



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DISSERTAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**ÁGUA RESIDUÁRIA E BIÓSSÓLIDO: INFLUÊNCIA NO
CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO
ALGODÃO HERBÁCEO DE FIBRA AVERMELHADA**

LUCIANA JEANNIE DANTAS BEZERRA MENDES

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
Dezembro-2005**

**ÁGUA RESIDUÁRIA E BIOSÓLIDO: INFLUÊNCIA NO
CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO
ALGODÃO HERBÁCEO DE FIBRA AVERMELHADA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ÁGUA RESIDUÁRIA E BÍOSSÓLIDO: INFLUÊNCIA NO
CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO
ALGODÃO HERBÁCEO DE FIBRA AVERMELHADA**

LUCIANA JEANNIE DANTAS BEZERRA MENDES

ORIENTADORES

**Dra. Vera Lucia Antunes de Lima
Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão**

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
Dezembro-2005**



M538a Mendes, Luciana Jeannie Dantas Bezerra
Água residuária e biossólido : influencia no crescimento,
desenvolvimento e produção do algodão herbáceo de fibra
avermelhada / Luciana Jeannie Dantas Bezerra Mendes. -
Campina Grande, 2005.
48 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências
e Tecnologia.

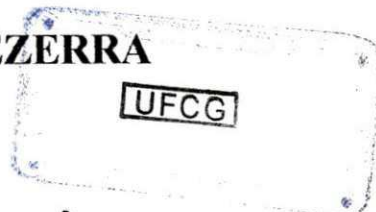
1. Esgoto Tratado 2. Lodo de Esgoto 3. Gossypium
Hirsutum 4. Dissertação I. Lima, Vera Lucia Antunes de,
Dra. II. Beltrao, Napoleao Esberard de Macedo, Dr. III.
Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande
(PB) IV. Título

CDU 628.32/.35(043)



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

LUCIANA JEANNIE DANTAS BEZERRA



ÁGUA RESIDUÁRIA E BIODOSSÍLIDO: INFLUÊNCIA NO
CRESCIMENTO, DESENVOLVIDO E PRODUÇÃO DO ALGODÃO
DE FIBRA COLORIDA AVERMELHADA

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Vera Lúcia Antunes Lima
Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima-Orientadora

APROVADA

Napoleão Esberard de M. Beltrão
Dr. Napoleão Esberard de M. Beltrão-Orientador

APROVADA

Antônio Ricardo S. de Andrade
Dr. Antônio Ricardo S. de Andrade-Examinador

Aprovado

Everaldo Mariano Gomes
Dr. Everaldo Mariano Gomes-Examinador

Aprovado

DEZEMBRO - 2005

LUCIANA JEANNIE DANTAS BEZERRA MENDES

**ÁGUA RESIDUÁRIA E BIOSSÓLIDO: INFLUÊNCIA NO
CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO
ALGODÃO HERBÁCEO DE FIBRA AVERMELHADA**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da
Universidade Federal de Campina Grande
– UFCG, em cumprimento às exigências
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
Dezembro-2005

Dedico este trabalho a minha mãe **Maria Lucia Dantas**, ao meu esposo **Marcondes Mendes de Souza**, a minha orientadora **Vera Lúcia Antunes de Lima** e ao meu orientador **Napoleão Esberard de Macedo Beltrão** que acreditaram em mim e me deram apoio sempre que possível.

AGRADECIMENTOS

- Agradeço a **Deus**, fonte de toda criação, sustentação e domínio, por me fortalecer em momentos difíceis, por ser um incentivador e consolador. A Ele meu eterno amor e gratidão;
- A minha **mãe**, que abdicou das suas próprias aspirações em favor das minhas. Agradeço pelo apoio constante, que em momentos difíceis da minha vida nunca deixou de me amparar, estando ao meu lado sempre e me dando muito amor e carinho;
- Aos meus irmãos, **José Jean Dantas Bezerra e André Luiz Dantas Bezerra**, que estiveram do meu lado nesta trajetória, mesmo que de forma espiritual;
- Ao meu **esposo**, companheiro, auxiliador, conselheiro, intercessor e cúmplice de todas as minhas aventuras, o qual acreditou e acredita em meu potencial e em especial nos meus sonhos. Muito obrigada a você que enriqueceu a minha mente, enchendo-a de ternura e carinho para prosseguir uma jornada incansável, pois as minhas vitórias também são suas;
- A meu tio, **Manoel de Oliveira Dantas**, que cooperou na reta final, mostrando-se compreensivo, atencioso e amigo, dando uma grande contribuição para que eu concluísse essa etapa do mestrado;
- A todos os integrantes da **minha família e da família do meu esposo**, que de maneira direta ou indireta colaboraram para que eu obtivesse êxito nos meus propósitos;
- A todos os meus **colegas de sala**, com os quais compartilhei inúmeras experiências;
- A **minha orientadora e ao meu orientador**, que me incentivaram, e me estimularam na busca do conhecimento, dando-me um voto de confiança. Meu eterno agradecimento por mostrar que ainda existem professores que acreditam nos seus alunos;
- Ao professor **Dr. Antônio Ricardo S. de Andrade** pela amizade, atenção, empenho e realização das análises estatísticas, meus sinceros agradecimentos.
- Agradeço ao **Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB)** pelo e a **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)** pelo apoio técnico;
- E finalmente, a **todos os professores do Curso de Engenharia Agrícola da UFCG**, que nos acompanharam durante a trajetória do curso.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Algodão Herbáceo	3
<i>2.1.1 Macronutrientes e micronutrientes no algodoeiro</i>	5
2.1.1.1 Nitrogênio	5
2.1.1.2 Fósforo	5
2.1.1.3 Potássio	6
2.1.1.4 Cálcio	6
2.1.1.5 Enxofre	6
2.1.1.6 Magnésio	7
2.1.1.7 Boro	7
2.1.1.8 Zinco	8
2.1.1.9 Manganês	8
2.1.1.10 Ferro	8
<i>2.1.2 Rotação de culturas</i>	9
<i>2.1.3 Algodão colorido</i>	9
<i>2.1.4 Irrigação</i>	11
2.2 Uso agrícola do lodo de esgoto (biossólido)	11
2.3 Uso agrícola da água residuária	12
2.4 Impactos do lodo de esgoto; contaminação e seus riscos	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Localização do experimento	15
3.2 Clima da área	15

3.3 Histórico de uso da área experimental	15
3.4 Descrição do sistema experimental	16
3.5 Material de solo utilizado no experimento	17
3.6 Tratamentos aplicados	19
3.7 Biossólidos	19
3.8 Água de irrigação	20
3.9 Cultura	21
3.10 Condução do experimento	23
3.11 Controle das irrigações e monitoramento de drenagem	23
3.12 Tratos culturais	24
3.13 Variáveis de crescimento do algodoeiro	24
3.14 Variáveis de produção do algodoeiro	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1 Variáveis de crescimento	26
4.2 Variáveis de produção	35
5 CONCLUSÕES	41
6 REFERÊNCIAS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista Geral da Distribuição dos Lisímetros na Área Experimental.	17
Figura 2. Desidratação do lodo de esgoto em leito de secagem.	20
Figura 3. Algodão BRS RUBI	22
Figura 4. Valores médios de altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e Área foliar por planta (AFP), submetidos as diferentes doses de lodo (L) e tipos de água (W), em função dos dias após a semeadura (DAS).	29
Figura 5. Valores médios da altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e Área foliar por planta (AFP), do algodoeiro colorido, para a interação entre os níveis dos fatores analisados (W x L) em função dos dias após a semeadura (DAS).	33
Figura 6. Valores médios dos pesos pluma (PP), percentagem de fibras (PF), peso de um capulho (PCA), peso de cem sementes (P100S), do algodão colorido submetidos aos dois tipos de água (W).	37
Figura 7. Análise de regressão dos pesos pluma (PP), percentagem de fibras (PF), peso de um capulho (PCA), peso de cem sementes (P100S) do algodoeiro colorido, submetidos as diferentes doses de lodo (L).	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS), para uso de Fluentes de Esgotos na Agricultura.	13
Tabela 2. Características físico-hídricas do material de solo utilizado no experimento, Campina Grande - PB, 2003.	18
Tabela 3. Características químicas do material de solo utilizado no experimento. Campina Grande, PB, 2003.	18
Tabela 4. Características físicas e químicas do lodo de esgoto digerido.	20
Tabela 5. Composição físico-química da gua de abastecimento (W_1) e da água residuária tratada (W_2) utilizadas na irrigação do experimento.	21
Tabela 6. Valores do coeficiente de cultivo (K_c) para diferentes estágios de desenvolvimento.	24
Tabela 7. Análise de variância dos dados e crescimento das variáveis: altura da por planta (AFP), do planta (AP), diâmetro do caule (DC) e Área foliar algodoeiro submetido aos diferentes tratamentos.	27
Tabela 8. 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 lodo (kg Nha^{-1}) e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS)	28
Tabela 9. Valores médios das interações significativas da análise de variância referente à altura da planta (AP) em cm, do algodoeiro colorido, submetido às dosagens de lodo (kg Nha^{-1}) e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS).	31
Tabela 10. Valores médios das interações significativas da análise de variância referente ao diâmetro do caule (DC) em mm, do algodoeiro colorido, submetido às dosagens de lodo (kg Nha^{-1}) e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS).	32
Tabela 11. Valores médios das interações significativas da análise de variância referente à área foliar por planta (AFP) em cm^2 , do algodoeiro colorido, submetido às dosagens de lodo e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS).	32
Tabela 12. Análise de variância dos dados de produção das variáveis: pesos pluma (PP), percentagem de fibras (PF), peso de um capulho (PCA), peso de cem sementes (P100S) do algodoeiro colorido submetido aos diferentes tratamentos.	35
Tabela 13. Valores médios dos dados de produção das variáveis: pesos pluma (PP), percentagem de fibras (PF), peso de um capulho (PCA), peso de cem sementes (P100S) do algodoeiro colorido submetido aos diferentes tratamentos.	36

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento, desenvolvimento e a produção do algodoeiro herbáceo BRS Rubi de fibras coloridas, marrom avermelhada. O experimento foi conduzido, no período de 11 de novembro de 2004 a 07 de junho de 2005, em lisímetros de drenagem, instalados em área coberta pertencente ao Programa e Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB) localizado nas dependências da depuradora de Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), em Campina Grande – PB – Brasil. A área experimental vinha sendo cultivada há aproximadamente quatro anos; adotando-se sistema de rotação de culturas. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial com tratamento adicional $[(2 \times 3) + 1]$ com três repetições, os quais consistiram de três doses de biossólidos (0; 112,5Kg Nha⁻¹ que corresponde a 4,261 ton de lodo; 225,0 Kh/Nha⁻¹ que corresponde a 8,523 ton de lodo), dois tipos de água, (W₁ - água de abastecimento e W₂ - água residuária tratada) e uma testemunha composta de adubação química. Verifica-se que os níveis de lodo de esgoto e os tipos de água promoveram aumentos significativos sobre as variáveis de crescimento e de produção, evidenciando-se a importância da sua utilização no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro.

Palavras-chave: Esgoto tratado. Lodo de esgoto. *Gossypium hirsutum*.

ABSTRACT

Objective of this work to evaluate the growth, development and the production of the herbaceous cotton plant BRS Ruby of fibers colored, brown red. The experiment was carried out from 11 of November, 2004 to 07 of June, 2005. Lisimeters of drainage were utilized; they were installed in a covered area of the Program of Research in Basic Sanitation (PROSAB), that it is located in the Paraíba Water and Sewer Company area (CAGEPA), in Campina Grande, PB – Brazil. The area experimental vineyard being cultivated there are approximately four years; being adopted system of rotation of cultures. The used statistical delineamento was casualizado entirely, in a factorial outline with additional treatment [(2 x 3) + 1] with three repetitions, which consisted of three biossólidos doses (0; 112,5Kg Nha⁻¹ that corresponds to 4,261 mud ton; 225,0 Kh/Nha⁻¹ that corresponds to 8,523 mud ton), two types of water, (W₁ - water of provisioning and W₂ - water treated residuária) and a witness composed of chemical manuring. The results showed that the sewer mud and two types of water levels promoted a significant increase on the studied variables, and to make evident how important is theirs use in the growth and development analyzes cotton plant.

Key-words: Sewer treaty. Sewer of mud. *Grossypium hirsutum*.

1 INTRODUÇÃO

A água sempre foi tratada como um recurso natural ilimitado, fornecido ao preço mais barato possível, em qualquer quantidade desejada. No entanto, os lagos e rios do mundo recebem enormes quantidades de esgotos municipais, detritos industriais e escoamento superficial (*run off*) de áreas rurais, atividades que estão contaminando as águas naturais de superfície e subterrâneas.

De acordo com Olavo Junior (2001), a deficiência no planejamento ambiental, o crescimento demográfico mundial, acelera a carência de saneamento básico, o crescente uso de águas na agricultura e na indústria, uso de pesticidas, o desmatamento em áreas de preservação permanente, a ocupação e poluição de áreas de mananciais, a especulação imobiliária, a produção de lixo, todos esses atores levam a crença que num futuro próximo, faltará água no mundo.

Diante, desta problemática, diversos são os instrumentos, mecanismos e tecnologias a serem empregadas no trato dessa questão e uma das alternativas que se têm apontado para o enfrentamento da dificuldade é o reuso de água, importante instrumento de gestão ambiental do recurso água e detentor de tecnologias já consagradas para a sua adequada utilização (PHILIPPI JÚNIOR, 2003).

A utilização das águas residuárias elimina uma fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas ou superficiais e mantém a sua qualidade para outros fins. A demanda de água de boa qualidade para fins domésticos e industriais tem criado, nos países com economia altamente desenvolvida, a necessidade de se reutilizar as águas servidas; muitos dos países em desenvolvimento estão enfrentando situações semelhantes, especialmente nas regiões áridas e semi-áridas, nas quais a disponibilidade limitada de água constitui num obstáculo importante ao seu desenvolvimento.

A agricultura irrigada é considerada uma atividade econômica altamente lucrativa, sendo seu principal empecilho à indisponibilidade de grandes volumes d'água requeridos, principalmente, em se tratando de regiões com elevados índices de evapotranspiração, como no caso do Nordeste brasileiro.

