



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
ÁREA: ENGENHARIA DE ÁGUA E SOLO**



**ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

**CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO COLORIDO BRS 200 SOB IRRIGAÇÃO COM  
ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA E ADUBAÇÃO FOSFATADA E NITROGENADA**

**JOSÉ SEBASTIÃO COSTA DE SOUSA**

**Campina grande - Paraíba**

**Outubro - 2007**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



**PARECER FINAL DO JULGAMENTO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

**JOSÉ SEBASTIÃO COSTA DE SOUSA**

**CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO COLORIDO BRS 200 SOB IRRIGAÇÃO COM  
ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA E ADUBAÇÃO FOSFATADA E NITROGENADA**

BANCA EXAMINADORA:

PARECER

APROVADO

Carlos Alberto Vieira de Azevedo – Orientador

APROVADO

José Dantas Neto - Examinador

APROVADO

Manassés Mesquita da Silva - Examinador

OUTUBRO - 2007



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

**CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO COLORIDO BRS 200 SOB IRRIGAÇÃO COM  
ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA E ADUBAÇÃO FOSFATADA E NITROGENADA**

**JOSÉ SEBASTIÃO COSTA DE SOUSA**

Estágio supervisionado apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do diploma de graduação em Engenharia Agrícola.

ÁREA: Engenharia de Água e Solo

ORIENTADOR: Prof<sup>o</sup>. Phd. Carlos Alberto Vieira de Azevedo

Campina grande - Paraíba

Outubro – 2007

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado tudo aquilo que precisei para chegar até aqui, por sempre estar do meu lado.

Aos meus pais que são a razão de toda a superação conseguida em minha vida, a eles devo à conclusão desse e de todos os outros trabalhos, a passagem por todos os desafios e a garra de sempre levantar por maior que seja o tombo.

As minhas irmãs pela amizade e confiança, aos meus avos, tios e primos por estarem sempre de prontidão.

Aos professores que fui aluno durante todo esse tempo. Lembro com saudades dos professores da minha cidadezinha, e a eles digo: Conseguimos. Aos professores da jornada Universidade meu muito obrigado pelo conhecimento transmitido e minhas desculpas pelos atrasos e falhas.

A todos os meus amigos de estrada. Aos que estão lá no sertão, aos que estão por esse mundão afora e aos que se encontram aqui, vocês foram indispensáveis nessa luta, obrigado pela ajuda, pelos conselhos pela força e perseverança passadas.

A Wagner pela indispensável ajuda na conclusão desse trabalho.

A uma pessoa muito especial, minha amiga, minha companheira, modelo de dedicação e pertinência, obrigado por tudo Karla.

*A todos vocês, mais uma vez,*

*Meu Muito Obrigado!!!*

## DEDICATÓRIA

A minha família, em especial aos meus pais, **Milton Costa de Sousa e Francisca Moreira de Sousa Costa**, sou uma pessoa de muita sorte por ter vocês.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos .....	3
1.1.1. Objetivo geral .....	3
1.1.2. Objetivo específico .....	3
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1. A importância da cotonicultura .....	4
2.2. Aspectos gerais da cotonicultura .....	5
2.3. Algodão colorido .....	6
2.4. Necessidades hídricas do algodoeiro .....	7
2.5. Adubação nitrogenada .....	8
2.6. Influência da adubação nitrogenada .....	8
2.7. Adubação fosfatada no algodão .....	10
2.8. Sistema de produção do algodão colorido brs 200 marrom .....	12
2.9. Reuso de água na agricultura .....	12
2.10. Água residuária vs algodão, cultivar BRS 200 - marrom .....	14
2.11. Análise de crescimento .....	14
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1. Localização do experimento e clima .....	16
3.2. Estação de tratamento de esgoto .....	16
3.3. Área experimental .....	17
3.4. Sistema de irrigação .....	18
3.5. Delineamento experimental .....	19
3.6. Adubações .....	20
3.7. Forma de análise .....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
4.1. Características do solo e da água antes do plantio .....	21
4.1.1. Características do efluente e da água de abastecimento .....	22
4.2. Aporte de nutrientes via água residuária .....	24

4.3. Crescimento .....	24
4.3.1. Altura da planta .....	24
4.3.2. Diâmetro do caule .....	27
4.3.3. Área foliar .....	30
4.3.4. Biomassa total .....	35
4.4. Adubação para os tratamentos adicionais .....	37
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>40</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>41</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3.1.</b> Emissário e lagoas de estabilização da estação de tratamento de esgotos (ETE) de Campina Grande-PB .....	16
<b>Figura 3.2.</b> Captação do efluente final das lagoas de estabilização usado no experimento, ETE de Campina Grande .....	17
<b>Figura 3.3.</b> Sistema de irrigação adotado, (a) linhas laterais; (b) linhas secundárias; (c) cabeçal de controle e (d) caixas d'água .....	18
<b>Figura 4.1.</b> Detalhe na diferença de cor da folha das plantas entre os tratamentos irrigados com água de abastecimento e com efluente .....	25
<b>Figura 4.2.</b> Altura de planta do algodoeiro, cultivar BRS 200 Marrom, em função de lâminas de água residuária, ausência e presença de N e P, mais dois tratamentos adicionais com 90 e 180 kg ha <sup>-1</sup> de N irrigado com água de abastecimento .....	28
<b>Figura 4.3.</b> Diâmetro de caule algodoeiro, cultivar BRS 200, em função de lâminas de água residuária, ausência e presença de N e P, mais dois tratamentos adicionais com 90 e 180 kg ha <sup>-1</sup> de N irrigado com água de abastecimento. ....	31
<b>Figura 4.4.</b> Parcelas com linha de gotejadores e plantas com 12 (esquerda) e 27 (direita) dias após a emergência .....	32
<b>Figura 4.5.</b> Área foliar do algodoeiro, cultivar BRS 200, em função de lâminas de água residuária, ausência e presença de N e P, mais dois tratamentos adicionais com 90 e 180 kg ha <sup>-1</sup> de N irrigado com água de abastecimento .....	34
<b>Figura 4.6.</b> Biomassa total da planta do algodoeiro, cultivar BRS 200, em função de lâminas de água residuária, ausência e presença de N e P, mais dois tratamentos adicionais com 90 e 180 kg ha <sup>-1</sup> de N irrigado com água de abastecimento .....	38

## LISTA DE QUADRO

<b>Quadro 3.1.</b> Croqui da área experimental com a disposição das parcelas e respectivos tratamentos e tipos de água de irrigação.....	19
--	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1.</b> Dados meteorológicos da estação climatológica CNPA/EMBRAPA, referente ao período da pesquisa .....	17
<b>Tabela 4.1.</b> Resultado das análises física, química e de fertilidade do solo antes do cultivo .....	21
<b>Tabela 4.2.</b> Resultado da análise do extrato de saturação do para fins salinidade, antes do cultivo .....	22
<b>Tabela 4.3.</b> Resultados da qualidade das águas usadas no experimento .....	23
<b>Tabela 4.4.</b> Aporte de nutrientes aplicados ao solo com base nas lâminas de água residuária aplicadas durante a irrigação .....	24
<b>Tabela 4.5.</b> Resumos das análises de variância da altura da planta aos 25, 45, 65, 85 e 105 dias após a emergência das plântulas de algodoeiro irrigado sob diferentes lâminas de água residuária, com e sem N e P .....	25
<b>Tabela 4.6.</b> Valores médios da altura de planta aos 25, 45, 65, 85 e 105 (DAE) das plântulas em função de lâminas de água residuária, N e P na cultura do algodoeiro .....	26
<b>Tabela 4.7.</b> Resumo das análises de variância do diâmetro aos 25, 45, 65, 85 e 105 dias após a emergência (DAE) das plântulas do algodoeiro irrigado sob diferentes lâminas de água residuária, com e sem N e P .....	29
<b>Tabela 4.8.</b> Valores médios do diâmetro das plantas aos 25, 45, 65, 85 e 105 (DAE) em função de lâminas de água residuária, N e P na cultura do algodoeiro ..	29
<b>Tabela 4.9.</b> Resumo das análises de variância da área foliar aos 25, 45, 65, 85 e 105 dias após a emergência (DAE) das plântulas do algodoeiro irrigado sob diferentes lâminas de água residuária, com e sem N e P .....	31
<b>Tabela 4.10.</b> Valores médios da área foliar aos 25, 45, 65, 85 e 105 (DAE) em função de lâminas de água residuária, N e P na cultura do algodoeiro .....	33
<b>Tabela 4.11.</b> Resumo da análise de variância da biomassa total da planta aos 25, 45 65, 85 e 105 Dias Após a Emergência (DAE) das plântulas do algodoeiro irrigado sob diferentes lâminas de água residuária, com e sem N e P .....	33
<b>Tabela 4.12.</b> Valores médios da biomassa total da planta aos 25, 45 65, 85 e 105 DAE em função de lâminas de água residuária, N e P na cultura do algodoeiro ..	36

<b>Tabela 4.13.</b> Variação dos indicadores de crescimento com relação adubação fornecida as plantas, para os tratamentos adicionais .....	39
--	----

## 1. INTRODUÇÃO

A Embrapa-Algodão iniciou em 1989 um programa de desenvolvimento de cultivares de algodão colorido, a partir de materiais nativos de fibras coloridas coletadas em populações locais do semi-árido nordestino. Como resultado desse programa em 2000 foi obtido a cultivar BRS 200 de fibra marrom recomendada para exploração no Nordeste (EMBRAPA, 2001). O algodão colorido BRS 200 de fibra marrom tem apresentado excelente potencial de cultivo no semi-árido nordestino, onde as condições edafoclimáticas possibilitam a sua exploração sem o uso de defensivos agrícolas (SANTANA *et al.*, 1999).

