,00 b	10,78 b	10,97 b
DMS	0,34	0,27	0,71	0,95
Área foliar por Planta (AFP) – cm²				
Doses de biossólidos				
L ₀ = 0	257,86 a	1433,64 a	4060,56 a	1280,05 a
L ₁ = 112,5	261,64 a	1639,57 b	4600,29 b	1374,27 b
L ₂ = 225	288,36 a	792,47 c	5038,47 c	1623,33 c
DMS	50,96	70,27	76,00	18,01
Tipos de água				
W ₁ = Abastecimento	218,57 a	1340,63 a	3877,35 a	1208,30 a
W ₂ = Residuária tratada	320,00 b	1903,17 b	5255,52 b	1643,46 b
DMS	33,97	46,83	50,65	12,00

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey

Tabela 3. Valores médios das interações significativas da análise de variância referente à altura da planta (AP), em cm, do algodoeiro colorido, submetido às doses de biossólidos (kg ha⁻¹) e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS)

Tipos de águas (W)	Doses de biossólidos (L)		
	L ₀	L ₁	L ₂
30 dias			
W ₁	14,5 aA	16,40 aB	17,86 aB
W ₂	18,56 bA	23,50 bB	29,06 bC
DMS W Dentro (L)	1,48	DMS L Dentro (W)	1,82
60 dias			
W ₁	14,66 aA	21,08 aAB	27,40 aB
W ₂	32,83 bA	36,43 bA	46,63 bB
DMS W Dentro (L)	8,10	DMS L Dentro (W)	9,93
90 dias			
W ₁	36,03 aA	38,98 aA	45,31 aA
W ₂	53,91 bA	70,16 bB	76,33 bB
DMS W Dentro (L)	11,63	DMS L Dentro (W)	14,24
20 dias			
W ₁	36,63 aA	39,50 aA	45,83 aB
W ₂	56,40 bA	70,46 bB	78,56 bC
DMS W Dentro (L)	3,53	DMS L Dentro (W)	4,32

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (dentro dos diferentes doses) e maiúscula na coluna (dentro dos tipos de água), não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 4. Valores médios das interações significativas da análise de variância referente ao diâmetro do caule (DC), em mm, do algodoeiro colorido, submetido às doses de biossólidos (kg ha⁻¹) e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS)

Tipos de Águas (W)	Doses de biossólidos (L)		
	L ₀	L ₁	L ₂
30 dias			
W ₁	1,03 aA	1,10 aA	2,33 aB
W ₂	2,46 bA	2,60 bA	2,83 aA
DMS W Dentro (L)	0,59	DMS L Dentro (W)	0,72
60 dias			
W ₁	2,53 aA	3,03 aA	3,73 aB
W ₂	4,06 bA	5,23 bB	5,70 bB
DMS W Dentro (L)	0,47	DMS L Dentro (W)	0,58
90 dias			
W ₁	6,23 aA	7,03 aAB	8,50 aB
W ₂	9,73 bA	10,50 bA	12,13 bB
DMS W Dentro (L)	1,23	DMS L Dentro (W)	1,51
20 dias			
W ₁	6,73 aA	7,36 aA	8,66 aA
W ₂	9,83 bA	10,83 bAB	12,26 bB
DMS W Dentro (L)	1,65	DMS L Dentro (W)	2,02

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (dentro dos diferentes doses) e maiúscula na coluna (dentro dos tipos de água), não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 5. Valores médios das interações significativas da análise de variância referente à área foliar por planta (AFP) em cm², do algodoeiro colorido, submetido às doses de biossólidos (kg ha⁻¹) e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS)

Tipos de águas (W)	Doses de biossólidos (L)		
	L ₀	L ₁	L ₂
		30 dias	
W ₁	208,81 aA	213,08 aA	233,83 aA
W ₂	306,92 b A	310,20 bA	342,89 bA
DMS W Dentro (L)	58,83	DMS L Dentro (W)	
		60 dias	
W ₁	1.224,14aA	1.347,92 aB	1.449,82 aC
W ₂	1.643,15 bA	1.931,23 bB	2.135,12 bC
DMS W Dentro (L)	81,12	DMS L Dentro (W)	
		90 dias	
W ₁	3.419,50 aA	3.855,36 aB	4.357,21 aC
W ₂	4.701,62 bA	5.345,23 bB	5.719,73 bC
DMS W Dentro (L)	87,73	DMS L Dentro (W)	
		20 dias	
W ₁	1.041,10 aA	1.115,99 aB	1.467,82 aC
W ₂	1.518,99 bA	1.632,55 bB	1.778,84 bC
DMS W Dentro (L)	20,79	DMS L Dentro (W)	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (dentro dos diferentes doses) e maiúscula na coluna (dentro dos tipos de água), não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