O algodão de cor, ou como é mais conhecido, colorido, é proveniente de cultivares que diferem das produtoras de fibra branca; obtida pelo processo de melhoramento não-transgênico, possui valor de mercado de 30% a 50% superior ao das fibras do algodão branco

normal; recomendados para as áreas mais secas do Nordeste e os quais podem ser cultivados em todas as regiões do País. Como a fibra tem cor natural, que não desbota, a economia de corantes é grande como também a fase de tingimento eliminada, com isso, economiza-se, cerca de 150 litros de água por quilo de fibra. Além de proporcionar maior economia, o algodão naturalmente colorido favorece a proteção ambiental, por não causar poluição de rios e de córregos com resíduos de tintas (BELTRÃO, 2004).

Diante da importância da cultura do algodão para a região Nordeste e da atual busca de sistemas agrícolas, bem como na proteção do meio ambiente, melhorando a qualidade de vida da população local e considerando ainda que existem poucas informações no que se refere à irrigação do algodão colorido com água residuária e adubado com biossólidos, realizar-se o presente trabalho, que teve como objetivo estudar e quantificar o crescimento, desenvolvimento e a produção do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch) de fibras coloridas, marrom avermelhada irrigado com águas residuárias e de abastecimento e adubado com diferentes níveis de biossólidos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Algodão herbáceo

A pesquisa agronômica com o algodoeiro no Brasil começou em 1915, com a criação do serviço de algodão, no Ministério da Agricultura. Os trabalhos de melhoramento genético propriamente ditos tiveram início com a criação em 1924, da seção do algodão, no Instituto Agronômico de Campinas, SP. Desde essa época até os dias atuais, várias cultivares foram sintetizados com características que atendiam às demandas vigentes, tanto dos produtores quanto da indústria têxtil e dos beneficiadores (CARVALHO, 1999). Todavia, o sucesso na produção de qualquer cultura, especialmente do algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*), depende fundamentalmente da escolha correta da variedade a ser cultivada, do ambiente onde a cultura vai crescer e do manejo cultural a ser empregado (VIEIRA et al., 2001).

O algodão é cultivado em 18 Unidades da Federação e se constitui uma atividade de grande importância socioeconômica para a Região Nordeste, seja na oferta de matéria-prima para a indústria têxtil e oleaginosas, seja na geração de empregos e renda, onde a cultura é explorada por pequenos e médios agricultores (BELTRÃO, 2003). A fibra do algodão é entre as fibras naturais, a mais consumida pela indústria têxtil nacional e internacional em razão de suas características físicas: comprimento, uniformidade de comprimento, finura, maturidade, resistência, alongamento, cor, brilho e sedosidade, as quais se transferem para o fio, tecido e confecção, dando-lhes diversidade de aplicação e beleza e sensação de bem-estar a quem as usa (SANTANA et al., 1999).

A cultura do algodoeiro constitui-se em uma das principais opções agrícolas para o Brasil, chegando a envolver, direta ou indiretamente os diversos segmentos da sociedade, cerca de 15% da economia nacional (BEZERRA & LUZ, 2001). Portanto o algodão é um dos produtos de maior importância econômica do grupo das fibras, pelo volume e valor da produção seu cultivo é também de grande importância social, bem como pelo número de empregos que gera direta ou indiretamente (RICHETTI & MELO FILHO, 2001).

A indústria têxtil nacional é, atualmente, a sexta maior do planeta, consumindo em média 850.000t de pluma de algodão/ano exigindo fibras médias, longas e extra-longas, cada vez mais finas e uniformes, resistentes para que possam ser fiadas nos rotores de alta velocidade, nas fiações modernas, notadamente aquele do tipo “*open-end*” e/ou cabo aberto, que trabalha em alta velocidade, produzindo em média 120m de fio/minutos assim, as novas

cultivares de algodão devem apresentar finuras em índices de micronaires, na faixa de 3,5 a 4,2 mg/(I.M.) e resistência em HVI superior a 24 gf/tex (SANTANA, 1997; SANTANA et al., 2001).

A fibra principal produto do algodão, possui várias aplicações industriais, dentre as quais pode-se citar: confecção de fios para a tecelagem de vários tipos de tecidos, preparação de algodão hidrófilo para enfermagem, confecção de feltro, cobertores e estofamentos, obtenção de celulose, películas fotográficas, chapas para radiografia e outros (CORRÊA, 1989).

No Brasil, assim como no mundo, o algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum L. r. latifolium Hutch.*) é uma das principais culturas exploradas. Para o Nordeste brasileiro, trata-se de uma cultura de grande importância socioeconômica, em que enorme contingente de mão-de-obra depende, direta e indiretamente, de sua exploração (BELTRÃO & SOUZA, 1999).

A cultura, que já chegou a ocupar uma área de aproximadamente 3,2 milhões de hectares, no início da década de 80 ocupa, atualmente, aproximadamente 172,1 mil hectares no semi-árido. Esta redução foi associada a prejuízos provocados pela infestação do bicudo (*Anthonomus grandis Boheman*), ao alto custo dos insumos (fertilizantes, inseticidas), à falta de competitividade da agricultura familiar com a tecnificada do cerrado e à imposição climática; esta, caracterizada pela irregularidade das chuvas que, em anos de seca, não atinge 30% da altura pluvial anual média, que é inferior a 1000 mm em aproximadamente dois terços da área total da região nordestina (SILVA et al., 1988).

Sabe-se que a região nordeste já é um dos pólos mundiais de consumo de algodão, cerca de 300.000t de pluma/ano e necessita ter a produção da matéria-prima, novamente, em níveis satisfatórios, para não depender do produto importado, que poderá ficar difícil e escasso no futuro (BELTRÃO, 1999).

No entanto, para se obter sucesso na cultura algodoeira é indispensável que o cotonicultor tenha uma visão holística não restrita à cultura, mas também de toda a cadeia do agronegócio algodoeiro. Conseqüentemente, isto requer planejamento da cultura, começando por analisar o mercado com vistas a atender o consumidor final. Há, portanto, a necessidade de identificar claramente onde se dá a sua atuação na cadeia produtiva, deter o conhecimento científico da cultura, identificando as melhores e mais adequadas práticas culturais e insumos a serem aplicados, como também ter o domínio técnico das operações a se realizadas durante todo o ciclo da cultura, condizentes com seu modelo produtivo, para obter relação custo/benefício possível (CARVALHO & CHIAVEGATO, 1999).

2.1.1 *Macronutrientes e micronutrientes no algodoeiro*

2.1.1.1 Nitrogênio

O nitrogênio é o elemento mais importante para a produção do algodão já que, em quantidades baixas ou altas, a maioria dos solos necessita da adição de fertilizantes nitrogenados para a obtenção de rendimentos satisfatórios (FRYE & KAIRUZ, 1990).

Geralmente, o nível de N produz folhas com coloração verde-escuro, devido ao alto teor de clorofila. A deficiência resulta em amarelecimento (clorose) das folhas devido à diminuição de clorofila (POTAFOS, 2002).

O nitrogênio é o nutriente que o algodoeiro retira do solo em maior proporção. É fundamental no desenvolvimento da planta, principalmente dos órgãos vegetativos (STAUT; KURIHARA, 1998). Nestas condições, seu efeito na cultura algodoeira se traduz em aumento de produção, desde que os elementos fósforo e potássio se encontrem no solo, em quantidades satisfatórias (FUZATTO, 1965).

2.1.1.2 Fósforo

Embora seja, dos macronutrientes, o elemento menos absorvidos pelo algodoeiro, no entanto é, de grande importância sua administração (PASSOS, 1977), pois quando está deficiente na planta a produção cai substancialmente (PASSOS, 1980).

No algodoeiro, a deficiência de fósforo atrasa o desenvolvimento e as plantas crescem pouco; reduzem a frutificação, retardando a colheita, o que afeta a qualidade da fibra; as folhas mostram-se mais escuras e menores do que as normais, e a produtividade é reduzida (SILVA et al., 1995).

O uso de fósforo na adubação, freqüentemente beneficia o tamanho do fruto do algodoeiro uma vez que, a concentração do nutriente é quase três vezes superior àquela encontrada nas folhas, em termos de 100 gramas de matéria seca (STAUT; KURIHARA, 2001).

De acordo com Silva et al. (1995), o fósforo se concentra principalmente nas flores e frutos, sendo considerado o principal responsável pela boa polinização e frutificação das plantas. Quantidades adequadas de fósforo em forma disponível no solo aceleram a formação

e maturação dos frutos e proporciona maior resistência às doenças, por contribuir para a melhor constituição da célula.

2.1.1.3 Potássio

O potássio é um elemento importante para o algodoeiro, não apenas por se tratar de um nutriente essencial, mas também por conferir melhores qualidades ao produto e maior resistência ao ataque de pragas e doenças (MALAVOLTA et al., 1974). O potássio tem grande influência sobre a altura das plantas e o tamanho dos capulhos, além de estimular a floração (VIVANCOS, 1989). A deficiência de potássio é caracterizada pela clorose entre as nervuras das folhas na parte inferior que evolui para o bronzeamento. Com o desenvolvimento dos frutos, os sintomas se deslocam para parte superior, enquanto as folhas mais velhas começam a secar e a cair (SILVA et al., 1995).

De acordo com Staut; Kurihara (2001), plantas deficientes em potássio não conseguem usar água e outros nutrientes de solos ou fertilizantes eficientemente e são menos tolerantes a estresses ambientais, tais como, falta e excesso de água, vento e temperaturas extremas.

2.1.1.4 Cálcio

O cálcio é necessário nos primeiros estágios de crescimento das plantas para produzir sistema radicular adequado (MALAVOLTA et al., 1974). Este por sua vez tem papel importante no metabolismo do nitrogênio e no poder germinativo das sementes. Relativamente imóvel não se redistribui com facilidade no vegetal; por isso, a carência do cálcio na planta pode provocar anomalias que se manifestem principalmente nos órgãos mais novos (STAUT & KURIHARA, 2001).

O cálcio tem grande importância no solo e nas plantas. Influindo, de modo predominante, no equilíbrio entre a acidez e a alcalinidade do solo e da seiva, cujos excessos são prejudiciais ao meio (GOMES, 1988).

2.1.1.5 Enxofre

Tem-se pouca informação sobre a importância do enxofre para o algodoeiro. Esse elemento, entretanto, parece ser requerido em quantidades maiores que as de fósforo e de

magnésio (MALAVOLTA et al., 1974). Sendo encontrado em todas as partes verdes das plantas. Pouca atenção se dá ao enxofre como alimento das plantas (GOMES, 1988). Onde o máximo de absorção de enxofre pelo algodoeiro ocorre em torno de 50 dias e situações de emergência, se concentram com o aparecimento dos botões florais das plantas; e após esse período, a absorção é diminuída, voltando a subir aos 80 dias (STAUT & KURIHARA, 2001).

As plantas deficientes em enxofre são fracas, com folhas anormalmente pequenas no ponteiro, de cor verde-claro brilhantes (verde-limão). Em geral são pouco ramificadas e improdutivas (CARVALHO et al., 1999).

2.1.1.6 Magnésio

As quantidades de magnésio exigidas pelas culturas geralmente são menores que as de potássio (K) ou cálcio (Ca), mas praticamente iguais às de fósforo (P) ou enxofre (S) (POTAFOS, 2002).

Até o estágio de florescimento, o algodoeiro absorve relativamente pouco magnésio, posteriormente ele retira do solo cerca de 75% da quantidade total removida, sendo que 65% aproximadamente são absorvidos após a formação das maçãs ou capulho (STAUT & KURIHARA, 2001). A deficiência de magnésio ocorre principalmente, em solos ácidos ou em solos de textura leve intensamente lixiviado ou ainda, quando o conteúdo de cálcio é muito alto e o magnésio muito baixo (CARVALHO et al., 1999).

2.1.1.7 Boro

O boro é essencial para a formação dos tecidos meristemáticos e os sintomas de carência aparecem em primeiro lugar nos pontos em crescimento ativo: a gema apical morre; a planta se torna pequeno, com desenvolvimento de muitos ramos laterais (MALAVOLTA et al., 1974).

Dos micronutrientes exigido pela cultura do algodoeiro, o boro é um dos mais importantes. É de absorção rápida, porém com translocação lenta (STAUT & KURIHARA, 2001).

Sua deficiência manifesta-se frequentemente por ocasião do florescimento, com uma leve deformação dos botões florais, clorose das sépalas e pétalas atrofiadas e enrugadas, tendo as extremidades torcidas para dentro e manchadas de pardo. As plantas produzem pouco e têm seu ciclo prolongado (CARVALHO et al., 1999).

2.1.1.8 Zinco

Carvalho et al. (1999), afirmam que o zinco é ativador de várias enzimas, atuando na síntese das proteínas na época da floração, além de catalisar a formação do ácido indol-acético. É necessário às plantas embora em quantidades mínimas (GOMES, 1988). A falta de zinco em algodão não é muito comum. Seus sintomas se manifestam nas folhas mais novas que se tornam cloróticas, com áreas mortas entre as nervuras que permanecem mais escuras (MALAVOLTA et al., 1974). As plantas crescem pouco, as folhas ficam pequenas e os cloroplastos diminuem de tamanho (GOMES, 1988).

2.1.1.9 Manganês

O manganês atua na redução de nitratos e na síntese de carboidratos e está ligado ao processo de respiração da planta, ainda acelera a germinação e aumenta a resistência da planta ao estresse hídrico, beneficiando o crescimento radicular (CARVALHO et al., 1999).

O manganês não é translacado na planta, assim, os sintomas de deficiência aparecem primeiro nas folhas mais novas. As deficiências ocorrem com mais frequência em solos com alto teor de matéria orgânica, em solos com pH de neutro a alcalino, e em solos que naturalmente têm baixo conteúdo de Mn (POTAFOS, 2002).

2.1.1.10 Ferro

O ferro atua na síntese de aminoácidos e na ativação de algumas enzimas. Tem função catalisadora na formação da clorofila, pois sua carência perturba o mecanismo de formação da mesma (CARVALHO et al., 1999). Sua deficiência se caracteriza por uma clorose fraca nas folhas superiores, progredindo para as demais e em poucas semanas, atingindo toda a metade

superior das plantas cujas folhas passam a apresentar coloração, verde-pálida, com leve pronunciamento das nervuras (MALAVOLTA et al., 1974).

2.1.2 Rotação de culturas

A implantação de sistemas agrícolas, envolvendo rotações de culturas constitui pontos importantes no uso dos solos, reduz o efeito da erosão e altera as características físico-químicas e biológicas do solo (SILVEIRA; SILVA, 1999). A rotação de culturas com famílias vegetais diferentes diminui as fontes de contaminação por organismos causadores de doenças e dificulta a sobrevivência de pragas específicas da cultura anterior, além de melhorar a reciclagem de nutrientes no solo (PANORAMA RURAL, 2005).