O nitrogênio tem sido 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. O Nitrogênio influencia tanto a taxa de expansão quanto à divisão celular, determinando, assim, o tamanho final das folhas sendo, portanto, um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa.

O fósforo parece ser o elemento que, mas frequentemente limita a produção, dado ao seu baixo teor em forma disponível na maioria dos solos. A carência do fósforo nos solos do nordeste é conhecida há muito tempo, entretanto pouco se sabe das dosagens de fertilizantes necessárias para se obter um adequado rendimento físico e/ ou econômico na cultura.

A reutilização de efluentes tratados na irrigação de culturas agrícolas, ao invés de descarregá-los nos cursos d'água, tem sido uma alternativa popular e atrativa (BOND, 1998) e tem tido uma rápida expansão nos anos recentes (BALKS *et al.*, 1998), por várias razões, nos locais onde culturas necessitam serem irrigadas e os recursos hídricos são escassos, como é o caso de regiões semi-áridas, os efluentes têm sido uma fonte suplementar d'água para sustentabilidade da agricultura irrigada (BOUWER & IDELOVITCH, 1987; AL-JALOUD *et al.*, 1995). Segundo FEIGIN *et al.*, (1984) a irrigação por gotejamento, com efluente de esgoto, pode ser utilizada com sucesso no algodão, mas deve-se ter o cuidado de adequar o período de irrigação para evitar o excesso de crescimento das plantas.

O uso de água residuária doméstica tratada em irrigação é uma fonte alternativa de água e nutritiva para as culturas irrigadas no Nordeste, como ressaltam SOUSA & LEITE (2002). Para se evitar problemas de contaminação com coliformes fecais e outros microorganismos, o uso de culturas que não sejam diretamente comestíveis pode ser uma saída para o uso da água de esgotos, como é o caso do algodão.

As projeções para o agronegócio brasileiro e mundial, sistematizadas em recente estudo realizado por técnicos do governo brasileiro, indicam um crescimento para a produção

e o consumo de algodão a uma taxa anual de 1,5%, com previsão para atingir 23,1 milhões de toneladas no ano de 2010. A área colhida com algodão deve alcançar no mundo, em 2015/2016, os 37,453 milhões de hectares, enquanto a produção mundial deverá chegar a 28,774 milhões de toneladas. O estudo revela ainda que, de acordo com o FAPRI, a área cultivada com algodão no Brasil deverá ir para 1,7 milhões de hectares entre 2014 e 2015, com a produção alcançando 2,1 milhões de toneladas e as exportações saltando para 1,1 milhões de toneladas. Contudo, o país mantém a pequena participação no comércio internacional (RAMOS, 2007).

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo geral**

Estudar os efeitos da aplicação de diferentes níveis de água residuária no solo e doses crescentes de nitrogênio e fósforo na cultura do algodoeiro, cultivar BRS 200 Marrom.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

Estudar o comportamento dos indicadores de crescimento:

- ✦ Altura da planta;
- ✦ Diâmetro caulinar;
- ✦ Área foliar, e;
- ✦ Biomassa total.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. A Importância da cotonicultura

O algodão é um dos principais produtos agrícolas brasileiros que vêm registrando acentuado crescimento nas exportações. A melhoria na qualidade da fibra, a contínua expansão da cultura no cerrado, os ganhos crescentes de produtividade e a redução nos custos de produção são fatores que estão impulsionando o algodão nacional no mercado externo. Da participação de 6% no mercado internacional, registrada na safra 2003/04, os embarques da fibra nacional devem saltar para uma parcela de 10% na safra 2013/14, segundo o economista Glauco Carvalho, da consultoria MB Associados. A perspectiva é de as exportações de algodão chegarem ao patamar de 800 mil toneladas em dez anos (GAZETA MERCANTIL, 2005).

Segundo (BELTRÃO *et al.*, 1993), a cotonicultura constitui-se em uma das principais opções agrícolas para o Brasil, chegando a envolver, direta e indiretamente nos diversos segmentos da sociedade, cerca de 15% da economia nacional. No mercado mundial de algodão, o Brasil sempre desempenhou papel de grande produtor/exportador. Mas a abertura do mercado ao produto importado com baixas taxas de juros anuais e, em função das adversidades climáticas, juntamente com problemas fitossanitários, no decorrer das últimas décadas, fez o país passar para condição de grande importador de pluma (BARROS & SANTOS, 1997). Existe, no entanto, expectativa de retomada de crescimento da cotonicultura brasileira, tendo ocorrido um processo de modernização em explorações empresariais, aumentando sua competitividade, esperando-se, com isto, aumento significativo do volume de produção dos próximos anos. O processo produtivo está direcionado para as regiões Centro-Oeste, Nordeste e Minas Gerais e para as áreas planas e irrigáveis destas regiões. Essas regiões apresentam grande potencial para crescimento da cotonicultura, além de produzir algodão de boa qualidade.

A China é a maior produtora de algodão do mundo e está expandindo ainda mais a colheita da matéria-prima. Para a safra 2004/05, a expectativa é de os chineses somarem um volume de 6,314 milhões de toneladas, 30% superior ao total registrado na safra anterior. Em seguida, estão os Estados Unidos, com produção de 5 milhões de toneladas da matéria-prima esperadas para a safra 2004/05. Em igual período do ano anterior, os americanos colheram 3,975 milhões de toneladas de algodão. A Índia é o terceiro maior produtor de algodão, com 3,484 milhões de toneladas, seguida pelo Paquistão, com 2,504 milhões de toneladas.



O Brasil é o quinto país no mundo em volume colhido da fibra natural, com 1,274 milhão de toneladas, de acordo com o relatório de fevereiro de 2005 do USDA (GAZETA MERCANTIL, 2005).

Apesar de ter havido redução da área com o algodoeiro nos últimos anos no Nordeste, esta região apresenta potencialidade de expansão com a cultura, em várias áreas, tais como a produção irrigada via agricultura familiar com maior nível tecnológico. Irrigação em áreas potenciais por grandes grupos empresariais e a exploração na região dos Cerrados do Piauí, Maranhão e Bahia (EMBRAPA ALGODÃO, 2002).

Os algodões de fibras coloridas, mesmo sendo tão antigas quanto os de fibras brancas, foram considerados indesejáveis ao longo do tempo, não tendo sido estudados no passado. Recentemente, com a busca por produtos ecologicamente corretos, que não poluam o ambiente e, por dispensar a necessidade de coloração artificial, tem-se dado ênfase à pesquisa e exploração do algodão de fibras coloridas, no intuito de se obter cultivares produtivos e com boas características de fibras (CARVALHO & SANTOS, 2003).

## 2.2. Aspectos gerais da cotonicultura

Segundo informações contidas em SANTOS *et al.*, (1992), a cultura do algodoeiro é eminentemente de clima tropical e cultivada na maioria das regiões de clima quente, sendo os maiores produtores mundiais: China, Estados Unidos da América do norte, União Soviética, Índia, Paquistão, Brasil, Turquia, Egito, México e Sudão.

Durante décadas, a cotonicultura figurou como atividade tradicional e de grande importância socioeconômica para a região semi-árida do Nordeste do Brasil (SUDENE, 1979), devido, principalmente, ao grande contingente de mão-de-obra nela envolvida, direta e indiretamente, já que sua fibra, produto principal, possui cerca de 400 aplicações industriais.

Na região Nordeste a cotonicultura sempre foi explorada na dependência de precipitação pluvial caracterizando-se como uma atividade de risco, devido à má distribuição e irregularidade das chuvas. Apesar de ser uma cultura relativamente resistente à seca, seu rendimento pode ser sensivelmente reduzido quando déficits severos de água no solo são estabelecidos (KRANTZ *et al.*, 1976).

A irregularidade pluviométrica é um dos fatores que mais têm limitado o rendimento do algodoeiro no Nordeste, representando perdas de até 70% na produção e produtividade (ARAGÃO JÚNIOR *et al.*, 1988). Portanto, há necessidade crescente de tornar a cotonicultura menos dependente do fator chuva e de maximizar a eficiência na exploração dos

recursos de água e solo disponíveis por meio do manejo das irrigações elevando, assim, a produtividade da cultura a níveis significativos (MAGALHÃES *et al.*, 1987).