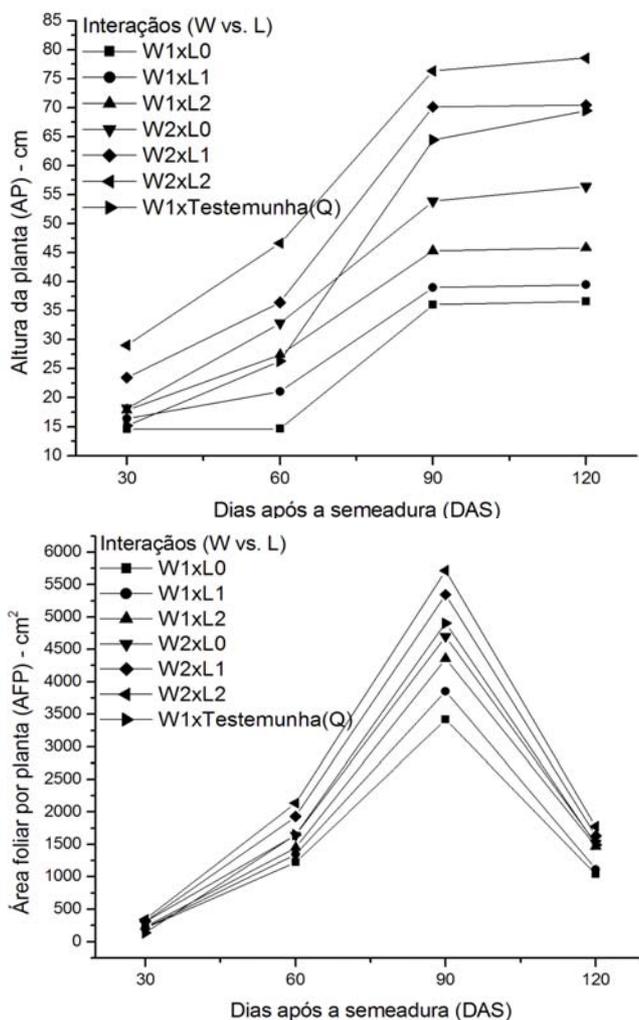


Figura 1. Valores médios da altura da planta (AP) e área foliar por planta (AFP), do algodoeiro colorido, em função dos dias após a semeadura (DAS), para as diversas interações entre a água residuária e o lodo de esgoto

atribuídos ao fato da ação do lodo como condicionador do solo e provedor de fertilizante ter sido potencializado pela presença da água residuária.

Ainda na Figura 1 observa-se a queda da AFP a partir dos 90 DAS, fato justificado pela senescência e abscisão foliar.

CONCLUSÕES

1) A altura da planta (AP), o diâmetro do caule (DC) e a área foliar do algodoeiro (AFP) aumentaram com as doses de lodo de esgoto (biossólido).

2) Em geral, a água residuária tratada (W2) proporcionou aumento de todas as variáveis analisadas quando comparada com a água de abastecimento (W1).

3) O uso das altas doses de lodo de esgoto utilizadas e a irrigação com água residuária tratada favoreceram o crescimento e desenvolvimento do algodoeiro.

LITERATURA CITADA

Alcântara, R. de L. Biossólido como fonte de nutrientes para o algodão hebrárcio e o efeito residual no milho. Campina Grande: UFCG, 2003, 177p. Dissertação

Beltrão, N.E. de M. Algodão brasileiro em relação ao Mundo: Situação e perspectivas. In: Beltrão, N.E de M. O agro negócio do algodão no Brasil. Brasília: EMBRAPA comunicação para transferência de tecnologia, 1999, v.1, p.15-27.

Beltrão, N.E. de M.; Carvalho, L.P. de Algodão colorido no Brasil, em particular no nordeste e no Estado da Paraíba. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p.20

Bussab, W.O.; Marettin, P.A. Estatística básica. 5a ed. São Paulo, Saraiva, 2004. 120p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. O algodão colorido no Brasil. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2000. 46p.

- EMBRAPA. Produção de informação, Rio de Janeiro, Embrapa Solos, CNPS, 2001. p25
- Figueiredo, I. C. de M. Água residuária e biossólido no cultivo do algodão colorido. Campina Grande: UFCG, 2003, 87p. Dissertação.
- Hespanhol, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos, IN:Reuso de água/Manusco & Santos. Baueri, Manole, 2005. p.37-95.
- Silva, J.E.; Resck, D.V.S.; Sharma, R.D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. II- aspectos qualitativos, econômicos e práticos do seu uso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v.26,n.2, p. 497-503, 2002.
- SANEPAR - Companhia de saneamento do Paraná. Manual técnico para utilização do lodo de esgoto no Paraná. Curitiba: Sanepar, 1997. 96 p.