Como as plantas possuem sistema radicular que penetra na terra em busca de água e nutrientes a diferentes profundidades, removendo nutrientes dessas regiões, sendo conveniente alternarem-se as culturas para que outros horizontes do solo sejam explorados; pela mesma razão haverá aproveitamento mais eficiente dos fertilizantes aplicados (KIEHL, 1985; TEIXEIRA et al., 2003).

2.1.3 Algodão colorido

Os algodões com fibras naturalmente coloridas, já existem há cerca de 5000 anos, nativos de uma ampla dispersão geográfica que engloba o Egito, Paquistão, China e América Central, do Norte e do Sul (SOUZA, 2000). Estes por sua vez foram desenvolvidos pelos povos Incas e Astecas há 4500 anos, bem como por outros povos antigos das Américas, África e Austrália (FREIRE, 1999).

Estes algodões sempre foram considerados como misturas indesejáveis pelos industriais, tendo uso apenas artesanal ou ornamental, principalmente nos Estados da Bahia e Minas Gerais (EMBRAPA-CNPA, 2000).

Os algodões de fibras de cores (verdes, amarelos, cinzas, beges, cremes e outros) são tão antigos quanto os brancos. Os de cores, na realidade são os dominantes do ponto de vista genético, sendo o branco o recessivo, ou seja, caso não fosse a intervenção do homem hoje, ter-se-iam somente algodão de fibras coloridas e o branco seria a grande minoria em locais isolados e longe dos tipos de fibras de cor (BELTRÃO & CARVALHO, 2004).

O algodão de fibra branca tem sido alvo, desde a metade de século XX, de constantes trabalhos de melhoramento genético e como resultado foram produzidos cultivares de desempenhos superiores e adaptadas. No algodão colorido, as cores mais comuns da fibra são o marrom em várias tonalidades e o verde. Esses algodões não foram tão estudados no passado e com isso, acentuou-se mais a diferença de rendimento e de fibra entre eles e as cultivares de fibra branca (LIMA, 2004).

O mercado para o algodão colorido é ainda bastante restrito, contudo, os preços obtidos com esta cultura no mercado internacional apresentam-se bastante satisfatórios, propiciando alta margem de lucros aos produtores, quando comparado com o algodão de fibra branca (BRUNO et al., 2001). Sabe-se que os preços obtidos com o algodão colorido no mercado internacional variam de 3,79 a 5,00 US\$/Kg de fibra verde e de 1.84 a 3.35 US\$/Kg de fibra marrom, o que propicia alta margem de lucro aos produtores, quando comparado com o algodão de fibra branca, que alcança preços médios de 1.65 US\$/Kg de fibra (FREIRE, 1999).

Uma das principais vantagens do emprego da fibra colorida é a eliminação do uso de corantes na fase de acabamento do tecido, o que reduz o impacto ambiental do processo de tingimento, sendo apropriado para a produção de tecidos ecológicos e orgânicos (SOUZA, 2000). Esta atividade é hoje uma grande fonte de renda e de ocupação no semi-árido paraibano; na safra de 2004 foram plantados mais de 5000 hectares de algodão de fibra de cor sem dúvida a maior área plantada com este tipo de fibra do mundo, sendo 4.500 ha com o BRS 200 Marrom e 500 ha com o BRS Verde (BELTRÃO; CARVALHO, 2004).

Ecologicamente correto não poluente, de valor agregado para o produtor e forte apelo no mercado internacional, o algodão colorido desenvolvido pela Embrapa tem se consolidado como uma cultura sustentável e excelente alternativa econômica para a agricultura familiar. Desenvolvido para as condições do semi-árido é uma excelente alternativa de geração de renda para os pequenos agricultores do Nordeste. Além de adaptadas às fiações modernas, as cultivares de algodão colorido da Embrapa reduzem os custos de produção para a indústria têxtil e o lançamento de efluentes químicos e tóxicos, por dispensarem o uso de corantes.

O algodão tem sido demanda crescente no mercado Internacional europeu, onde já existem tecidos coloridos artificialmente para pessoas alérgicas (SEEDQUEST, 2005).

2.1.4 Irrigação

Mais de 60% do cultivo algodoeiro no mundo é cultivado em regime de irrigação. Isto porque, embora o algodoeiro seja considerado uma planta resistente à seca, às vezes, sua exploração só sob regime de sequeiro, não tem se mostrado compensador, haja vista a ocorrência de veranicos durante o seu ciclo fenológico, quando a umidade no solo não é suficiente para atender às necessidades hídricas da planta, refletindo-se em baixa produtividade (ARAÚJO et al., 2005).

No Brasil, a cotonicultura irrigada começa a ganhar espaço, porque além de garantir a estabilidade de produção, ainda possibilita ganhos excepcionais de produtividade, se comparados com os da agricultura de sequeiro (ARAÚJO et al., 2005). Como ilustração cita-se a nova cultivar BRS Rubi que é bastante produtiva: em condições de sequeiro, têm rendimento médio de até 1.900 Kg ha⁻¹ de algodão em caroço, ultrapassando 3,5 ton ha⁻¹ em regime irrigado (SEEDQUEST, 2005).

Os principais métodos de irrigação utilizados na irrigação do algodoeiro são o de irrigação por superfície e de aspersão; a irrigação localizada está em fase de crescimento. Em média, a quantidade de água necessária para atender às necessidades hídricas do algodoeiro é de 700 a 1300mm, dependendo do clima e da duração do período total do crescimento. O conhecimento das necessidades hídricas das culturas, em seus diferentes estágios fenológicos é importante para a agricultura irrigada, porque assim permite ao irrigante a obtenção de melhores produtividades, com máxima economia de água (ARAÚJO et al., 2005).

Assim, o manejo da irrigação deve ser efetuado de forma a proporcionar, a cultura, condições de disponibilidade hídrica que permitam exteriorizar o potencial genético de produtividade; logo, é de vital importância identificar o momento oportuno de aplicação da água, bem com quantificar o quanto aplicar, não encharcando demais a plantação, evitando outrora, que as plantas não sofram por estresse hídrico (ARAÚJO et al., 2005).

2.2 Uso agrícola do lodo de esgoto (Biossólido)

Nas duas últimas décadas, o uso agrícola de esgotos e biossólidos cresceram acentuadamente em todo o mundo, particularmente em regiões áridas e semi-áridas de países em desenvolvimento, como resposta à necessidade de aumentar a produção de alimentos sem aplicação de fertilizantes sintéticos (HESPANHOL, 2003).

O lodo é o principal subproduto do tratamento de esgotos e a sua disposição final tem sido um problema discutido em vários países. Sua utilização em terras produtivas, reservadas para agricultura e pecuária e a disposição em aterros sanitários são as formas predominantemente adotadas pelos países desenvolvidos (LUDUVICE, 2000). Portanto, a principal opção para reciclagem de biossólidos é o seu uso como condicionador de solos agrícolas (AMBIENTE BRASIL, 2005).

No entanto, a reciclagem deve sempre que possível ser adotada, por representar a alternativa mais adequada sob o aspecto ambiental e geralmente a mais econômica, pois transforma um resíduo urbano em um importante insumo para a agricultura, capaz de melhorar a produtividade, diminuir a dependência de adubos químicos e melhorar as características físicas do solo.

O lodo consorcia-se a uma fonte rica em nutrientes, principalmente Nitrogênio, Fósforo e Micronutrientes, tornando-se um produto de interesse agrícola especialmente pelo seu alto teor de matéria orgânica, cujos efeitos influenciam diretamente na fertilidade do solo, melhorando também sua resistência à erosão e à seca, ou seja, obtendo impactos positivos nas características físicas, químicas e biológicas do solo (ANDREOLI et al., 1999).

A exigência nutricional da cultura determina a quantidade de lodo de esgoto que deve ser usada, e os teores dos metais pesados presentes no lodo de esgoto limitam o número de aplicações do resíduo que o mesmo local pode receber (FIGUÊIREDO, 2003).

2.3 Uso agrícola da água residuária

A água é um recurso renovável através do ciclo hidrológico. Quando reciclada por sistemas naturais é limpa e segura, sendo deteriorada a níveis diferentes de poluição por meio da atividade antrópica. Entretanto, uma vez poluída a água pode ser recuperada e reusada para fins benéficos diversos (HESPANHOL, 2003).

Nas regiões áridas e semi-áridas, a água tornou-se um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Planejadores e entidades gestoras de recursos hídricos procuram continuamente novas fontes de recursos para complementar à pequena disponibilidade hídrica ainda disponível (HESPANHOL, 2003). Uma das alternativas que se tem apontado para o enfrentamento do problema é o reuso de água, importante instrumento já consagrado para a sua adequada utilização (PHILIPPI JÚNIOR, 2003).

Quase 50% da agricultura latino-americana continua sendo de sequeiro, dependente de chuvas, entretanto, cada vez mais se implementam áreas com sistemas de irrigação para assegurar o fornecimento regular de água, aos cultivos para se obter mais de uma colheita anual, melhorar o uso dos solos e elevar a rentabilidade dos cultivos (LEON & CAVALLINI, 1999).

Quando se estuda o uso de águas residuais para a irrigação, deve-se primeiro avaliar suas características microbiológicas e bioquímicas segundo as normas de saúde pública, tendo em consideração o tipo de cultura, o solo, o sistema de irrigação e a forma em que se consumirá o produto (AYERS & WESTCOT, 1999).

Tabela 1. Diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS), para uso de Fluentes de Esgotos na Agricultura.

Categoria	Condições de reuso	Grupos de risco	Nematódeos Intestinais (nº de ovos/L)	Coliformes fecais (nº de ovos/100mL)	Tratamento recomendado
A	Culturas ingeridas cruas, campos esportivos, parques públicos	Operários, Consumidores, Público.	< 1	1.000	Séries de lagoas de estabilização (tratamento equivalente)
B	Culturas de cereais, industriais, forragem, pastos e árvores.	Operários.	< 1	-	Lagoa de estabilização por 8 a 10 dias (ou tratamento equivalente)
C	Categoria B. sem exposição de trabalhadores e do público.	Nenhum.	-	-	Sedimentação primária

Fonte: Modificada de WHO (1989).

Estima-se que na América Latina são atualmente irrigados cerca de 500.000 ha com águas residuárias. Não existem dados oficiais da maioria dos países, porém sabe-se que essas águas estão sendo utilizadas direta ou indiretamente (rios que recebem esgotos) na maioria das cidades que possuem áreas agrícolas circunvizinhas (LEON & CAVALLINI, 1999).

Portanto, o “reuso” torna-se um componente importante no planejamento, desenvolvimento e utilização dos recursos hídricos, representando um potencial a ser explorado em substituição à utilização da água tratada e potável (AMBIENTE BRASIL, 2005).

2.4 Impactos da água residuária e do lodo de esgoto: Contaminação e seus riscos

A principal limitação do uso agrícola dos esgotos sanitários refere-se à sua qualidade microbiológica, pois pode veicular os mais variados microorganismos patogênicos, como,

vírus, bactérias, protozoários e helmintos (TSUTIYA, 2001), responsáveis por muitas enfermidades de ordem microbiológica e parasitológica, como cólera, hepatite, encefalite, diarreias e gastroenterites, amebíase e helmintíase (VAN HAANDEL & LETTINGA, 1994).

Quando as águas residuárias domésticas são lançadas sem tratamento prévio em rios e lagos. Estes corpos receptores são contaminados com altas concentrações de vírus, bactérias, protozoários e helmintos, os quais podem gerar graves problemas para a saúde pública (LÉON & CAVALLINI, 1999). Quando há utilização de esgotos ou efluentes tratados em irrigação, que é, basicamente, válida também, para outras formas de deposição de esgotos no solo. Os riscos são menores do que geralmente se imagina e perfeitamente controláveis (ANDRADE NETO, 1992).

O lodo totalmente tratado (digeridos e sem microorganismos patogênicos) pode ser aplicado no terreno, seu risco à saúde. Já o lodo sem tratamento, ou parcialmente tratado, só deve ser aplicado em valas cobertas antes da temporada de cultivo (LÉON & CAVALLINI, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido, no período de 11 de novembro de 2004 a 07 de junho de 2005, em lisímetros de drenagem, instalados em área coberta pertencente ao Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB) localizado nas dependências da depuradora de Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), em Campina Grande - PB - Brasil, cujas coordenadas geográficas são as seguintes: 7° 15' 18" latitude sul, 35° 52' 28" de longitude oeste do meridiano de Greenwich e altitude de 550 m.

3.2 Clima da área

O clima da área, de acordo com a Classificação Climática de Köppen adaptada ao Brasil, é do tipo "Csa", que representa um clima mesotérmico, semi-úmido, com verão quente e seco (4 a 5 meses) e chuvas de outono e inverno (COELHO & SONCIN, 1982).

O período chuvoso é de março a junho e o mais seco é de outubro a dezembro. De acordo com dados das normais climatológicas, do antigo Departamento Nacional de Meteorologia (INMET, 1992) o município apresenta: precipitação média anual de 802,7 mm; temperatura máxima média anual de 27,5°C; temperatura mínima média anual 19,2°C, temperatura média de 23,3°C e umidade relativa média anual do ar de 82,7%.

3.3 Histórico de uso da área experimental

A área experimental vinha sendo cultivada há aproximadamente dois anos; adotando-se sistema de rotação de culturas.

Inicialmente, em março de 2002, cultivou-se mamona (*Ricinus Communis L.*) utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial [(2 x 3) + 1] com três repetições, com os fatores dois tipos de água (de abastecimento e residuária tratada), três doses de bio sólidos (0, 75KgN ha⁻¹ e

150KgN ha⁻¹) e uma testemunha na qual se aplicou adubação química que corresponde a (0, 1 e 2 vezes) a necessidade de Nitrogênio da mamona.

A água de abastecimento público provinha da rede de abastecimento de água do município de Campina Grande. A água residuária, utilizada 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 Catolé, localizado no município de Campina Grande. Utilizaram-se dois tipos de adubos: químico e bio-sólido. As fontes de adubo químico foram: sulfato de amônio (20% N); cloreto de potássio (60% K₂O) e super-fosfato triplo (45%P₂O₅), com o objetivo de elevar a fertilidade do solo. Foram realizados uma adubação de fundação no dia 01/03/2002 a base de NPK e duas de cobertura nos dias 29/04/2002 e 24/05/2002 apenas com sulfato de amônio, nas seguintes dosagens na fundação: 15Kg N ha⁻¹, 30Kg P₂O₅ ha⁻¹, 60Kg K₂O ha⁻¹ e na cobertura um total de 40Kg N ha⁻¹.