### 2.3. Algodão colorido

O algodão colorido já era cultivado pelos incas há mais de 4.500 a.C. e por outros povos antigos das Américas, África e Austrália. No Brasil, a cultivar BRS 200 – Marrom obtida de um bulk (conjunto de linhagens fenotipicamente semelhantes) e derivada do algodão mocó (arbóreo ou perene) é de natureza genética complexa envolvendo pelo menos três espécies de algodão na sua origem; de certa forma é mais complexo que o algodão de fibra branca (FREIRE *et al.*, 1999). No mundo foram catalogadas 52 espécies silvestres que produzem fibra colorida. Depois de um longo período sem utilização pela humanidade, cerca de 2.000 anos, começou a haver novamente interesse pelo algodão colorido devido à presença de pigmentos naturais em suas fibras eliminando a necessidade de tintura com corantes sintéticos e diminuindo os impactos ambientais. A partir de 1979, a Dr<sup>a</sup> SALLY FOX selecionou no Texas, USA, algodões de fibra marrom e iniciou um processo de melhoramento genético (ICAC RECORDER, 1992). Nessa mesma época, melhoristas da Embrapa-Algodão iniciaram, no Nordeste brasileiro, trabalho semelhante, utilizando-se do algodoeiro arbóreo mocó.

A maioria dos algodões silvestres possui coloração marrom, em varias tonalidades. O algodão de fibra branca tem sido alvo, desde a metade do século XX, de constantes trabalhos de melhoramento genético e, como resultados, foram produzidos cultivares de desempenhos superiores e adaptados. No algodão colorido, as cores mais comuns da fibra são o marrom e o verde. Esses algodões não foram tão estudados no passado e, com isto, acentuou-se mais a diferença de rendimento e de fibra entre eles e as cultivares de fibra branca (CARVALHO, 2001).

Os algodões coloridos eram considerados indesejáveis, porque poderiam contaminar em cruzamentos, os brancos, razão porque foi pouco estudado; o verde, além disto, é uma cor que desvanece rapidamente sob a luz solar. Apesar de ser controlada geneticamente, a cor da fibra possui um componente ambiental que determina a sua manifestação fenotípica, além da luz solar, do conteúdo de minerais e do tipo de solo (NATURAL COLORS OF COTTON, 1992).

No Nordeste brasileiro foram coletadas em tipos locais, plantas de algodão de fibra creme e marrom, em mistura com algodoeiro branco cultivado das espécies *G. barbadense* L.

e *G. hirsutum* L. var. "Marie Malante" Hutch. Estes algodões encontram-se preservados em banco de germoplasma e tem servido para a composição de população para trabalhos de melhoramento visando á obtenção de cultivares de coloração marrom e creme.

#### 2.4. Necessidades hídricas do algodoeiro

A água é fator fundamental na produção de vegetal e sua falta ou excesso afeta de maneira decisiva o crescimento e o desenvolvimento das plantas e, por isso, seu manejo racional é um imperativo na maximização da produção agrícola (REICHARDT, 1987).

Mais de 60% da área mundial cultivada com algodoeiro são irrigadas (WADDLE, 1984). A nível mundial, entre todas as culturas o algodoeiro ocupa 7% de toda área irrigada (WORLD BANK, 1990). Isto devido a importância do seu produto principal, a fibra, matéria prima para vestimenta de aproximadamente 50% da humanidade (BARRETO *et al.*, 1994).

Como as demais culturas, o algodoeiro herbáceo para desenvolver-se, crescer e produzir satisfatoriamente necessita de suprimento hídrico diferenciado nas suas fases fenológicas e de manejo compatível com a sua capacidade de absorção e retirada de água do solo pelas raízes (BARRETO *et al.*, 1994).

O consumo hídrico do algodoeiro durante o seu ciclo varia em função da cultivar, das práticas culturais, da disponibilidade de umidade no solo e da demanda atmosférica, exibindo considerável variação para diferentes regiões (GRIMES & ELZIK, 1990). Para cultivares de ciclo superior a 140 dias e dependendo do clima, o algodoeiro necessita de 700 mm a 1300 mm de água para atender às suas necessidades hídricas (DOORENBOS & KASSAM, 1994). OLIVEIRA (1976) para meses caracterizados como frios e quentes-secos, no semi-árido brasileiro obteve, respectivamente, uma variação no consumo entre 588 e 686 mm no ciclo da cultura. AZEVEDO *et al.*, (1991) determinaram o consumo total de uma cultivar de fibra branca (CNPA Precoce 1) e de ciclo curto para região semi-árida do Estado da Paraíba da ordem de 440mm. Para cultivar de ciclo médio (CNPA 6H) no semi-árido do Estado do Rio Grande do Norte, BEZERRA *et al.*, (1994) observaram consumo de água pelas plantas de 616,5 mm.

De modo geral, o consumo hídrico do algodoeiro durante o ciclo total varia entre 450 mm e 750 mm para região semi-árida do Nordeste (AMORIM NETO & BELTRÃO, 1992).

O manejo da irrigação deve ser efetuado de forma a proporcionar à cultura condições de disponibilidade hídrica adequada em quantidade e freqüência, ou seja, o quanto e quando deve ser aplicado de água, evitando o excesso ou a escassez de umidade.

## 2.5. Adubação nitrogenada

A adubação mineral é reconhecidamente fator de grande importância na produção agrícola, e dos nutrientes minerais fornecidos através da adubação química, o nitrogênio é o que recebe maior atenção. Dada a importância no crescimento e desenvolvimento dos vegetais, é o elemento que mais limita a produção das culturas (MALAVOLTA, 1981). Um dos fatores que influencia a eficiência de utilização do nitrogênio pela planta é a disponibilidade hídrica do solo após sua aplicação (FLECK *et al.*, 1989).

Alguns estudos revelam que apenas 50% dos adubos nitrogenados aplicados são aproveitados pelas plantas, pois o restante se perde por lixiviação, volatilização ou é imobilizado no solo por ação microbológica (AMBROSANO *et al.*, 1997). A uréia é muito utilizada como fonte de nitrogênio ao solo sendo que as maiores perdas ocorrem quando ela é aplicada na superfície do solo sem incorporação (RODRIGUES & KIEHL, 1986; CRUCIANI *et al.*, 1998; TRIVELIN *et al.*, 2002). Em solos arenosos o aproveitamento do nitrogênio pode ser de apenas 5 ou 10% devido a perdas por lixiviação ou desnitrificação (OSINAME *et al.*, 1983; Duque *et al.*, 1985).

O nitrogênio atua na síntese de aminoácidos e proteínas e participa também da constituição da clorofila, ácidos nucleicos e enzimas; compostos vitais para a planta (RAIJ, 1991; FILGUEIRA, 2000; SAN JUAN, 2000).

## 2.6. Influência da adubação nitrogenada

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para o algodoeiro. A resposta do algodoeiro a adubação nitrogenada está condicionada diretamente a disponibilidade de outros nutrientes, SILVA *et al.*, (1997) citado por ZANIN *et al.*, (2001). Segundo FRYE & KAIRUZ, citado por CARVALHO *et al.*, (1999), em quantidades baixas ou altas, a maioria dos solos necessita da adição de fertilizantes nitrogenados para a obtenção de rendimentos satisfatórios.

Os pesquisadores e produtores de algodão vêm procurando utilizar uma adubação que promova o maior benefício com o menor custo. Embora não haja uma receita de adubação correta para todos os solos, é preciso considerar as análises de solo e de folhas, histórico do manejo dos campos e acompanhamento de lavouras de algodão (Anuário Brasileiro do algodão, 2001).

A marcha de absorção de nutrientes na cultura do algodoeiro é bastante similar à formação de matéria seca, coincidindo a intensificação da demanda de nutrientes a partir da época do aparecimento dos primeiros botões florais até a formação das primeiras cápsulas, reduzindo-se proporcionalmente durante o período de maturação CARVALHO *et al.*, (1999). A quantidade de Nitrogênio a ser utilizada na adubação depende das condições climáticas (intensidade e distribuição das chuvas, luminosidade e temperatura, etc.) da textura e do teor de matéria orgânica do solo, além do sistema de rotação de culturas adotado. Muitos trabalhos de pesquisa mostram que a resposta de produtividade do algodoeiro a adubação nitrogenada é linear, até a aplicação da dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> (GRESPLAN & ZANCANARO, 1999).

Segundo SILVA (1999), foram constatados prejuízos à germinação e ao desenvolvimento inicial do algodoeiro quando aplicado altas doses de nitrogênio.

Como elemento básico para o desenvolvimento, o nitrogênio influi na produção do algodoeiro, embora seus efeitos estejam relacionados à disponibilidade de fósforo e de potássio no solo (SABINO *et al.*, 1976).