No dia 20 de junho de 2003 introduziu-se a cultura do milho (*Zea mays L.*), objetivando avaliar o efeito residual da água servida e do bio-sólido. Neste experimento a irrigação foi realizada com água de abastecimento e apenas a testemunha recebeu adubação química nas dosagens de 15 Kg N ha⁻¹, 80 Kg P₂O₅ ha⁻¹, 60Kg K₂O ha⁻¹, colocados na fundação, utilizando-se como fontes o sulfato de amônio (20%N), super-fosfato 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. As dosagens dos fertilizantes químicos utilizados por lisímetro, correspondem a 17,8 g de superfosfato triplo, 10,0 g de KCl e 15,0 g de sulfato de amônio.

3.4 Descrição do sistema experimental

Utilizou-se 21 lisímetros, de experimentos anteriores constituídos de caixas de fibra de vidro, com volume de 500litros, diâmetro superior igual a 110 cm e inferior 90 cm, e 70 cm de altura.

Os lisímetros foram instalados em local coberto para que o experimento não sofresse influências externas. As unidades experimentais foram constituídas de duas plantas por lisímetro, perfazendo um total de 42 plantas. Na Figura 1, pode ser vista a sua distribuição na área experimental onde o sistema de drenagem de cada lisímetro foi constituído de:

- a) Uma camada de areia lavada de igual espessura;
- b) Uma camada de brita zero de aproximadamente, 10cm de espessura;
- c) Três tubos de PVC rígido com diâmetro igual a 1,875 cm, perfurados com orifícios de 0,5 cm de diâmetro e colocados no fundo da caixa;
- d) Uma tubulação interligando o sistema de drenagem a parte externa do lisímetro onde foram realizadas coletas para análise da água.



Figura 1. Vista Geral da Distribuição dos Lisímetros na Área Experimental

3.5 Material de solo utilizado no experimento

De acordo com a Embrapa (1999) o material de solo utilizado no experimento foi classificado como Neossolo Regolítico, com as características físico-hídricas e químicas apresentadas na tabela 2 e 3.

Tabela 2. Características físico-hídricas do material de solo utilizado no experimento, Campina Grande - PB, 2003.

Parâmetros	Unidades	Valor
Granulometria		
Areia	g/Kg	78,54
Silte	g/Kg	3,65
Argila	g/Kg	17,81
Classificação Textual	-	Franco Arenoso
Densidade Aparente	g cm ⁻³	1,56
Densidade Real	g cm ⁻³	2,73
Porosidade	%	42,86
Tensão		
33,33	KPa	8,18
101	KPa	2,97
505	KPa	2,1
1010	KPa	1,92
Capacidade de campo	%	10,13
Ponto de Murcha	%	1,82
Água disponível	%	8,31

Fonte: Nascimento, 2003.

Tabela 3. Características químicas do material de solo utilizado no experimento, Campina Grande - PB, 2003.

Parâmetros	Unidades	Valor
Complexo Sortivo		
Cálcio	cmol _c Kg ⁻¹	8,5
Magnésio	cmol _c Kg ⁻¹	5,0
Sódio	cmol _c Kg ⁻¹	1,79
Potássio	cmol _c Kg ⁻¹	1,48
Hidrogênio	cmol _c Kg ⁻¹	5,0
Carbono Orgânico	GKg	16,2
Matéria Orgânica	GKg	27,93
Nitrogênio Total	MgKg	2,45
Fósforo Total	mgdm ³	4,33
pH do extrato de saturação	-	6,8
Condutividade elétrica do extrato de saturação	dSm ⁻¹	0,82
Extrato de saturação		
Sódio	mmol _c L ⁻¹	3,58
Potássio	mmol _c L ⁻¹	0,46
Enxofre	mmol _c L ⁻¹	107,66
Cálcio	mmol _c L ⁻¹	2
Magnésio	mmol _c L ⁻¹	2,5
Carbonato	mmol _c L ⁻¹	0
Bicarbonato	mmol _c L ⁻¹	1,5
Cloreto	mmol _c L ⁻¹	4,9
Relação de Absorção de Sódio	mmol L ^{-0,5}	2,39
Percentagem de Sódio trocável (PST)	%	2,21
Classificação em relação à salinidade	-	Normal

Fonte: Nascimento, 2003.

PROSAB. O lodo foi desidratado ao sol, por um período de 60 dias, em leito de secagem constituído de tanque provido de sistema de drenagem e composto por uma camada de brita de 10 cm, por uma camada de areia de igual espessura e por uma tela plástica, além de drenos localizados na parte inferior para percolação do excesso de umidade. (Figura 2).



Figura 2. Desidratação do lodo de esgoto em leito de secagem.

O lodo foi colocado a uma profundidade de 10 cm da borda do lisímetro com o objetivo de impedir uma provável queima das sementes e em seguida, completou-se com uma camada de matéria do solo de 2,0 cm.

As análises físicas e químicas do lodo (Tabela 4), estão expressas em relação à porcentagem de matéria seca a 105°C. Estas análises foram realizadas segundo metodologia proposta pela *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* para o lodo (APHA, 1995).

Tabela 4. Características físicas e químicas do lodo de esgoto digerido.

Sólidos Totais	Umidade	pH	M.O*	N	P	K	Ca	Mg
34,46%	65%	6,60	52,42%	2,64%	1,78%	0,38%	3,4%	0,97%

Fonte: Nascimento, 2003.

Nota: *M.O – Matéria Orgânica.

3.8 Água de irrigação

Foram utilizados dois tipos de água: água de abastecimento local (W_1) e água residuária proveniente do esgoto tratado (W_2).

3.6 Tratamentos aplicados

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial com tratamento adicional [(3 x 2) + 1] com três repetições, os quais consistiram de três dosagens de lodo ($L_0 = 0$, $L_1 = 112,5 \text{ Kg Nha}^{-1}$, ou seja, 4,261 ton de lodo; $L_2 = 225,0 \text{ Kg Nha}^{-1}$, ou seja, 8,523 ton de lodo), dois tipos de água (W_1 - água de abastecimento, W_2 - água residuária tratada). Os tratamentos foram formados e avaliados por meio da interação entre os fatores dosagens de lodo e tipos de água mais o tratamento testemunha. Os quais consistiram de:

- a) T_1/W_1Q_1 – Testemunha: equivale aos lisímetros que foram irrigados com água de abastecimento e o solo adubado com fertilizantes químicos, inorgânicos seguindo recomendações do Laboratório de Solos da Embrapa Algodão;
- b) T_2/W_1L_0 – irrigação com água de abastecimento sem receber adubação;
- c) T_3/W_2L_0 – irrigação com água residuária tratada sem receber adubação;
- d) T_4/W_1L_1 – irrigação com água de abastecimento e adubado com lodo na dosagem $112,5 \text{ Kg Nha}^{-1}$, ou seja, 4,261 ton de lodo;
- e) T_5/W_2L_1 – irrigação com água residuária tratada e adubado com lodo na dosagem $112,5 \text{ Kg Nha}^{-1}$, ou seja, 4,261 ton de lodo;
- f) T_6/W_1L_2 – irrigação com água de abastecimento e adubado com o lodo na dosagem $225,0 \text{ Kg Nha}^{-1}$, ou seja, 8,523 ton de lodo;
- g) T_7/W_2L_2 – irrigação com água residuária tratada, e adubado com lodo na dosagem $225,0 \text{ Kg Nha}^{-1}$, ou seja, 8,523 ton de lodo.

As fontes de adubos químicos utilizados foram: sulfato de amônio (20% N); cloreto de potássio (60% K_2O) e super-fosfato triplo (45% P_2O_5), com o objetivo de elevar a sua fertilidade. A adubação de fundação foi realizada no dia 05/11/04 com as seguintes dosagens: 15 Kg Nha^{-1} , $60 \text{ Kg P}_2\text{O}_5\text{ha}^{-1}$ e $30 \text{ Kg K}_2\text{Oha}^{-1}$.

Para os lisímetros adubados com lodo, seguiram-se as recomendações (TSUTIYA, 2001).

3.7 Biossólidos

O biossólido consistiu de lodo de esgoto obtido a partir da digestão anaeróbia do esgoto doméstico em um reator UASB – local para tratamento de água, localizado no

A água de abastecimento provinha da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba - (CAGEPA), as quais são oriundas do açude público Epitácio Pessoa (Açude de Boqueirão).

O esgoto digerido tratado utilizado foi proveniente de um reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo – reator UASB. As características das águas utilizadas de irrigação estão listadas na Tabela 5.

Tabela 5. Composição físico-química da água de abastecimento (W1) e da água residuária (W2) utilizadas na irrigação do experimento.

Parâmetros	Unidades	Água de abastecimento	Água residuária
pH	-	7,89	7,79
C.E.	dSm ⁻¹	0,59	1,36
DQO *	mgL ⁻¹	30	197
Mg	mgL ⁻¹	76	134
HCO ₃	mgL ⁻¹	66,92	282
Alcalinidade	mgL ⁻¹	80	350
Ca	mgL ⁻¹	113	135
Amônia	mgL ⁻¹	0,88	45
Nitrito	mgL ⁻¹	0	0,02
Nitrato	mgL ⁻¹	0,18	0,47
Fósforo total	mgL ⁻¹	0,09	5,51
Ortofosfato	mgL ⁻¹	0,05	4,79
Sólidos Suspensos totais	mgL ⁻¹	5	36
Sólidos totais	mgL ⁻¹	454	877

Fonte: Nascimento, 2003.

Nota: DQO* - Demanda Química de Oxigênio.

3.9 Cultura

A cultura explorado no experimento foi o algodão BRS Rubi (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.) a primeira no Brasil de fibra marrom avermelhada (CARVALHO et al., 2004).

Em 1996, realizou-se o cruzamento entre um material introduzido dos Estados Unidos da América que apresentava a coloração da fibra marrom escura e a cultivar CNPA 7H de fibra branca de boa qualidade e ampla adaptação à região Nordeste (SEEDQUEST, 2005).

Após vários ciclos foram selecionadas algumas linhagens com fibra marrom escura que participaram de ensaios comparativos de rendimento em vários locais da região Nordeste por dois anos. Nestes ensaios, destacou-se a linhagem CNPA 01-22 por sua intensa coloração marrom telha, que também apresentou boa produtividade, tendo sido eleita para se tornar uma cultivar com o nome BRS Rubi.

Esta cultivar diferencia-se das demais cultivares de fibra marrom existentes no Brasil, por apresentar a fibra marrom escura ou marrom avermelhada. Foi a primeira cultivar no Brasil com esta característica de cor da pluma (CARVALHO et al., 2004) como se pode verificar na Figura 3.



Figura 3. Algodão BRS Rubi.

Como toda cultivar de fibra colorida, embora sua cor seja duradoura, deve-se evitar o prolongado retardamento da colheita, evitando exposição demasiada da fibra ao sol para que se obtenha uma coloração bem intensa (CARVALHO et al., 2004).

A cultivar BRS Rubi é herbácea ou anual, podendo ser cultivadas nas áreas zoneadas para este tipo de algodão. Desenvolvido para as condições do semi-árido, é uma excelente alternativa de geração de renda para os pequenos agricultores do Nordeste (SEEDQUEST, 2005).

Sua fibra apresenta as seguintes características: Percentagem de fibra 35,6%; Comprimento de fibra 25,4 mmSL%; Resistência 24,5 gf/tex; Finura 3,7I.M. e Uniformidade 81%. Outras características da BRS Rubi: Altura média de plantas 1,10m; Cor da flor e do pólen amarela; início do florescimento 55 dias e ciclo até a colheita 140-150 dias (CARVALHO et al., 2004).

3.10 Condução do experimento

Antecedendo o plantio, os lisímetros foram irrigados com água de abastecimento para levar o solo à capacidade de campo, deixando-o com uma umidade adequada para a germinação das sementes.

A semeadura do algodão foi realizada no dia 11 de novembro de 2004, de forma manual, utilizando-se cinco sementes por lisímetro, as mesmas foram inseridas na posição vertical e numa profundidade de 2 cm, conforme recomendações da Embrapa - Algodão. A emergência ocorreu no nono dia após o plantio.

No dia 04/01/05 foi realizado o desbaste deixando-se duas plantas por lisímetro, e escolhendo-se as plantas mais vigorosas, e resultando num total de 42 plantas. A operação de desbaste foi realizada cortando-se com auxílio de uma tesoura, a haste da planta rente ao nível do solo, no lisímetro.

3.11 Controle das irrigações e monitoramento da drenagem

Foram efetuadas diariamente com água de abastecimento (W_1) em todos os tratamentos, adotando-se um único volume de irrigação, correspondendo a 500 ml aplicadas manualmente através de uma proveta graduada, servindo assim, para o estabelecimento da cultura.

A partir do dia 06 de dezembro quando as mesmas já estavam com 25 DAS (dias após semeadura) começou-se a diferenciar os tratamentos utilizando-se dois tipos de águas: água de abastecimento (W_1) e água residuária tratada (W_2).

Após esse período as irrigações foram realizadas diariamente com volumes de águas iguais para todos os tratamentos, utilizando-se os dados da evapotranspiração diária e o K_c das respectivas fases fenológicas do algodão (Tabela 6) expressa na equação 1:

$$L = A \times E_{to} \times K_c \dots\dots\dots (Eq1)$$

Onde:

L = Lâmina de água (mm)

A = Área do lisímetro (m^2);

E_{to} = Evapotranspiração diária (mm);

K_c = Coeficiente da cultura.

Através da referida fórmula, obtinha-se a lamina de água desejada, para manter sempre o solo na capacidade de campo.

Tabela 6. Valores do coeficiente de cultivo (Kc) para diferentes estádios de desenvolvimento.

Estádio da Cultura	Kc
Estádio inicial	0,4-0,5
Desenvolvimento	0,7-0,8
Intermediário	1,05-1,25
Final	0,8-0,9
Colheita	0,65-0,7

Fonte: Doorenbos, J, 1994.

Os dados de evapotranspiração foram, obtidos na estação meteorológica da Embrapa – Algodão.

3.12 Tratos culturais

Durante o experimento, a cultura foi mantida livre de plantas daninhas, através de eliminação manual. Para controle fitossanitário do Pulgão do Algodoeiro (*Aphis gossypii*) e Ácaro Vermelho- (*Tetranychus ludeni*), foram realizadas três pulverizações de uma solução de 350 mg/l do inseticida Endosulfan AG (Endosulfan), nos períodos de 23 de Dezembro de 2004, 27 de Janeiro e 09 de Março de 2005. Foi diluída 20 mL desta solução em 2L de água, dosagem recomendada pela Embrapa-Algodão.

3.13 Variáveis de crescimento do algodoeiro

Para a avaliação dos efeitos da aplicação de doses de biossólidos e da irrigação com água residuária sobre o crescimento do algodoeiro de fibra colorida foram avaliadas a cada 30 DAS (dias após semeadura), Altura da Planta, Diâmetro Caulinar e Área Foliar.

Altura de planta (AP) é definida como distância vertical, em centímetros, entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal da haste principal.

Diâmetro do caule (DC) foi determinado utilizando-se um paquímetro, fazendo as leituras em milímetro, na região do colo da planta, aproximadamente a 1,0 cm da superfície do solo.

Área foliar por planta (AF/P) foi estimada via medidas lineares nas folhas, utilizando a equação de WENDT (1967). (Equação 02)

$$\text{Log } y = 0,006 + 1,863 \log \dots\dots\dots \text{ (Eq2)}$$

Onde:

X = maior comprimento da lâmina foliar (cm);

Y = área foliar (cm²).

A soma dos valores de y de uma mesma planta corresponde á área foliar total da referida planta.

3.14 Variáveis de produção do algodoeiro

A produção do algodão foi obtida a partir das seguintes variáveis:

a) Peso da pluma; Peso de 100 sementes; Percentagem de fibras; Peso de um capulho.

Os efeitos dos tratamentos aplicados às unidades, foram avaliados por meio de análise de variância e análise de regressão para todas as variáveis estudadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Variáveis do crescimento

Na Tabela 7, são apresentados os resultados das análises de variância referentes à altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar por planta (AFP) avaliadas nas diferentes fases do ciclo da cultura. Verifica-se pelo teste F que houve diferenças significativas a 1% de probabilidade para os fatores lodo (L) e tipo de água (W) avaliados a 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS) nos parâmetros de crescimento e desenvolvimento da planta, ou seja, altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar por planta (AFP). Para a variável AFP avaliados a 60, 90 e 120 dias houve efeito significativo, exceto aos 30 DAS, para o fator lodo.

A interação L x W foi significativa para a variável, AP no início e no final do ciclo (30 e 120 DAS respectivamente). Para o DC foi significativa apenas aos 30 DAS. Para AFP foi significativa aos 60, 90 e 120 dias após a emergência.

Também se observou que em todas as variáveis houve diferenças significativas entre os fatores e a testemunha (fator adicional) para as variáveis AP e AFP ocorreu diferença significativa com exceção aos 60 DAS. Os coeficientes de variação foram considerados adequados para todas as variáveis analisadas e em geral verifica-se uma diminuição com o aumento dos DAS.

Embora os tratamentos tenha sido aplicados a partir do 15º após a semeadura dia já na primeira avaliação, cinco dias após (30 DAS), ocorreu diferença significativa; isto pode ter ocorrido em razão das as plantas estarem na fase de elevado crescimento que para a cultura ocorre entre 25 a 40 DAS, outra razão pode estar associada as riquezas de nutrientes contidas na água residuária e no biossólido.

Tabela 7. Análise de variância dos dados de crescimento das variáveis: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar por planta (AFP), do algodoeiro submetido aos diferentes tratamentos.

Fator de Variação	GL	Quadrado médio (QM)		
		30 DIAS		
		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 DIAS				
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 DIAS				
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 *		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 DIAS				
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

NS - não significativo, * - significativo a nível de 0,05 no teste F; ** - significativo a nível de 0,01 no teste F GL - grau de liberdade

Na Tabela 8, verifica-se pela análise comparativa das médias através do teste Tukey, que as variáveis AP, DC e AFP apresentaram melhor crescimento quando submetidas à dosagem $L_2 = 225,0 \text{ kg Nha}^{-1}$, que corresponde a (8,523 ton de lodo de esgoto) e água residuária tratada em todas as avaliações realizadas.

As médias da AFP observadas aos 30 DAS, considerando o tratamento lodo não apresenta diferença significativa embora tenha seguido a mesma tendência das demais características.

Os resultados indicam a importância do uso da água residuária tratada (W_2) e do lodo de esgoto na agricultura corroborando com Figueiredo (2003), que obteve uma reposta positiva, em experimento conduzido em casa de vegetação com a cultura do algodão irrigado com água residuária e adubado com biossólido.

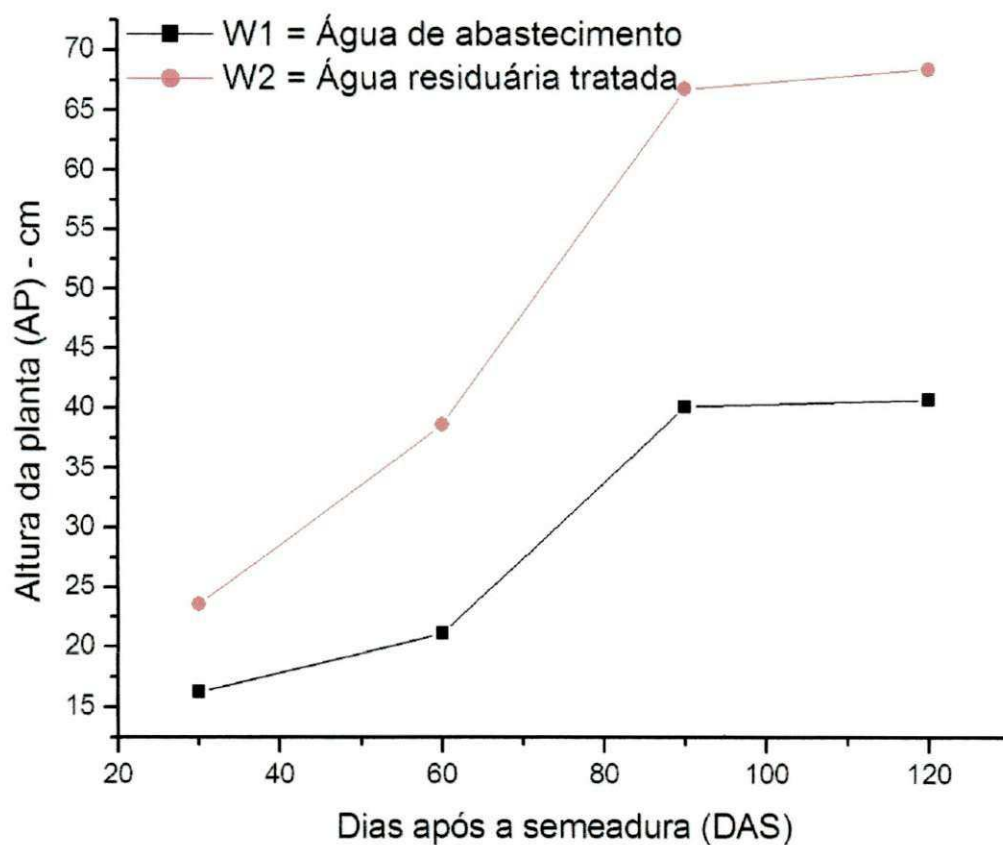
Tabela 8. Valores médios dos dados altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar por planta (AFP) do algodoeiro colorido, submetido as diferentes dosagens de lodo (kg Nha^{-1}) e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS).

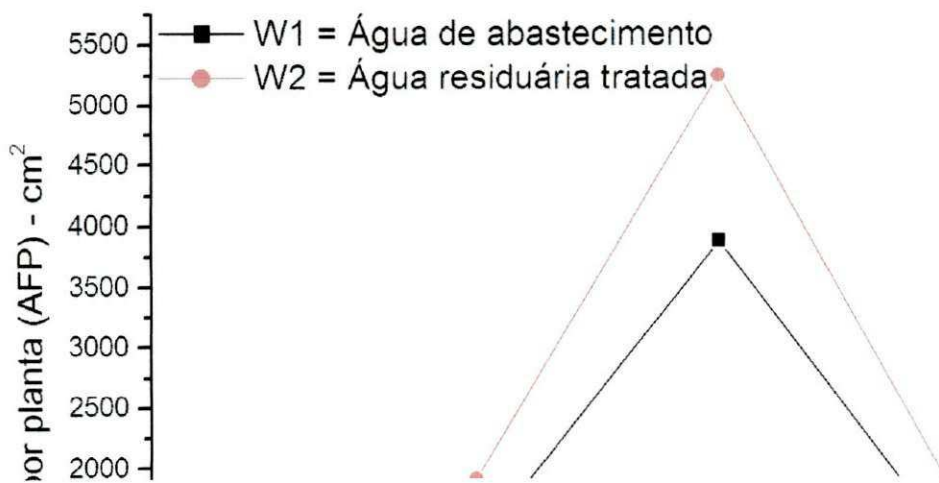
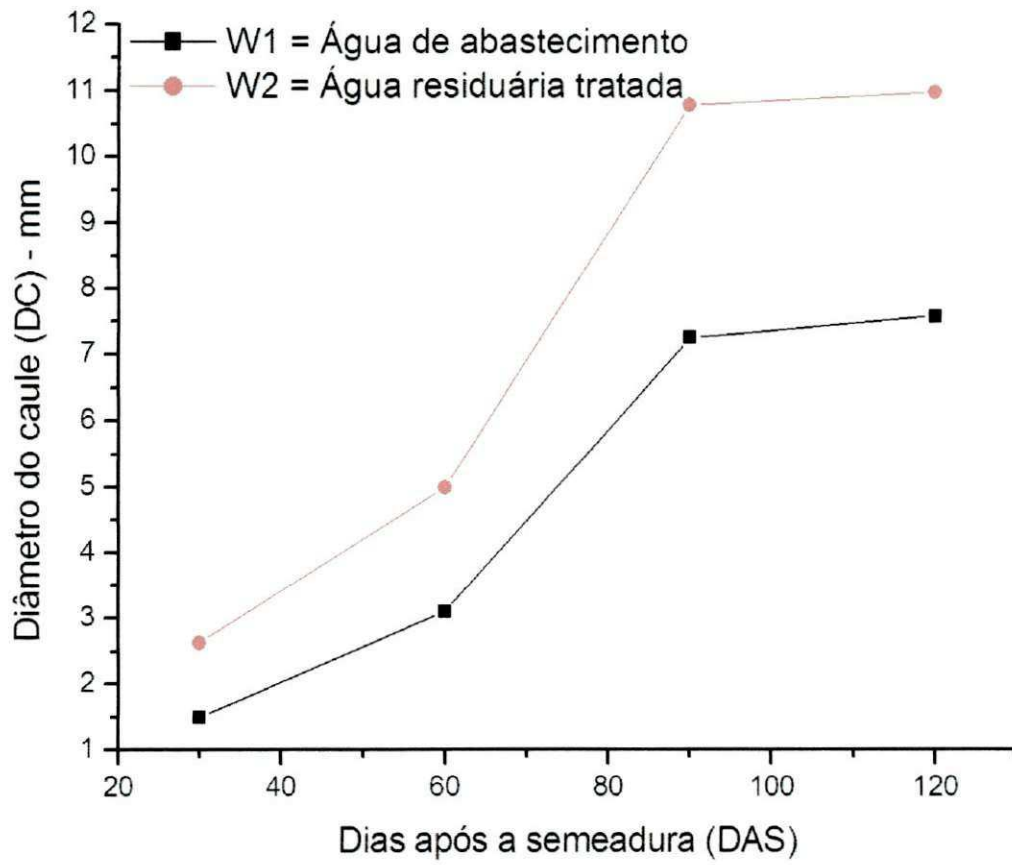
Tratamentos	Dias após a semeadura (DAS)			
	30	60	90	120
Dosagens de Lodo	Altura da planta (AP) - cm			
$L_0 = 0$	16,36 a	23,75 a	44,97 a	46,51 a
$L_1 = 112,5$	19,95 b	28,75 a	54,57 a b	54,98 b
$L_2 = 225$	23,46 c	37,01 b	60,82 b	62,20 c
DMS	1,28	7,02	10,07	3,06
TIPOS DE ÁGUA				
$W_1 = \text{Abastecimento}$	16,27 a	21,05 a	40,11 a	40,65 a
$W_2 = \text{Residuária tratada}$	23,57 b	38,63 b	66,80 b	68,47 b
DMS	0,85	4,68	6,71	2,04
Dosagens de Lodo	Diâmetro do caule (DC) - mm			
$L_0 = 0$	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				
$W_1 = \text{Abastecimento}$	1,48 a	3,10 a	7,25 a	7,58 a
$W_2 = \text{Residuária tratada}$	2,63 b	5,00 b	10,78 b	10,97 b
DMS	0,34	0,27	0,71	0,95
Dosagens de Lodo	Área foliar por planta (AFP) - cm^2			
$L_0 = 0$	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	1792,47 c	5038,47 c	1623,33 c
DMS	50,96	70,27	76,00	18,01
TIPOS DE ÁGUA				
$W_1 = \text{Abastecimento}$	218,57 a	1340,63 a	3877,35 a	1208,30 a
$W_2 = \text{Residuária tratada}$	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 e fator não diferem estatisticamente a nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey.

Na Figura 4, verifica-se que as variáveis analisadas em função da aplicação do tipo de água (W), podendo-se observar que o maior valor de AP, DC e AFP no experimento ocorreu na presença da água residuária (W₂) com diferenças significativas a 1% de probabilidade. Verifica-se que para as variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) praticamente se estabilizou entre os 90 e 120 DAS que coincide com o final do primeiro ciclo da cultura. Para a área foliar por planta (AFP) houve um decréscimo a partir dos 90 DAS. Neste período as plantas iniciaram a fase de senescência. De um modo geral, a irrigação com água residuária tratada (W₂) promoveu mais desenvolvimento das plantas cultivadas, devido ser rica em nutrientes prontamente assimiláveis.

Figura 4. Valores médios de altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar por planta (AFP), submetidos as diferentes dosagens de lodo (L) e tipos de água (W), em função dos dias após a semeadura (DAS).





Nas tabelas 9, 10 e 11 ao comparar os tratamentos tipos de água (W) dentro de cada dosagem de lodo (L) nas diversas fases do ciclo da cultura, observou-se que a água residuária tratada (W₂) usada como fonte de irrigação promoveu aumento em todas as variáveis relacionadas com o crescimento da planta, altura de planta (AP), diâmetro do caulinar (DC) e área foliar por planta (AFP). Verificou-se ainda que os melhores resultados ocorreram na interação W₂ x L₂ = 225 Kg Nha⁻¹ seguido da interação W₂ x L₁ = 112,5 kg Nha⁻¹. Em geral observou-se que com a água residuária tratada e com adubação do lodo os valores das características de crescimento da planta: AP, DC e AFP foram muito maior do que quando se irrigou com água de abastecimento. Resultados semelhantes foram alcançados por Alcântara (2003), que desenvolveu um trabalho com a cultura do algodão herbáceo, (tanto de fibra colorida quanto branca).