MALAVOLTA *et al.*, (1974), afirmam que o suprimento de nitrogênio condiciona o número e o comprimento dos ramos vegetativos e produtivos e a quantidade de folhas e frutos. TUCKER & TUCKER (1968), comentam que condições de deficiência de nitrogênio causam redução na velocidade de floração e na duração do florescimento mais intenso, nos períodos iniciais de crescimento reduz o tamanho da planta e o número de possíveis sítios florais. Por outro lado, em quantidade excessiva estimula o crescimento vegetativo com prolongamento do ciclo do algodoeiro (SILVA, 1995). De acordo com FRYE & KAIRUZ (1990), citado por CARVALHO *et al.*, (1999), o excesso de nitrogênio produz plantas vigorosas, porém com pouca frutificação e abertura tardia e irregular dos capulhos.

Para (BASSETT *et al.*, 1970; STAUT, 1996, citado por MONDINO & GALIZZI, 2001), as exigências nutricionais de qualquer vegetal está determinada pela quantidade de nutrientes que extrai durante seu ciclo. O cultivo de algodão extrai uns 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, 20 kg ha<sup>-1</sup> de P e 35 kg ha<sup>-1</sup> de K para produzir uns 2500 kg ha<sup>-1</sup>.

Para OLIVEIRA *et al.*, (1998) citado por FURLANI *et al.*, (2001) a aplicação de doses crescentes de nitrogênio na cultura do algodoeiro (0; 60; 120; 180 kg ha<sup>-1</sup> de N), a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> contribuiu para uma maior produtividade.

Quanto à altura de plantas, o menor valor que é o desejável, foi apresentado pela dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, enquanto que para peso de um capulho e finura, os maiores valores foram obtidos pelas doses de 50 à 150 kg ha<sup>-1</sup> de N (MEDEIROS *et al.*, 2001).

## 2.7. Adubação fosfatada no algodão

Segundo MALAVOLTA (1967), o teor médio de fósforo total do solo, revelado pelas análises químicas é de ordem de 0,1%. Assim o solo corresponde à camada arável (0-20 cm) de 1 há com densidade aparente de 1,5 g/cm<sup>3</sup>, possui aproximadamente 3.000 kg de fósforo. Embora essa quantidade seja maior que a exigida por qualquer cultura, o fósforo é um dos elementos que se tem revelado mais carente nas terras cultivadas, indicando que apenas uma pequena fração total se acha na forma solúvel.

A adubação é uma prática agrícola indispensável ao aumento da produção das culturas estabelecidas em condições de baixa disponibilidade de nutriente. No caso particular do fósforo, ocorre que, quando aplicado ao solo, dificilmente permanece na forma solúvel por muito tempo e em condições de ser absorvido pelas plantas. Sabe-se que somente cerca de 20% do fósforo adicionado pela adubação é prontamente aproveitado pelas culturas devido à fixação. A absorção de fósforo pela maioria das plantas cultivadas não excede a 20 kg/ha de P<sub>2</sub> O<sub>5</sub>, todavia, é necessário adicionar ao solo 4 a 5 vezes esta quantidade para se obter boa produção (JORGE, 1975).

A fibra do algodão é resultante de um processo biológico que se realiza durante um período variável de 50 a 70 dias. Comercialmente é o produto mais importante do algodoeiro e apresenta um conjunto de características físicas que determinam o seu valor como matéria prima para as indústrias têxteis.

De acordo com estudos de BURKALOV (1964), a adubação com fósforo por via foliar aumentou a atividade fotossintética e a produção de algodão de 2 a 9%, dependendo do número de aplicações e concentração da solução. Todavia, o mais alto rendimento foi obtido com aplicação simultânea no solo e nas folhas. TOOMEY (1967) citado por CAMARGO & SILVA (1975), aplicou fósforo junto com inseticida em pulverizações do algodoeiro, cultivado em solo arenoso. Os resultados obtidos demonstraram que houve maior fixação dos botões florais durante a seca, maturação mais precoce dos frutos e maior produção do que a testemunha.

A carência do fósforo nos solos do nordeste é conhecida há muito tempo, entretanto pouco se sabe das dosagens de fertilizantes necessárias para se obter um adequado rendimento físico e/ ou econômico na cultura. Os estudos de ALVES et alii (1973) e GOMES et alii (1982) sobre a adubação do algodoeiro perene e de WATTS e OLIVEIRA (1971) com os cultivares de ciclo anual indicam que a aplicação de fertilizantes, principalmente fosfatados, aumenta consideravelmente a produtividade do algodão. No entanto, não estão estabelecidos

os critérios da recomendação da adubação entre os teores dos nutrientes no solo, na planta e a necessidade de fertilizantes para se obter uma produção adequada.

No Brasil, ROCHA FILHO (1971) em solução nutritiva isenta de fósforo, descreveu os sintomas de deficiência no algodoeiro perene e verificou que as folhas superiores e inferiores das plantas deficientes apresentaram 0,12% e 0,08% de fósforo, respectivamente. Nesta condição o crescimento das plantas foi paralisado e a produção de matéria seca prejudica em comparação com as plantas cultivadas na solução contendo todos os nutrientes.

A influencia do fósforo na altura das plantas de algodoeiro foi observado por SILVA (1970) em um ensaio em solo Podzólico vermelho amarelo-orto. A altura média das plantas das plantas que receberam 40 e 90 hg/ha de  $P_2O_5$  na presença de nitrogênio e potássio era superior á altura das plantas das parcelas com os dois últimos nutrientes, mas sem fósforo e das parcelas sem adubação.

Em ensaio de longa duração instalado em terra roxa estruturada, SILVA et alii (1977), verificam que a aplicação anual de 40 e 90 hg/ha de  $P_2O_5$  de várias fontes, incrementou a produtividade do algodão em torno de 25% a 40% em comparação como tratamento sem adubação.

Em ensaio de adubação N P K com algodoeiro perene, GOMES et alii (1982) verificaram que adubação fosfatada aumento da capacidade produtiva da planta em cerca de 94% em relação ao tratamento sem adubo e cerca de 61% quando comparada ao tratamento N.k. No mesmo ensaio foram coletadas folhas localizadas no caule principal, axila das flores e nos ramos vegetativos e determinando os teores de macro nutrientes. Em relação à concentração foliar de fósforo, não foram observadas diferenças entre as amostras, mas a concentração das folhas da haste principal foi superior às outras amostras.

EMBRAPA algodão (1990/1991/1992), embora algodão arbóreo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* hutch.) do tipo tradicional, rústico e tardio, já se recomenda à adubação fosfatada como fator de aumento de produtividade desta malvácea.

Nos solos comumente cultivados com o algodão arbóreo precoce, tais como Bruno não Cálcico, Litólicos, Regos sol e outros, inclusive suas associações o nível crítico do fósforo é de 10 a 12 ppm, o que significa que somente deve-se adubar se a concentração de fósforo disponível no solo for menor que o nível crítico. De acordo os levantamentos da fertilidade do solo das áreas aptas para serem plantadas com o algodoeiro arbóreo, realizados pelos pesquisadores do centro nacional de pesquisa do algodão (CNPA), cerca de 50 a 60% deles apresentam carência em fósforo.

## 2.8. Sistema de produção do algodão colorido BRS 200 - marrom

Por ser uma cultivar de ciclo semiperene (três anos de exploração econômica), descendente dos algodoeiros arbóreos do Nordeste, podendo ser plantada no seridó e sertão, preferencialmente nas localidades zoneadas para exploração do algodoeiro arbóreo. Entretanto, pode ser explorada, também, sob condições irrigadas, no semi-árido, quando possibilitará a obtenção de rendimentos de até 3.300 kg de algodão em caroço por hectare, EMBRAPA, (2000).

Segundo o zoneamento elaborado pelo Ministério da Agricultura (MAPA) para o algodão colorido perene, estes devem ser plantados a uma distância de pelo menos 5 km das áreas cultivadas com algodão arbóreo de fibra de cor branca para evitar cruzamentos naturais.

O controle das plantas daninhas pode ser feito via herbicidas de pré-emergência, com diuron, trifluralina, alachor, pendimethalin, oxidiazon ou outros, isolados ou misturados. As pragas, em especial as principais das áreas mais secas do Nordeste (bicudo, curuquerê e pulgão), devem ser controladas obedecendo ao Manejo Integrado de pragas (MIP), lançando-se mão, sempre, das amostragens e dos níveis de dano e controle, além do uso de produtos seletivos. Depois da colheita, após a colocação de gado para se alimentar dos restos culturais deve-se, podar as plantas a 20 cm de altura, corte em bisel (bico-de-gaita) (EMBRAPA, 2000).

Na irrigação do algodoeiro cultivar BRS 200, além do aspecto quantitativo importante a qualidade da água disponível. A irrigação deve ser feita obedecendo-se ao turno de rega e à determinação periódica da água disponível no solo (irrigar sempre que ela cair abaixo de 50%). O restante do sistema de cultivo é semelhante ao sistema de sequeiro, tendo-se sempre cuidado com as pragas e as plantas daninhas, que devem ser controladas convenientemente (EMBRAPA, 2000).

## 2.9. Reuso de água na agricultura

A tendência atual é se considerar a água residuária tratada como um recurso hídrico a ser utilizado para diversos fins.

A utilização da “água de reúso” significa um aumento na oferta de água para vários fins, liberando os recursos hídricos disponíveis para utilização em outros usos onde há maior exigência de qualidade, tais como o abastecimento humano.



O uso racional, o controle de perdas e desperdícios e o reúso da água são tão importantes quanto à construção de reservatórios, de poços ou de outras obras hídricas, pois significam, também, aumento na oferta desse escasso líquido.

Na Califórnia, que tem grande tradição no reúso de águas, em 1987 as percentagens de utilização de águas residuárias, em função do tipo de reúso, eram as seguintes: 63% para irrigação agrícola; 14% para recarga de aquíferos; 13% para a irrigação de áreas verdes urbanas; e 10% para aplicações industriais, recreativas e para a vida silvestre (LEÓN S. & CAVALLINI, 1996). Portanto, no mínimo 76% para irrigação.

O uso de esgotos e efluentes tratados na irrigação deve ser planejado para controlar, em longo prazo, os efeitos da salinidade, sodicidade, nutrientes e oligoelementos, sobre os solos e as culturas (AYRES & WESTCOT, 1991). Quanto aos riscos sanitários, são menores do que geralmente imagina-se e perfeitamente controláveis.

Em 1958, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas estabeleceu uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos, com base no seguinte conceito: “a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior”, (HESPANHOL, 2001, após ONU, 1958).

Segundo AYRES & WESTCOT (1991), a agricultura utiliza maior quantidade de água e pode tolerar águas de qualidade mais baixa do que a indústria e o uso doméstico. É, portanto, inevitável que exista crescente tendência para se encontrar na agricultura a solução dos problemas relacionados com a eliminação de efluentes. Inclua-se a agropecuária.

O descarte dos efluentes urbanos nos mananciais de água é uma prática que vem sendo claramente repudiada pela sociedade, devido ao seu desastroso efeito na contaminação dos recursos hídricos, o que se reflete diretamente na qualidade de vida da população que utiliza essa mesma água para seu abastecimento.

O Nordeste oferece condições excepcionalmente favoráveis para a disposição de esgotos no solo, tanto pela disponibilidade de áreas em sua grande extensão territorial como pelas condições climáticas adequadas, entre outros fatores convenientes.

#### **2.10. Água residuária vs algodão, cultivar BRS 200 - marrom**

Nas duas últimas décadas a intensificação do uso de esgotos na irrigação é evidente. BASTOS (1996) apresenta vários exemplos. Em Israel, cerca de 70% do volume de águas residuárias são utilizados para irrigação após tratamento, principalmente no cultivo de algodão. Considerando que a BRS 200 Marrom é um novo genótipo, tem-se buscado

estabelecer práticas de cultivo que permitam viabilizar sua exploração sob técnicas racionais e econômicas. Neste aspecto, apesar do avanço já alcançado, ainda são necessárias informações mais específicas sobre o manejo da cultura, incluindo neste processo, a utilização de águas residuárias.

Há necessidade de se verificar a resposta da cultivar BRS 200 Marrom em condições de irrigação com águas residuárias, portanto, torna-se imprescindível a resposta do algodoeiro à interação entre diferentes lâminas de água residuárias.

O aumento da produção agrícola não pode mais ser efetuado apenas por meio da expansão de área cultivada, pois com poucas exceções, em contexto mundial, a terra agricultável se aproxima de seus limites de expansão.

Neste contexto, a importância da agricultura irrigada dispensa qualquer ênfase. A irrigação torna possível o aumento da produção por unidade de área e a estabilização da produção. Entretanto, a irrigação requer água e este é um insumo essencial cujo suprimento se torna cada vez mais escasso. Atualmente vários países estão se aproximando da plena utilização do suprimento de seus recursos hídricos convencionais, levando a uma diminuição na disponibilidade de água de boa qualidade para a agricultura (HESPANHOL, 2003).

### **2.11. Análise de crescimento**

A análise de crescimento é um método que descreve as condições morfológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre amostragens sucessivas, com o objetivo de se acompanhar a dinâmica da produção fotossintética, avaliada através da acumulação de matéria seca (WATSON, 1952; BLACKMAN, 1968, dentre outros, citados por MAGALHÃES, 1979). Este método é considerado internacionalmente como método padrão, para a estimativa da produtividade biológica ou produtividade primária das comunidades vegetais. De acordo com SILVA *et al.*, (1995) a análise matemática dos parâmetros morfofisiológicos da planta pode ser feita através de duas metodologias. A clássica e a funcional, em que a primeira permite uma estimativa de valores médios, no intervalo entre duas amostragens, para facilitar a comparação entre cultivares e tratamentos diversos, enquanto na metodologia funcional modelos matemáticos são ajustados aos dados de matéria seca e área foliar, em função do tempo.

A análise de crescimento pode ser por métodos destrutivos e não destrutivos. Nos métodos destrutivos os valores primários necessários para se estimar as características de

análise de crescimento são obtidos com destruição das plantas, em cada fase de estudo, por se basearem em massa seca e área foliar (SILVA, *et al.*, 2000). As plantas tomadas como amostra, a cada tempo, devem representar a população em estudo, a fim de serem utilizadas técnicas estatísticas apropriadas; além das determinações de peso da matéria seca, a área foliar é também calculada (MAGALHÃES, 1979).

Na análise não destrutiva, como o próprio nome indica, estuda-se o crescimento das plantas, via medidas não destrutivas, podendo assim, serem mensurados os mesmos indivíduos durante o ciclo biológico. Neste caso, os valores primários são: altura das plantas, diâmetro caulinar e área foliar. Dependendo do ciclo da cultura, se curto ou longo, divide-se em intervalos de tempo iguais entre si, de modo que pelo menos seis a sete medidas sejam tomadas em um grupo de plantas, por unidade experimental. No caso do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), com cultivares precoces e de curto período de floração, cujo ciclo nas condições edafoclimáticas da região Nordeste brasileira demora em média de 90 a 115 dias do plantio à primeira colheita, o período de tempo entre as mensurações deve ser de 15 a 20 dias (BELTRÃO, 2001).

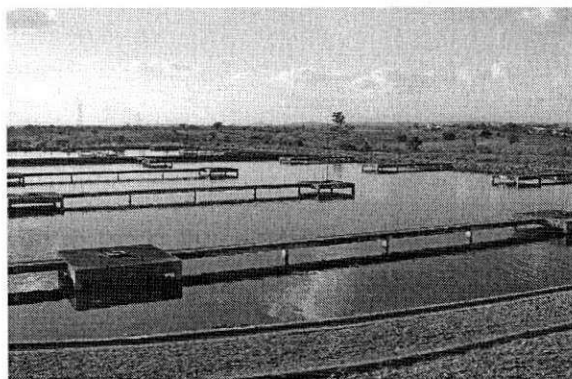
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização do experimento e clima

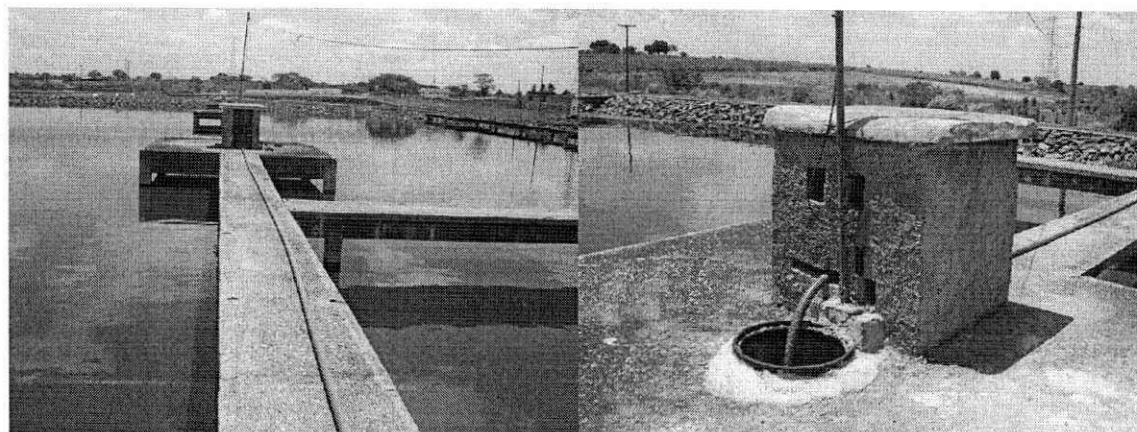
O experimento foi conduzido nas dependências da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, (CAGEPA), localizada no bairro da Catingueira, distante 10 km do centro da cidade de Campina Grande, PB. Situada na zona Centro Oriental do Estado da Paraíba, no Planalto da Borborema, e localizada pelas coordenadas geográficas 7°13' 11" de latitude sul 35°53'31" de longitude oeste e altitude 548 m. Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o município apresenta precipitação total anual de 802,7 mm, temperatura máxima de 27,5°C, mínima de 19,2°C e umidade relativa do ar de 83%.