Tabela 9. Valores médios das interações significativas da análise de variância referente à altura da planta (AP) em cm, do algodoeiro colorido, submetido as dosagens de lodo (kg Nha⁻¹) e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS).

Tipos de águas (W)	Dosagens de lodo (L)		
	L ₀	L ₁	L ₂
	Altura da planta (AP)		
	30 DIAS		
W ₁	14,56 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
	120 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 dosagens) e maiúscula na coluna (dentro dos tipos de água), não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Valores médios das interações significativas da análise de variância referente ao diâmetro do caule (DC) em mm, do algodoeiro colorido, submetido as dosagens de lodo (kg Nha⁻¹) e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS).

Tipos de águas (W)	Dosagens de lodo (L)		
	L ₀	L ₁	L ₂
	Diâmetro do caule (DC)		
	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
	120 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 dosagens) e maiúscula na coluna (dentro dos tipos de água), não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

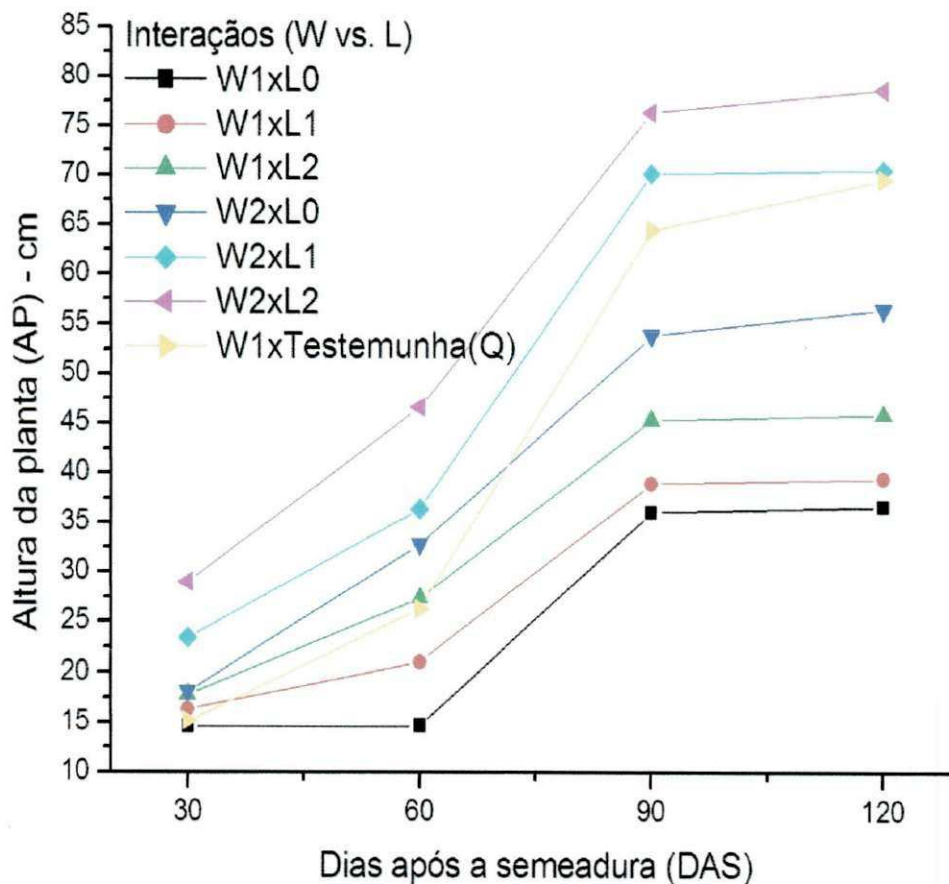
Tabela 11. Valores médios das interações significativas da análise de variância referente a área foliar por planta (AFP) em cm², do algodoeiro colorido, submetido as dosagens de lodo (kg Nha⁻¹) e tipos de água, e em função dos dias após a semeadura (DAS).

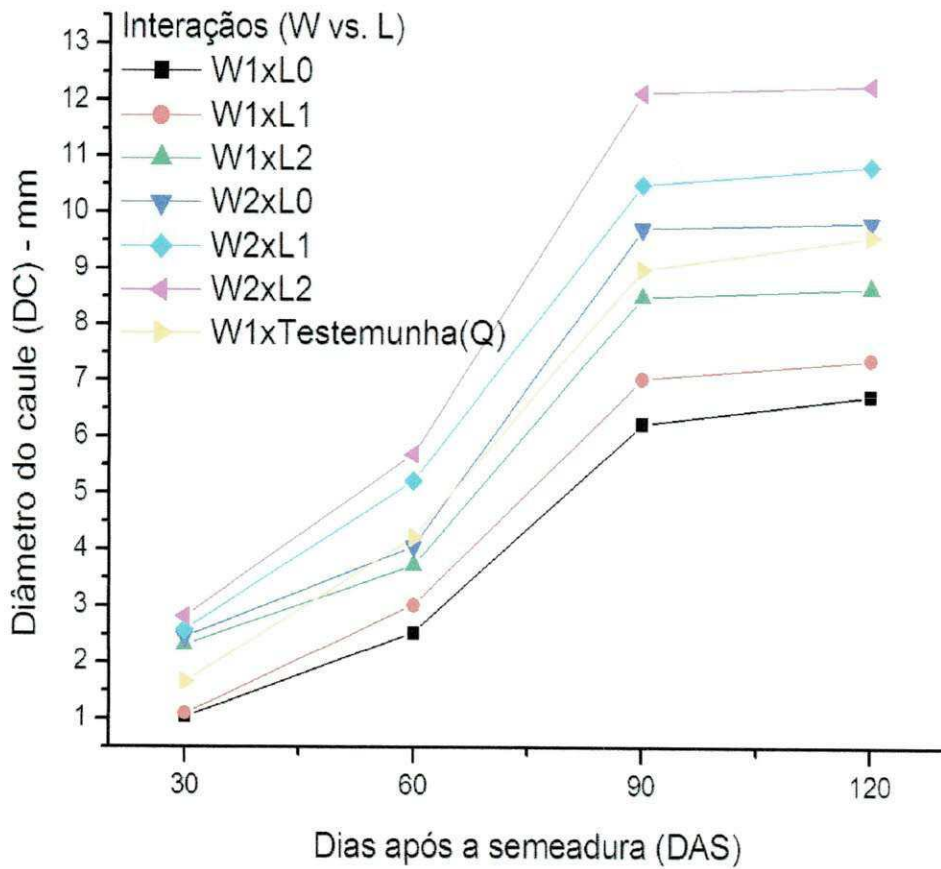
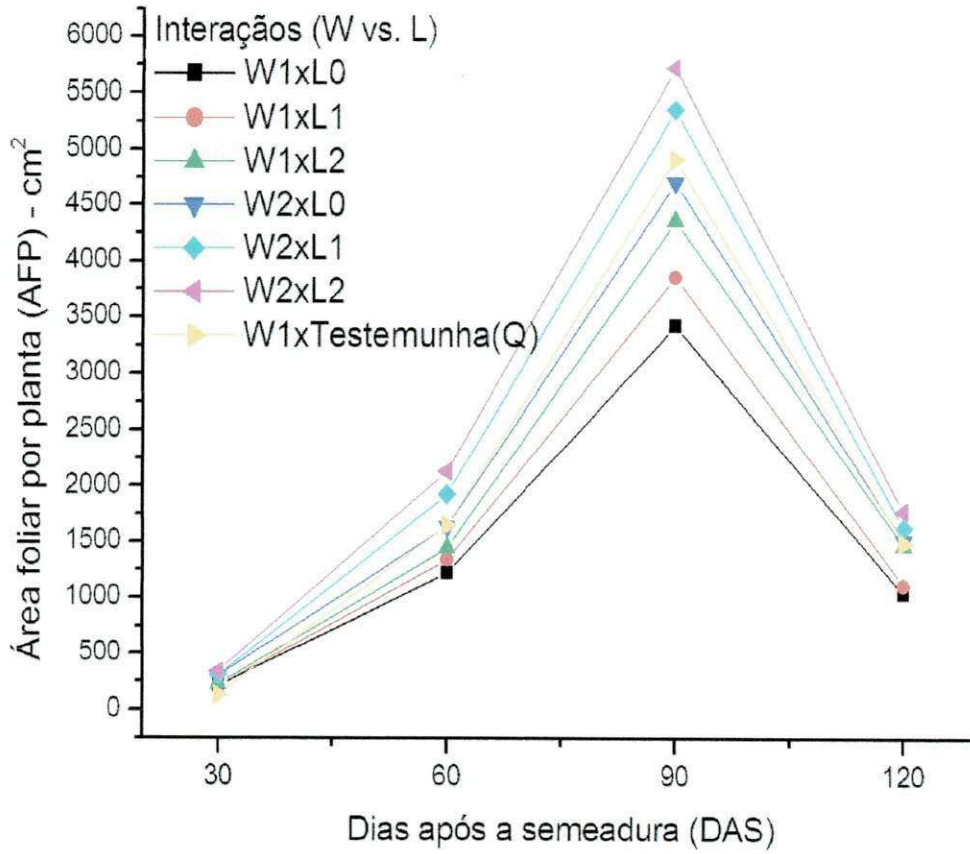
Tipos de águas (W)	Dosagens de lodo (L)		
	L ₀	L ₁	L ₂
	Área foliar por planta (AFP)		
	30 DIAS		
W ₁	208,81 aA	213,08 aA	233,83 aA
W ₂	306,92 bA	310,20 bA	342,89 bA
DMS W dentro (L)	58,83	DMS L dentro (W)	72,08
	60 DIAS		
W ₁	1.224,14aA	1.347,92 aB	1.449,82 aC
W ₂	1.643,15 bA	1.931,23 bB	2.135,12 bC
DMS W dentro (L)	81,12	DMS L dentro (W)	99,37
	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)	107,48
	120 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)	25,47

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

Verifica-se na Figura 5 que os maiores valores médios das interações entre os níveis dos fatores analisados (W x L) para as variáveis: AP, DC e AFP em função dos dias após a semeadura (DAS), ocorreram entre 60 e 90 dias após a semeadura (DAS). Foi verificado que as plantas que exibiram maiores valores de AFP foram aquelas irrigadas com água residuária tratada (W₂) e adubados com dosagens de lodo L₂ = 225 kg Nha⁻¹ aos 90 DAS, decrescendo notoriamente a partir desta ponto, fato justificado pela ocorrência da senescência das plantas que pode ser observada nesta ocasião. Também na Figura 5 verifica-se diferença significativas para as variáveis de crescimento entre o fator água de abastecimento (W₁) e tratamento químico (testemunha), ao comparar o fator W₁ versus L₀ onde, L₀ é sem adubação.

Figura 5. Valores médios da altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar da planta (AFP), do algodoeiro colorido, para a interação entre os níveis dos fatores analisados (W x L) em função dos dias após a semeadura (DAS).





4.2 Variáveis de produção

A análise de variância dos dados do primeiro ciclo de produção do algodão mostrou que houve efeito significativo a 1% de probabilidade quando submetido às dosagens de lodo (L) e aos tipos de água (W) para as variáveis de produção peso de pluma (PP), percentagem de fibras (PF), peso de um capulho (PCA) e peso de cem sementes (P100S) (Tabela 12). Observou-se diferença significativa para a interação (L x W) apenas para as variáveis PP e P100S. Também se observa que não houve diferenças significativas entre os fatores e a testemunha (fator adicional) para as variáveis PP e PF.

Tabela 12. Análises de variância dos dados de produção das variáveis: pesos pluma (PP), percentagem de fibras (PF), peso de um capulho (PCA), peso de cem sementes (P100S) do algodoeiro colorido submetido aos diferentes tratamentos.

FATOR DE VARIAÇÃO	GL	Quadrados Médios (QM)			
		PP (g)	PF (%)	PCA (g)	P100S (g)
Lodo (L)	2	23,90 **	7,80 **	0,48 **	4,49 **
Tipo de Água (W)	1	123,76 **	35,70 **	2,64 **	27,75 **
L x W	2	1,80 *	1,57 ns	0,11 ns	1,08 **
Fatorial vs. Testemunha	1	1,18 ns	2,36 ns	0,24 *	2,20 **
Tratamento	6	29,10 **	9,47 **	0,67 **	6,85 **
Resíduo	14	5,68	0,96	0,04	0,11
Total corrigido	20				
CV (%)		4,29	3,20	6,53	2,87
Medial geral		14,85	30,76	3,20	11,60

Ns – não significativo, * - significativo ao nível de 0,05 no teste F; ** - significativo ao nível de 0,01 no teste F
GL – grau de liberdade

Pela Tabela 13, verifica-se pela análise comparativa das médias pelo teste Tukey, que as variáveis PP, PF, PCA e P100S apresentaram melhor comportamento de produção quando submetidas à dosagem $L_2 = 225 \text{ kg Nha}^{-1}$ seguido das dosagens L_1 e L_0 embora L_1 tenha revelado os melhores resultados. Com relação aos tipos de água os melhores resultados foram observados para todas as variáveis de produção, quando submetido ao tratamento com água residuária tratada (W_2). Tais resultados indicam a importância do uso da água residuária tratada (W_2) e elevadas dosagens de lodo nas variáveis de produção para do algodoeiro.

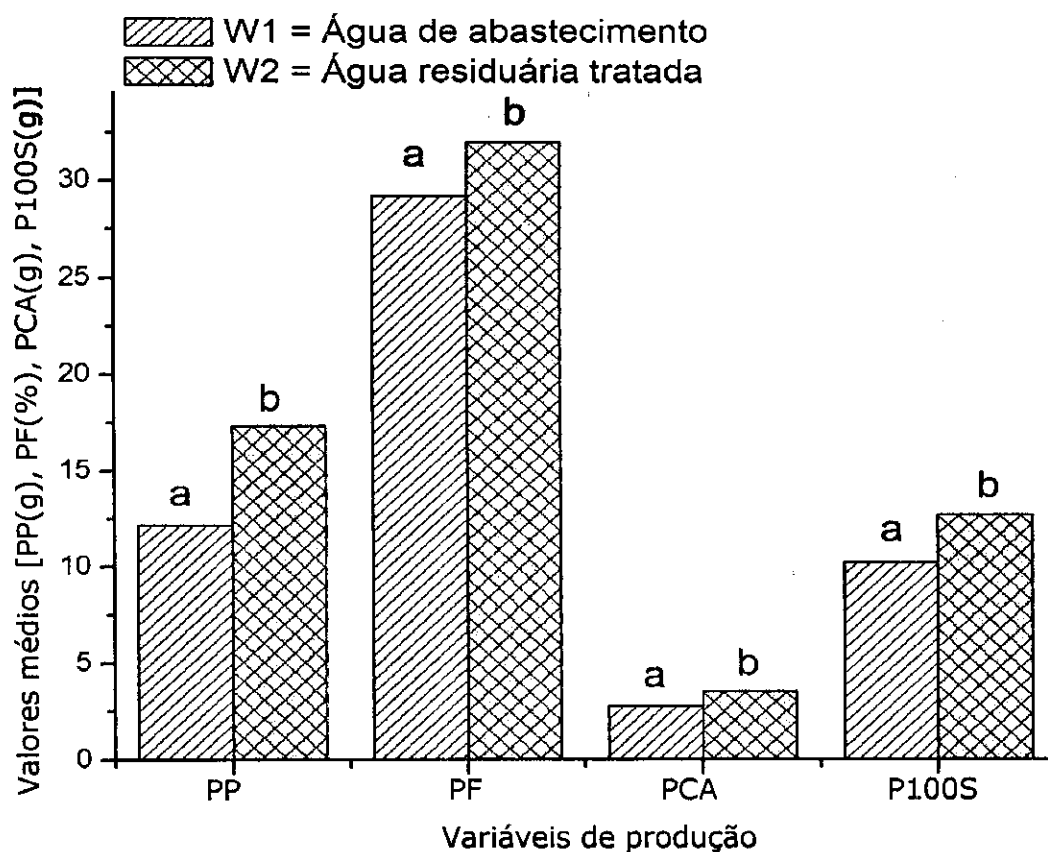
Tabela 13. Valores médios dos dados de produção das variáveis: pesos pluma (PP), percentagem de fibras (PF), peso de um capulho (PCA), peso de cem sementes (P100S) do algodoeiro colorido submetido aos diferentes tratamentos.

TRATAMENTOS	Variáveis de produção			
	PP (g)	PF (%)	PCA (g)	P100S (g)
DOSES BISSÓLIDOS				
$L_0 = 0$	12,95 a	29,44 a	2,86 a	10,75 a
$L_1 = 112,5$	14,41 b	30,71 ab	3,18 ab	11,24 b
$L_2 = 225$	16,90 c	31,71 b	3,43 b	12,43 c
DMS	1,05	1,62	0,34	0,44
TIPOS DE ÁGUA				
$W_1 = \text{Abastecimento}$	12,13 a	29,21 a	2,77 a	10,23 a
$W_2 = \text{Residuária tratada}$	17,37 b	32,03 b	3,54 b	12,71 b
DMS	0,70	1,08	0,23	0,29

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 1% de probabilidade no teste de Tukey.

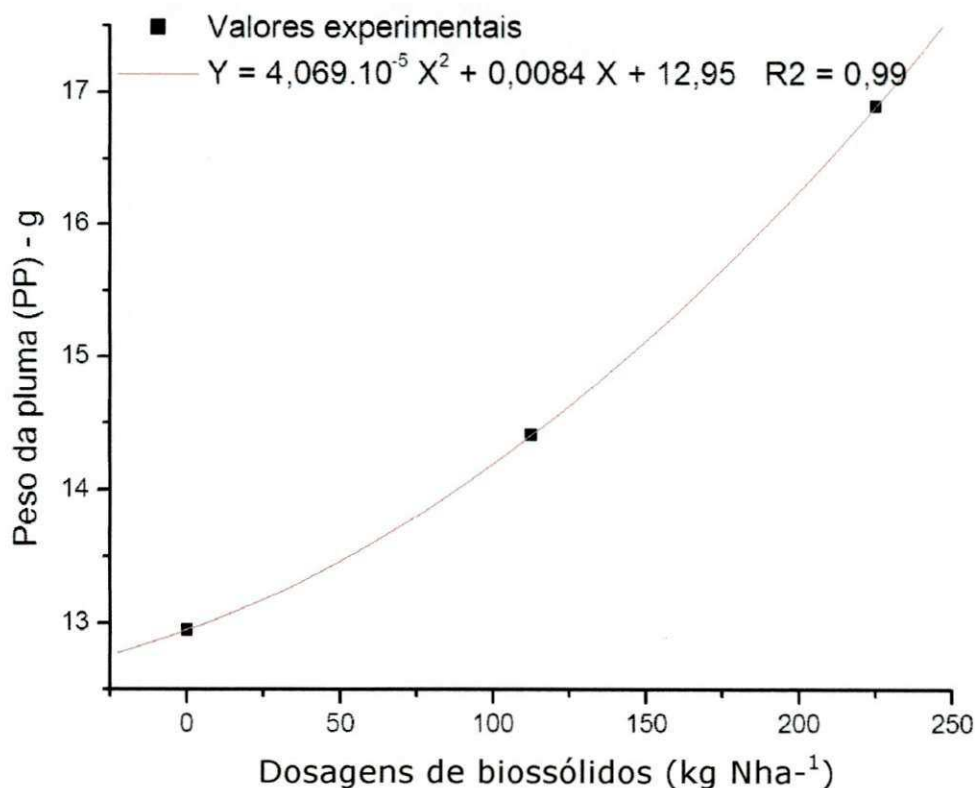
Na Figura 6, pode ser visto o que ocorreu com as variáveis relacionadas à produção em função da aplicação do tratamento tipos de água (W), e pode-se observar que os melhores resultados para peso de pluma (PP), percentagem de fibra (PF), peso de um capulho (PCA) e peso de 100 sementes (P100S) ocorreram na presença da água residuária tratada (W₂), com diferenças significativas em relação à água de abastecimento (W₁). Na verdade a ação do potássio prontamente disponível, juntamente com outros nutrientes presentes na água residuária tratada promoveu, a elevação da percentagem de fibra. De acordo com Passos 1973, o potássio promoveu a ativação de dezenas de enzimas relacionadas com a formação da fibra, via síntese da celulose, principal componente da fibra, representado 90% do peso seco da mesma.

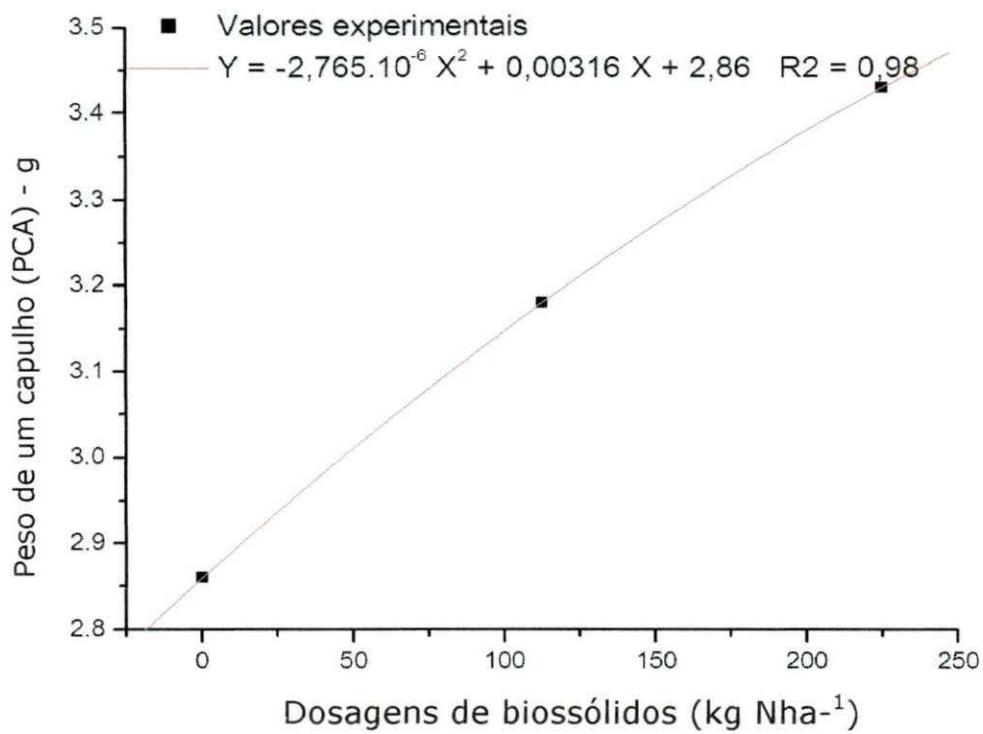
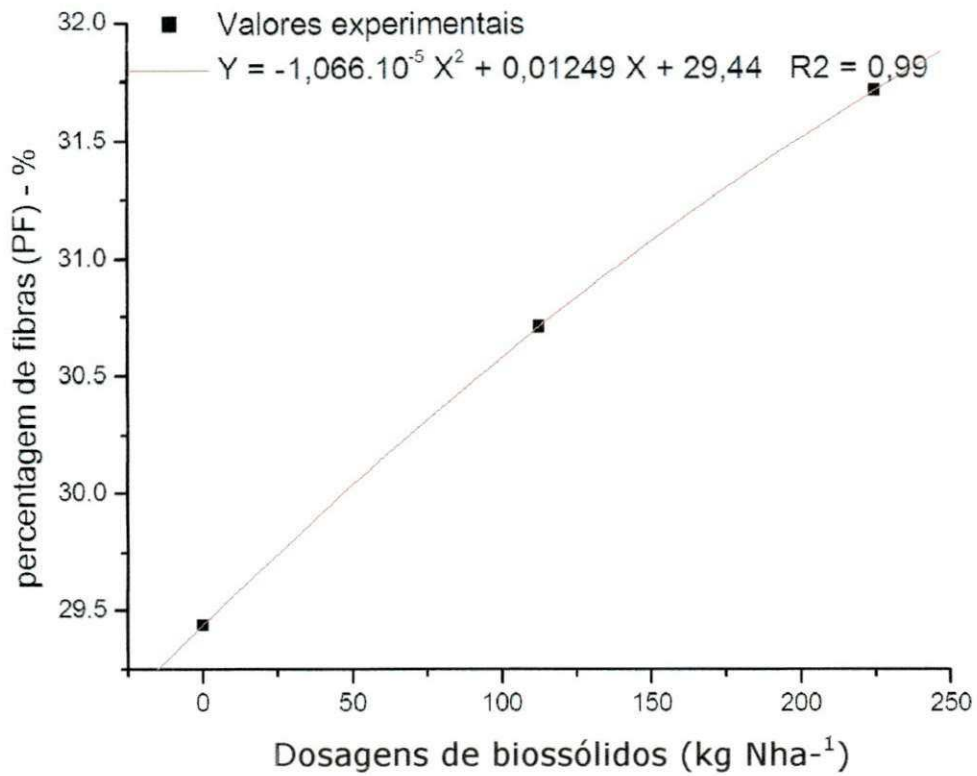
Figura 6. Valores médios dos pesos pluma (PP), percentagem de fibras (PF), peso de um capulho (PCA), peso de cem sementes (P100S), submetidos aos dois tipos de água (W).

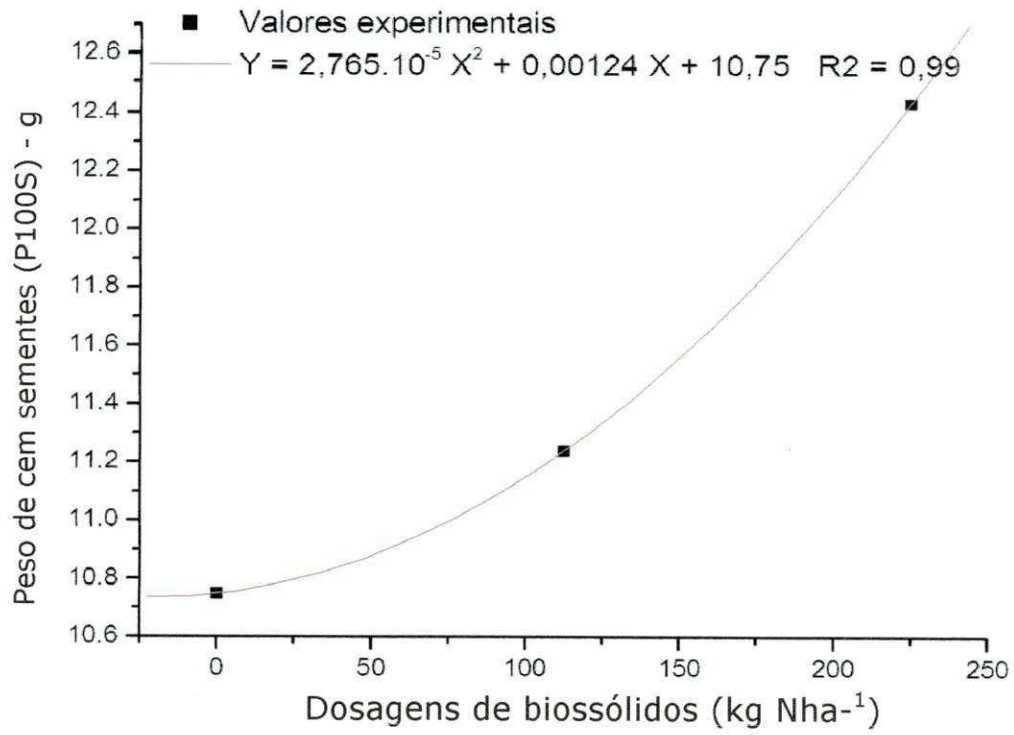


Utilizou-se a regressão para analisar tendências e comportamento dos valores médios de PP, PF, PCA e P100S do algodão colorido, para o período total de 120 DAS, em condição de campo na presença doses crescentes de bio sólidos. Conforme a Figura 7, verifica-se que todos os valores médios das variáveis relacionadas com a produção apresentaram altos coeficientes de determinação (R^2) com ajuste da equação de forma polinomial de segundo grau para todas as variáveis de produção estudadas, apresentando tendência de crescente e decréscimo com incremento das diferentes doses de bio sólidos. Para cada valor X dosagem de bio sólidos observados (ou estabelecidos), tem-se os correspondentes valores observados das variáveis de produção, representado por Y, e a equação ajustada pelo modelo polinomial: $Y = a X^2 + b X + c$. da variável PP ($X = 225 \text{ Kg}$; $Y = 16,90 \text{ g}$), temos o próprio valor observado de Y (16,90 g) e o valor predito pela equação de regressão: $\hat{Y} = 24,069 \cdot 10^{-5} \cdot (225)^2 + 0,0084 \cdot (225) + 12,95 = 16,87 \text{ g}$. A Figura 7 ilustra essa correspondência.