#### 3.2. Estação de tratamento de esgoto

A ETE de Campina Grande possui duas lagoas em série, com profundidade de 3,5 m, sem aeradores; o esgoto bruto passa por uma calha Parshall e uma grade de ferro antes de entrar na primeira lagoa. No final da segunda lagoa existe um ponto de captação do efluente que foi utilizado no experimento, e um vertedouro seguido de um canal o qual conduz a água até o leito do riacho de Bodocongó, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Paraíba. O emissário de esgotos da cidade de Campina Grande, as lagoas de estabilização e o ponto de captação do efluente usado no experimento são exibidos na Figura 3.1 e 3.2.



**Figura 3.1.** Emissário e lagoas de estabilização da estação de tratamento de esgotos (ETE) de Campina Grande-PB.



**Figura 3.2.** Captação do efluente final das lagoas de estabilização usado no experimento, ETE de Campina Grande.

### 3.3. Área experimental

A área experimental foi de 4.200 m<sup>2</sup>, distando 350 m das lagoas de estabilização, com uma diferença de nível de 5 m, uma declividade de 1,5%; o solo da área é um Neossolo conforme (EMBRAPA, 1999), de textura média, franco-argilo-arenoso, com pasto natural, cultivado anteriormente com algodão, milho e algodão respectivamente em experimentos que estudaram tipos de água e doses de nitrogênio, irrigados por superfície, utilizando sulcos. O último plantio foi feito com algodão no dia 03/11/2003.

Os dados meteorológicos referentes ao período de cultivo e coleta dos dados estão na Tabela 3.1 a seguir.

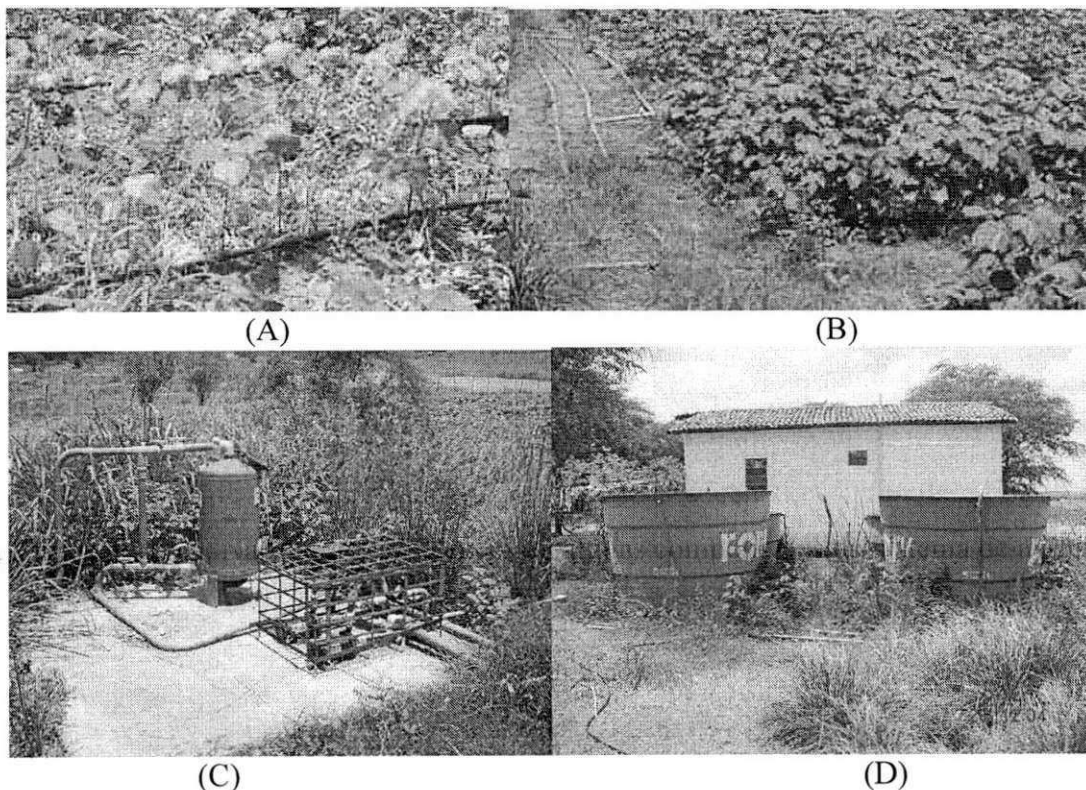
**Tabela 3.1.** Dados meteorológicos da estação climatológica CNPA/EMBRAPA, referente ao período da pesquisa.

Dados Meteorológicos					
Mês/Ano	Temperatura Média (°C)	Precipitação (mm)	Evapotranspiração (ET <sub>o</sub> , mm dia <sup>-1</sup> )	UR Média do ar (%)	Insolação média (h)
11/2004	24,0	0,3	6,5	75	9,5
12/2004	24,3	1,8	7,1	75	9,1
01/2005	25,1	1,6	7,1	76	8,4
02/2005	25,4	0,7	6,1	79	8,0
03/2005	25,3	99,5	6,0	77	7,9
04/2005	24,8	23,9	4,4	77	7,5
05/2005	23,5	184,4	3,3	83	4,7
06/2005	21,8	263,4	1,5	89	2,4
07/2005	21,3	41,6	2,9	82	6,2
08/2005	21,0	123,5	2,6	84	4,8
09/2005	22,3	12,4	3,3	75	5,8

Meses de cultivo dezembro 2004 a abril de 2005. UR – Umidade Relativa; h – hora; temperatura ambiente.

### 3.4. Sistema de irrigação

O sistema de irrigação foi localizado do tipo gotejamento, utilizando dois sistemas um para cada tipo de água, evitando assim a mistura das águas. O efluente das lagoas de estabilização era aduzido por um conjunto motobomba de 3 cv auto escovante BBA, modelo 7jca, passando por uma linha adutora de 350 m de PVC de 50 mm, até chegar ao cabeçal de controle onde era filtrado por um filtro de areia e um filtro de disco 130 micron ambos com uma vazão de  $10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , até 2 caixas de água de 5.000 L. A água de abastecimento era proveniente da rede local e armazenada em duas caixas de 3.000 L. O efluente de esgoto e a água de abastecimento armazenadas nas caixas, eram aplicadas na área do experimento através de 2 motor-bomba centrífuga de 0,5 cv, sendo cada tipo de água ainda filtrada por um filtro de tela 130 micron, Após cada filtro de tela existia um manômetro analógico. As linha laterais de polietileno de 16 mm possuíam gotejadores autocompensantes com vazão de  $4 \text{ L h}^{-1}$ , espaçados em 50 cm. O controle das irrigações foi feito através de registros de passagem instalados no início de cada subunidade de irrigação, obedecendo o tempo estabelecido para cada lâmina de água. Na figura 3.3, se encontra alguns componentes do sistema de irrigação.



**Figura 3.3.** Sistema de irrigação adotado, (A) linhas laterais; (B) linhas secundárias; (C) cabeçal de controle e (D) caixas d'água.

### 3.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, num arranjo fatorial misto [(4 x 2 x 2) + 2] x 3, cujos fatores foram quatro lâminas de água residuária (L<sub>1</sub> - 278, L<sub>2</sub> - 416, L<sub>3</sub> - 554 e L<sub>4</sub> - 692 mm), na ausência e na presença de nitrogênio (0, 90 kg ha<sup>-1</sup> de N) e ausência e presença de fósforo (0, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), mais dois tratamentos adicionais irrigados com água de abastecimento público adubado com 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e lâmina de 554 mm), resultando em 18 tratamentos; com 3 repetições, totalizando 54 parcelas experimentais como ilustrado no Quadro 3.1. Cada parcela experimental constou de uma área de 20 m<sup>2</sup>, o arranjo de plantas foi em fileiras simples com espaçamento de 0,20 m entre plantas e 1 m entre fileiras. A área útil foi representada pelas duas fileiras centrais.

Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3		
Sem Adubo	P	Sem Adubo	N-P	N	P	L <sub>1</sub> - AR
N-P	N	P	N	N-P	Sem Adubo	
N	N-P	N	P	Sem Adubo	N-P	L <sub>2</sub> - AR
P	Sem Adubo	N-P	Sem Adubo	P	N	
N <sub>1</sub>	N	N <sub>1</sub>	N	N <sub>1</sub>	N	T - AA L <sub>T</sub>
N-P	N	P	N	N-P	Sem Adubo	L <sub>3</sub> - AR
Sem Adubo	P	Sem Adubo	N-P	N	P	
N-P	N	N-P	Sem Adubo	P	N	L <sub>4</sub> - AR
Sem Adubo	P	N	P	Sem Adubo	N-P	

Legenda.

N - 90 kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup>;

N<sub>1</sub> - 180 kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup>;

P - 60 kg de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ha<sup>-1</sup>;

N-P - com adubação N e P;

T - Tratamentos Adicionais;

AR - Águas Residuárias, L = Lâmina, L<sub>1</sub> = 367, L<sub>2</sub> = 505, L<sub>3</sub> = 643, L<sub>4</sub> = 781;

AA - Água de Abastecimento, L<sub>T</sub> = 643 mm.

**Quadro 3.1.** Croqui da área experimental com a disposição das parcelas e respectivos tratamentos e tipos de água de irrigação.

### 3.6. Adubações

A partir das análises químicas do solo foram recomendadas adubações com 90 kg ha<sup>-1</sup>, 60 kg ha<sup>-1</sup> e 20 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e potássio respectivamente.

As parcelas foram adubadas em fundação com 600g de fósforo, 60 g de potássio e ¼ (100g) do nitrogênio; utilizando como fontes o superfosfato simples o cloreto de potássio e a uréia. O restante do adubo nitrogenado ¼ foi aplicado após o desbaste aos 25 dias após a emergência (DAE), ¼ no início da floração aos 45 DAE e mais ¼ aos 65 DAE. Com os tratamentos adicionais procedeu-se da mesma forma. Não foi feita correção da acidez do solo devido o solo possuir o pH na faixa ótima para o cultivo do algodão.

### 3.7. Forma de análise

Para a análise utilizou-se do método destrutivo. Os fatores estudados foram: a altura da planta, diâmetro do caule, área foliar e biomassa total, de cinco plantas por parcela.

A área foliar foi determinada a partir da Equação 3.1 a seguir, proposta por Grimes & Carter (1969).

$$y = 0,4322 X^{2,3002} \quad (3.1)$$

em que:

y - área foliar da folha;

X - comprimento da nervura principal da folha do algodoeiro.

A área foliar por planta foi determinada pelo somatório da área foliar de cada folha.

Tanto para a análise de variância quanto à estimativa dos parâmetros dos modelos da regressão, foi utilizado o GLM do SAS (SAS/SAT 2000).



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Características do solo e da água antes do plantio

Pelos resultados mostrados na Tabela 4.1, observa-se que o Neossolo é de textura franco-argilo-arenosa. Quanto à fertilidade possui teor médio de fósforo e alto de potássio respectivamente, sendo para esses teores recomendado para o algodoeiro adubação de fundação com 60 de  $P_2O_5$  e 20  $kg\ ha^{-1}$  de  $K_2O$ . O teor de sódio de  $4,2\ mmol_c\ dm^{-3}$ , não muito alto, esteve nos níveis encontrados em solos cultivados e irrigados do Nordeste. Com pH de 7,06 e devido à ausência de alumínio não foi preciso efetuar calagem, verifica-se também um baixo teor de matéria orgânica de  $7,7\ g\ kg^{-1}$ .

**Tabela 4.1.** Resultado das análises física, química e de fertilidade do solo antes do cultivo.

Atributos Físicos e Hídricos		Atributos Químicos e Fertilidade	
Areia ( $g\ kg^{-1}$ )	629	pH ( $H_2O - 1:2,5$ )	7,06
Silte ( $g\ kg^{-1}$ )	161	$P_2O_5$ $mg\ dm^{-3}$	13,4
Argila ( $g\ kg^{-1}$ )	210	$K^+$ $mmol_c\ dm^{-3}$	6,7
Densidade ( $g\ cm^{-3}$ )	1,43	$Ca^{+2}$ $mmol_c\ dm^{-3}$	39,0
Porosidade total (%)	46,36	$Mg^{+2}$ $mmol_c\ dm^{-3}$	45,4
CC - 0,033 MPa (%)	12,47	$Na^+$ $mmol_c\ dm^{-3}$	4,2
PM - 1,5 MPa (%)	4,53	$H^+$ $mmol_c\ dm^{-3}$	10,13
Umidade gravimétrica (%)	18,82	$Al^{+3}$ $mmol_c\ dm^{-3}$	0,0
Água Disponível (%)	7,94	M.O. ( $g\ kg^{-1}$ )	7,7
		Nitrogênio ( $g\ kg^{-1}$ )	0,38

Textura: Franco-argilo-arenosa

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade, Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG.

De acordo com os resultados obtidos do extrato de saturação do solo já irrigado com efluente durante três cultivos (algodão, milho e algodão) Tabela 4.2, observa-se que o pH, a condutividade elétrica e a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) não tiveram os valores tão elevados. A concentração de bicarbonato foi de  $3,8\ mmol_c\ L^{-1}$ , e ausência de carbonato e sulfato. O solo foi classificado como normal e não sódico.

**Tabela 4.2.** Resultado da análise do extrato de saturação do para fins salinidade, antes do cultivo.

pHes	6,8
Condutividade Elétrica (dS m <sup>-1</sup> a 25°C)	1,66
Cloreto (Cl <sup>-</sup> ) (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	13,75
Carbonato (CaCO <sub>3</sub> ) (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,8
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00
Cálcio (Ca <sup>+2</sup> ) (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,13
Magnésio (Mg <sup>+2</sup> ) (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	5,63
Potássio (K <sup>+</sup> ) (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,77
Sódio (Na <sup>+</sup> ) (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	6,9
Percentagem de saturação	26,66
Relação de Adsorção de Sódio - RAS (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	3,19
Percentagem do Sódio Trocável - PST (%)	4,28
Salinidade	Não Salino
Classificação	Normal

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade, Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG.

#### 4.1.1. Características do efluente e da água de abastecimento

Na Tabela 4.3, estão às concentrações dos elementos presentes na água de abastecimento e no efluente usado na irrigação. Os teores de fósforo e nitrogênio são bastante elevados no efluente de esgoto doméstico, comparando-se com a água de abastecimento, como também os teores de sódio, potássio, ferro e os micronutrientes B, Cu, Mn. Quanto aos teores de metais pesados só o cádmio esteve abaixo do limite de detecção. O efluente é classificado como C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> e, portanto alta salinidade, oferecendo riscos para irrigação, com restrições para irrigação em culturas moderadamente tolerantes a tolerantes, deve-se usar solos que tenha uma boa drenagem, devendo-se aplicar um excesso de água para uma boa lixiviação e usar matéria orgânica. Quanto ao surgimento de problemas de obstrução no sistema de irrigação de acordo com NAKAYAMA (1982) o pH, os teores de ferro apresentam grau de restrição ligeira a moderada. E de acordo com a UNIVERSITY OF CALIFÓRNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS (1974) os teores de sódio, bicarbonato, boro e a CE da água, tiveram grau de restrição de uso ligeira e moderada; nenhuma restrição quanto aos teores de nitrato. Quanto aos teores dos oligoelementos: cobre, manganês, zinco, chumbo, níquel e cádmio, estão muito abaixo dos valores máximos recomendáveis para irrigação de acordo com NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (1972) e PRATT (1972).

**Tabela 4.3.** Resultados da qualidade das águas usadas no experimento.

Parâmetros	Unidade	Água de Abastecimento	Água Residuária
pH		7,37	7,77
Condutividade elétrica	dS m <sup>-1</sup>	0,41	1,40
Fósforo Total	mg L <sup>-1</sup>	0,08	4,6
Ortofosfato solúvel	mg L <sup>-1</sup>	0,06	3,2
Amônia NH <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg L <sup>-1</sup>	0,96	51,25
Nitrogênio Total (N)	mg L <sup>-1</sup>	-	60,5
Nitrato NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg L <sup>-1</sup>	0,87	3,3
Nitrito NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg L <sup>-1</sup>	Ausência	6,0
Cálcio	mg L <sup>-1</sup>	26,00	25,00
Magnésio	mg L <sup>-1</sup>	11,52	23,4
Sódio	mg L <sup>-1</sup>	33,81	109,79
Potássio	mg L <sup>-1</sup>	5,46	23,01
Cloreto	mg L <sup>-1</sup>	340,5	199,0
Sulfato	mg L <sup>-1</sup>	95,71	27,36
Bicarbonato	mg L <sup>-1</sup>	140	195,81
Carbonatos	mg L <sup>-1</sup>	0	21,00
Ferro	mg L <sup>-1</sup>	0,55	1,34
Alcalinidade em carbonato	mg L <sup>-1</sup>	0,00	35,00
Alcalinidade em bicarbonatos	mg L <sup>-1</sup>	54,00	160,50
Alcalinidade total	mg L <sup>-1</sup>	54,00	195,50
Dureza total CaCO <sub>3</sub>	mg L <sup>-1</sup>	113,12	178,12
Sólidos totais	mg L <sup>-1</sup>	0	797,00
Sólidos fixos	mg L <sup>-1</sup>	0	671,00
Sólidos voláteis	mg L <sup>-1</sup>	0	127,00
D.Q.O.	mg L <sup>-1</sup>	90,00	330,00
D.B.O.	mg L <sup>-1</sup>	7,6	46
Ovos de helmintos	ovo L <sup>-1</sup>	0,00	0,00
Coliformes termo tolerantes	UFC/100ml	0,00	3,6x10 <sup>6</sup>
Boro	mg L <sup>-1</sup>	-	1,54
Cobre	mg L <sup>-1</sup>	-	0,022
Manganês	mg L <sup>-1</sup>	-	0,09
Zinco	mg L <sup>-1</sup>	-	<LD <sup>2</sup>
Chumbo	mg L <sup>-1</sup>	-	0,78
Níquel	mg L <sup>-1</sup>	-	0,05
Cádmio	mg L <sup>-1</sup>	-	<LD <sup>3</sup>
RAS	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	1,30	2,83
Classificação		C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

<LD<sup>2</sup>: Abaixo do Limite de Detecção-0,06 mg L<sup>-1</sup>, <LD<sup>3</sup>: Abaixo do Limite de Detecção-0,001mg L<sup>-1</sup>. Análises realizadas: Laboratórios de Análises químicas, físicas e microbiológicas do (PROSAB), Campina Grande, PB, Laboratório de Irrigação e Salinidade, (LIS, UFCG), Centro de Tecnologia do Couro e Calçado Albano Franco, (CTCC/SENAI), Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, CCA UFPB.