Figura 7. Análise de regressão dos pesos pluma (PP), percentagem de fibras (PF), peso de um capulho (PCA), peso de cem sementes (P100S) do algodoeiro colorido, submetido as diferentes de dosagens de lodo (L).







5 CONCLUSÕES

Os diferentes níveis de lodo e tipos de água promoveram aumento significativo, refletido pelos valores obtidos nas variáveis de crescimento altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e Área foliar por planta (AFP) de frutos de algodoeiro;

De uma maneira geral, a água residuária tratada, dada sua riqueza em nutrientes, elevou todas as variáveis de produção peso de pluma (PP), peso de cem sementes (P100S), percentagem de fibra (PF) e peso de um capulho (PCA) quando comparado a água de abastecimento.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, R. de L. **Biossólido como fonte de nutrientes para o algodão herbáceo e o seu efeito residual no milho**. 2003. 177f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

AMBIENTE BRASIL. **Lodo de esgoto**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>> Acesso: 02 de fev. 2005.

ANDREOLI, C. V. et al. **Aceitabilidade pública da utilização do lodo de esgoto na agricultura da região metropolitana de Curitiba**. Sanare. Revista Técnica da Sanepar. V.12, N.12, Jul/Dez. p. 43-52, 1999.

ANDRADE NETO, C. O uso de esgotos sanitários e efluentes tratados na irrigação. In: 9º Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (IX CONIRD-ABID). ANAIS. V. 2, 1992.f. 1961-2006.

APHA-ESTON, A D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A E. **Standard methods for the examination of water and wasterwate**. 19h., Washington: APHA, 1995. Paginação irregular.

ARAÚJO, A E.; et al. **Sistemas de produção**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHML/AlgodãoIrrigado/autores.htm>> Acesso em: 31 de Mar. 2005.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. Problemas de qualidade da água. In: **A Qualidade da Água na Agricultura**. “Water Quality for Agriculture”. Campina Grande, 1999, p. 1-10.

BASTOS, R. K. X. et al. O Reuso de água no Brasil – Necessidade ou Realidade? In: **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura**. Rio de Janeiro: RIMA. 2003. p. 1-22.

BELTRÃO, N. E. de M. Algodão Colorido no Brasil e no Mundo. In: BELTRÃO, N. E de M.; Araújo, A. E. de. **Algodão: o produtor pergunta, a Embrapa Responde**. – Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológica, 2004, p.240-257.

_____. Algodoeiro Brasileiro em Relação ao Mundo: Situação e Perspectiva. In: BELTRÃO, N. E. de M.(Org). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA. Comunicação para transferência de Tecnologia, 1999, V.1 (2v), p. 15 – 27.

_____; CARVALHO, L. P. de. **Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste da Paraíba**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004, p. 9-11.

_____; SOUZA, J. G. de. Fragmentos do agronegócio do algodão no Brasil e no mundo. Tamanho das propriedades. In: **II Congresso Brasileiro de Algodão**, 1999, Ribeirão Preto. Anais... Campina Grande: Embrapa – CNPA, 1999. p. 17-19.

_____. **Breve história do algodão no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: Embrapa – Algodão, 2003, p.10-17.

BEZERRA, J. R. C.; LUZ, M. J. da S. Efeito do déficit hídrico do solo no rendimento do Algodoeiro Herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.). In: **Congresso Brasileiro de Algodão**, 3. Vol 1, 2001, Mato Grosso do Sul. Produzir sempre, o grande desafio. Anais... Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 2001, p. 680-682.

BRUNO, R. L. A. et al. Qualidade de sementes do algodoeiro colorido e tradicional da cv. CNPA 7H. In: **Congresso Brasileiro de Algodão**, 3, vol 2, 2001, Mato Grosso do Sul. Produzir sempre, o grande desafio. Anais... Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 2001, p. 934-937.

CARVALHO, O. S.; SILVA, O. R. R. F. da, MEDEIROS, J. da C. Adubação e Calagem. In: BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. vol. 1. Brasília: EMBRAPA – CNPA/ EMBRAPA – SPI, 1999, P. 175-201.

CARVALHO, L. H.; CHIAVEGATO, E. J. A cultura do algodão no Brasil: fatores que afetam a produtividade, In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. dos (Ed). **Cultura do Algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p. 1-14.

CARVALHO, L. P. de. Contribuição do melhoramento ao cultivo do algodão no Brasil. In: BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. vol. 1. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, 1999. p.254-269.

_____; ARAÚJO, G. P. de; VIEIRA, R. de M., BELTRÃO, N. E. de M; COSTA, J. N. da. **Brs – Rubi**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 Folder.

CARVALHO, O. S.; SILVA, O. R. R. F. da, MEDEIROS, J. da C. Adubação e Calagem. In: **O agronegócio do algodão no Brasil**. vol. 1. Brasília: EMBRAPA – CNPA/ EMBRAPA – SPI, 1999, p. 175-201.

COELHO, M. A ; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna. 1982.

CORRÊA, J. R. V. **Algodoeiro: informações básicas para seu cultivo**. Belém: EMBRAPA – UEPAE Belém, 1989. 29p (EMBRAPA –UEPAE Belém, Documento,11).

_____. **Algodoeiro: informações básicas para o seu cultivo**. Belém: EMBRAPA – UEPAE Belém, 1989. 29p (EMBRAPA- UEPAE Belém, Documentos,11).

DOORENDOS, J. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande, UFPB. 1994. p. 135-141.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). **O Algodão Colorido no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 2000.

_____. **Produção de informação**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, CNPS, 2001.

FARIAS, F. J. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C. Caracteres de importância econômica no melhoramento do algodoeiro. In. BELTRÃO, N. E. de M. (org.), **O agronegócio do Algodoeiro no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, Comunicação para transferência de Tecnologia, v.1 (2v.), 1999. p. 363-369.

FERREIRA, O E. **Efeito da aplicação de água residuária doméstica tratada e adubação nitrogenada na cultura do algodão herbáceo e no meio edáfico**. 2003. 78p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) Universidade Federal de Campina Grande - PB.

FIGUEIRÊDO, I. C. de M. **Água residuária e biossólido no cultivo do algodão colorido**. Campina Grande: UFCG, 2003. 87p. Dissertação Mestrado.

FREIRE, E. C. **Algodão colorido**. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. v.2, n.9, p. 36-39, 1999. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão Colorido no Brasil. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 2000.

FRYE, I. A. A.; KAIRUZ, I. A. G. Manejo de Suelos y uso de fertilizantes. In: **FEDERACIÓN NACIONAL DE ALGODONEROS**. Bases Técnicas para el cultivo del algodón en Colombia. Bogotá: Guadalupe, 1990. p. 113-202.

FREIRE, E. C. **Algodão colorido**. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, v.2, n.9, p. 36-39, 1999.

FREIRE, E. C. et al. **Cultura do algodoeiro no Estado de Mato Grosso**. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1997. 65 p. (Embrapa. Circular Técnica, 23).

FUZATO, M. G. Adubação Mineral. In: Instituto Brasileiro de Potassa. **Cultura e adubação do algodoeiro**. São Paulo – Brasil, 1965. 475p.

GOMES, P. **Adubos e adubação**. São Paulo: Nobel 1988, p. 17-34.

GRANER, E. A. JÚNIOR C. GODOY. **Culturas da fazenda brasileira**. São Paulo Edições Melhoramentos, 1962, p.34-68.

HESPAHOL, I. Potencial de Reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos, In: **Reuso de água**. Barueri: Manole, 2003. p. 37-95.

INMET - NORMAS CLIMATOLÓGICAS (1961-1990), Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretária Nacional de Irrigação. **Departamento Nacional de Meteorologia**. Brasília – Brasil, 1992.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba Agrônômica “Ceres”, 1985. p. 112-129.

LÉON, S. G.; CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias**: Tradução de H. R. Gheyi; A. Koning; B. S. O. CEBALLOS; F. A. V. DAMASCENO. Campina Grande: UFPB. 1999.

LIMA, M. M. de. **Desempenho do algodoeiro de fibra verde em função de adubação nitrogenada e promotor de crescimento**. Campina Grande: UFCG, 2004. 68p. Dissertação Mestrado.

LUDUVICE, M. Experiência da Companhia de Saneamento do Distrito Federal na Reciclagem Agrícola de Biossólido. In: **Impacto ambiental do uso de lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2000. p. 153-162.

MANCUSO, P. C. S.; BREGA FILHO, D. Conceito de reuso da água. In: MANCUSO, C. S. A; SANTOS, H. F. dos (Editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003, p. 21-36.

MALAVOLTA, E. et al. **Nutrição mineral de algumas culturas tropicais**. Piracicaba: Pioneira, 1967. p. 193-195.

_____; HAAG, H. P.; MELLO, F.A F. de; BRASIL SOBRINHO, M.O C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo, pioneira, 1974. p.182-188.

NASCIMENTO, M. B. H. do. **Modificações no ambiente edáfico, na água e na mamoneira submetidos ao uso de biossólidos e água residuária**. Campina Grande: UFCG, 2003. 75p. Dissertação de Mestrado.

OLAVO JUNIOR, E. **Bacias hereditárias**. Sanare. Revista Técnica da Sanepar, Curitiba, v.15, n.15, p. 7-8, Jan/Jun. 2001.

PASSOS, S. M. de G. **Algodão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1980. p. 138 – 203.

_____. **Algodão**. Campinas, Instituto Campineiro de ensino Agrícola, 1980, 424p.

_____. **Algodão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977. p. 138-140.

PHILIPPI JÚNIOR, A. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: **Reuso de água**. Barueri: Manole, 2003, p. 37-95.

_____. Reúso de água: uma tendência que se firma. In: **Reuso de água**. Barueri: Manole, 2003, p. 1-2.

PANORAMA RURAL. **Rotação de culturas: riquezas preservada**. Disponível em: <<http://www.panoramarural.com.br>> Acesso em: 02 de out. 2005.

POTAFOS – **Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato**. Ano 2002. Disponível em: <www.potafos.org> Acesso em: 13 de Dez 2005.

RICHETTI, A; MELO FILHO G. A de. **Aspectos socioeconômicos do algodoeiro**. In: EMBRAPA. Agropecuária Oeste. Algodão: Tecnologia de produção. Dourados: EMBRAPA-Agropecuária Oeste, cap I, 2001. p. 13-35.

SANEPAR - Companhia de saneamento do Paraná. **Manual técnico para utilização do lodo de esgoto no Paraná**. Curitiba: SANEPAR, 1997. 96 p.

SANTANA, J. C. F. de et al. Características intrínsecas da fibra de linhagens e cultivares nacionais de algodão herbáceo. In: **Congresso Brasileiro de Algodão**, 2001, Mato Grosso do Sul. Produzir sempre, o grande desafio: Anais... Campina Grande: EMBRAPA/ CNPA, 2001, VOL I, p. 1059-1061.

_____. **Situação atual e perspectivas do algodão brasileiro**. Fibras e Óleos, Campina Grande, 1997, p. 3.

_____; VANDERLEY, M. J. R; BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. Características da fibra e do fio do algodão: análise e interpretação dos resultados. In: **O agronegócio do algodão no Brasil**, Beltrão, N. E. de M. vol I, Brasília, EMBRAPA – CNPA/EMBRAPA – SPI, 1999, P. 859 – 879.

SEEDQUEST News Section. **Embrapa lança duas novas cultivares de algodão colorido**. Disponível em: <<http://www.seedquest.com/News/releases/2005/february/11483.htm>> Acesso em 02 de out. 2005.

SILVEIRA, P. M. da. COBUCCI T. Rios G. P. STONE L.F. e SILVA O. F. **Sistemas Agrícolas Irrigados nos Cerrados**. Santo Antônio de Goiás, GO – EMBRAPA, 1999.

SILVA, M. J. da; BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, E. O. dos. **Perspectivas da irrigação na cultura algodoeira no nordeste brasileiro**. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1988. 28 p. (EMBRAPA – CNPA. Documento, 34).

SILVA, N, M. da et al. **Seja doutor do seu algodoeiro**. Informações Agrônomicas, Piracicaba, n. 69, 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n.8, p. 1-24, mar. 1995. Encarte.

SOUZA, M. C. M. de. **Produção de algodão orgânico colorido: Possibilidades e limitações**. v.30 . n. 6. São Paulo: Informações Econômicas, 2000. p. 91-98.

STAUT, L. A e KURIHARA, C. H. Calagem e Adubação. In: STAUT, L. A e KURIHARA, C. H. **Algodão: Tecnologia de Produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001, p. 103-122.

_____. Calagem, Nutrição e Adubação. In: **EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados MS)**. Algodão: Informações Técnicas. Dourados: EMBRAPA – CPAO: Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1998. p. 51-70. (EMBRAPA – CPAO. Circular Técnico, 7).

TEIXEIRA, C. F. A.; PAULETTO, E. A ; SILVA, J. B.da. **Resistência mecânica à penetração de um argissolo amarelado distrófico típico sob diferentes sistemas de produção em plantio direto**. Ciência Rural, vol 33, n. 6, Santa Maria, NOV/DEC.2003. Disponível em: <[http://www. Scielo.com.br/teses](http://www.Scielo.com.br/teses)> Acesso em 10 de mar. 2005.

TSUTIYA, M. T. Caracterização de bio sólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: **Bio sólidos na agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. p. 89-129.

TUCKER, T. C.; TUCKER, B. B. Nitrogen Nutrition. In: ELLIOT, F. C.; HOOVER, M.; PORTER JUNIOR, W. K. Eds. **Advances in production and utilization of quality cotton: principles and practices**. Ames: Iowa State University, 1968. p. 183-211.

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. **Tratamento anaeróbio de esgotos – um manual para regiões de clima quente**. Campina Grande: Epgraf. 1994. 210p.

VIEIRA, R. de M. et al. **Análise da produção e das propriedades tecnológicas da fibra do ensaio nacional de variedades de algodão**. Ipanguaçu – RN. 1999, Vol 1. 2001, Mato Grosso do Sul. **Produzir sempre, o grande desafio**. Anais... Campina Grande: Embrapa/CNPA, 2001, p. 704-706.

VIVANCO, A D. **Tratado de fertilización**. Mdri: Mundi – Prensa, 1989. 601p.

WENDT, C. W. Use of a relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castors (*Ricinus communis* L.), and Sorghum (*sorghum Vulgare* L.). **Agronomy Journal**, V.59, p. 484-486, 1967.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Healthn guidelines for use of waste – waster in Agriculture and Aquaculture**. Report of a WHO Scientific Group, Technical Report Series. 778, 1989, Geneva. 72p.