## 4.2. Aporte de nutrientes via água residuária

De acordo com as concentrações de nutrientes determinados no efluente foram estimadas as quantidades de nutrientes transportadas ao solo com base nas lâminas aplicadas via água residuária durante 94 dias de cultivo. Observa-se na Tabela 4.4, as grandes quantidades dos nutrientes, destacando-se as distintas formas de nitrogênio e o conteúdo de sódio bastante elevado. Pelas grandes quantidades dos nutrientes transportados ao solo, certamente como o algodão, culturas anuais e perenes sejam perfeitamente supridas pelos nutrientes contidos nas águas residuária domésticas, salientado, porém a escolha correta do sistema de irrigação e o cuidado no manejo da irrigação.

**Tabela 4.4.** Aporte de nutrientes aplicados ao solo com base nas lâminas de água residuária aplicadas durante a irrigação.

Lâminas mm (kg ha <sup>-1</sup> )	Amônia	Nitrato	Nitrito	Fósforo	P-orto	Potássio	Cálcio	Magnésio	Sulfato
692	418,5	22,8	41,5	31,8	22,1	159,17	172,93	161,87	189,26
554	335,1	18,3	33,2	25,5	17,7	127,44	138,47	129,60	151,54
416	251,7	13,7	25,0	19,1	13,3	95,72	104,00	97,34	113,82
278	168,3	9,2	16,7	12,8	8,9	64,00	69,53	65,08	76,10
(kg ha <sup>-1</sup> )	Sódio	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CaCO <sub>3</sub>	Boro	Ferro	Cobre	Manganês	Chumbo	Níquel
692	759,45	1354,48	145,26	10,65	9,27	0,15	0,62	0,54	0,35
554	608,09	1084,53	116,31	8,53	7,42	0,12	0,50	0,43	0,28
416	456,73	814,57	87,36	6,41	5,57	0,09	0,37	0,32	0,21
278	305,36	544,61	58,41	4,28	3,73	0,06	0,25	0,22	0,14

## 4.3. Crescimento

### 4.3.1. Altura da planta

No resumo da análise de variância da altura do algodoeiro Tabela 4.5, verifica-se que houve efeito significativo das lâminas de água residuária sobre o crescimento em altura nas diferentes fases do ciclo da planta. Verifica-se ainda que para o fósforo só houve efeito significativo sobre a altura aos 25 DAE. Não houve interação de tipo algum entre os fatores estudados lâminas de água, nitrogênio e fósforo sobre a altura da planta. Na Figura 4.1 a

diferença de cor das folhas das plantas entre os tratamentos irrigados com água de abastecimento e com efluente.



**Figura 4.1.** Detalhe na diferença de cor da folha das plantas entre os tratamentos irrigados com água de abastecimento e com efluente.

No contraste do fatorial versus os tratamentos adicionais houve efeito significativo para todas as alturas da planta. Para o contraste entre os tratamentos adicionais não houve efeito significativo sobre a altura em todo ciclo da cultura. Só houve efeito de bloco sobre a altura de planta aos 45 e 65 DAE, e os coeficientes de variação foram ótimos.

**Tabela 4.5.** Resumos das análises de variância da altura da planta aos 25, 45, 65, 85 e 105 dias após a emergência das plântulas de algodoeiro irrigado sob diferentes lâminas de água residuária, com e sem N e P.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		25 DAE	45 DAE	65 DAE	85 DAE	105 DAE
Lâminas (L)	3	58,401**	149,848**	1773,472**	2673,74**	2699,63**
Nitrogênio (N)	1	42,751 <sup>ns</sup>	30,241 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	105,02 <sup>ns</sup>	80,08 <sup>ns</sup>
Fósforo (P)	1	85,066*	0,016 <sup>ns</sup>	6,750 <sup>ns</sup>	438,02 <sup>ns</sup>	752,08 <sup>ns</sup>
L x N	3	31,237 <sup>ns</sup>	8,660 <sup>ns</sup>	253,500 <sup>ns</sup>	418,96 <sup>ns</sup>	287,86 <sup>ns</sup>
L x P	3	24,012 <sup>ns</sup>	9,062 <sup>ns</sup>	74,472 <sup>ns</sup>	107,85 <sup>ns</sup>	356,08 <sup>ns</sup>
N x P	1	2,125 <sup>ns</sup>	56,985 <sup>ns</sup>	8,333 <sup>ns</sup>	6,02 <sup>ns</sup>	102,08 <sup>ns</sup>
L x N x P	3	2,866 <sup>ns</sup>	23,630 <sup>ns</sup>	49,500 <sup>ns</sup>	290,07 <sup>ns</sup>	130,30 <sup>ns</sup>
Fatorial vs	1	1112,008**	2437,225**	9130,083**	11770,89**	11183,34**
Adicional						
Entre Adicionais	1	0,881 <sup>ns</sup>	35,526 <sup>ns</sup>	580,166 <sup>ns</sup>	682,66 <sup>ns</sup>	704,16 <sup>ns</sup>
Tratamento	17	93,669**	184,329**	951,656**	1380,85**	1367,26**
Bloco	2	36,8535 <sup>ns</sup>	221,542**	970,666*	146,74 <sup>ns</sup>	79,46 <sup>ns</sup>
Resíduo	34	12,543	31,559	230,450	239,27	218,26
Total	53					
C.V (%)		10,85	10,43	15,98	13,28	11,31

\*, \*\*, ns. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F.

Na Tabela 4.6, observa-se os valores médios da altura em diferentes estádios de desenvolvimento para cada fator estudado, percebe-se que para o fator nitrogênio as médias foram superiores em valores absolutos quando houve a presença do adubo de 90 kg ha<sup>-1</sup> até os 65 DAE. A partir dessa idade os valores foram maiores na ausência de nitrogênio. Para o fósforo a altura da planta foi maior aos 25 DAE com a ausência do adubo e no restante do ciclo em valores absolutos exceto aos 65 DAE.

No contraste do fatorial versus os tratamentos adicionais observa-se que as médias da altura da planta do fatorial foram superiores para todos os estádios de desenvolvimento da planta em comparação com os tratamentos adicionais, com médias de 135,63 e 89,83 cm para o fatorial e tratamentos adicionais respectivamente. Entre os tratamentos adicionais as médias foram superiores em valores absolutos para os tratamentos que foram adubados com 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, com médias de 79 e 100,67 cm para 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. FERREIRA (2003), estudando níveis crescentes de nitrogênio e águas residuárias e de abastecimento na irrigação do algodão cultivar BRS 187 8H, encontrou alturas médias aos 120 DAE de 73,28 cm e 69,79 cm para água residuária e abastecimento, respectivamente, inferior aos encontrados nessa pesquisa aos 105 DAE.

**Tabela 4.6.** Valores médios da altura de planta aos 25, 45, 65, 85 e 105 (DAE) das plântulas em função de lâminas de água residuária, N e P na cultura do algodoeiro.

Fatores	25DAE (cm)	45DAE (cm)	65DAE (cm)	85DAE (cm)	105DAE (cm)
<b>Lâmina (mm)</b>					
781	35,90	60,83	95,58	124,50	150,92
643	31,00	55,51	86,92	113,50	138,67
505	35,32	56,24	84,67	107,42	129,17
367	34,68	52,25	79,67	99,25	120,00
<b>Nitrogênio kg ha<sup>-1</sup></b>					
0	33,33 a	55,41 a	99,54 a	123,12 a	136,91 a
90	35,33 a	57,00 a	99,54 a	120,16 a	134,33 a
<b>Fósforo kg ha<sup>-1</sup></b>					
0	35,55 a	56,22 a	99,16 a	124,66 a	139,58 a
60	32,89 b	56,19 a	99,91 a	118,62 a	131,66 a
<b>Fatorial vs Tratamentos Adicionais</b>					
Fatorial	34,22 a	56,21 a	99,54 a	121,65 a	135,63 a
Adicionais	19,78 b	34,83 b	58,17 b	74,67 b	89,83 b
Adicional 90 kg ha <sup>-1</sup>	19,4 a	32,41 a	48,33 a	64,00 a	79,00 a
Adicional 180 kg ha <sup>-1</sup>	20,7 a	37,25 a	68,00 a	85,33 a	100,67 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para altura da planta aos 105 DAE em função das lâminas de água, Figura 4.2A, o efeito foi linear crescente, com acréscimos de 0,074 cm por milímetro de água aplicado ao

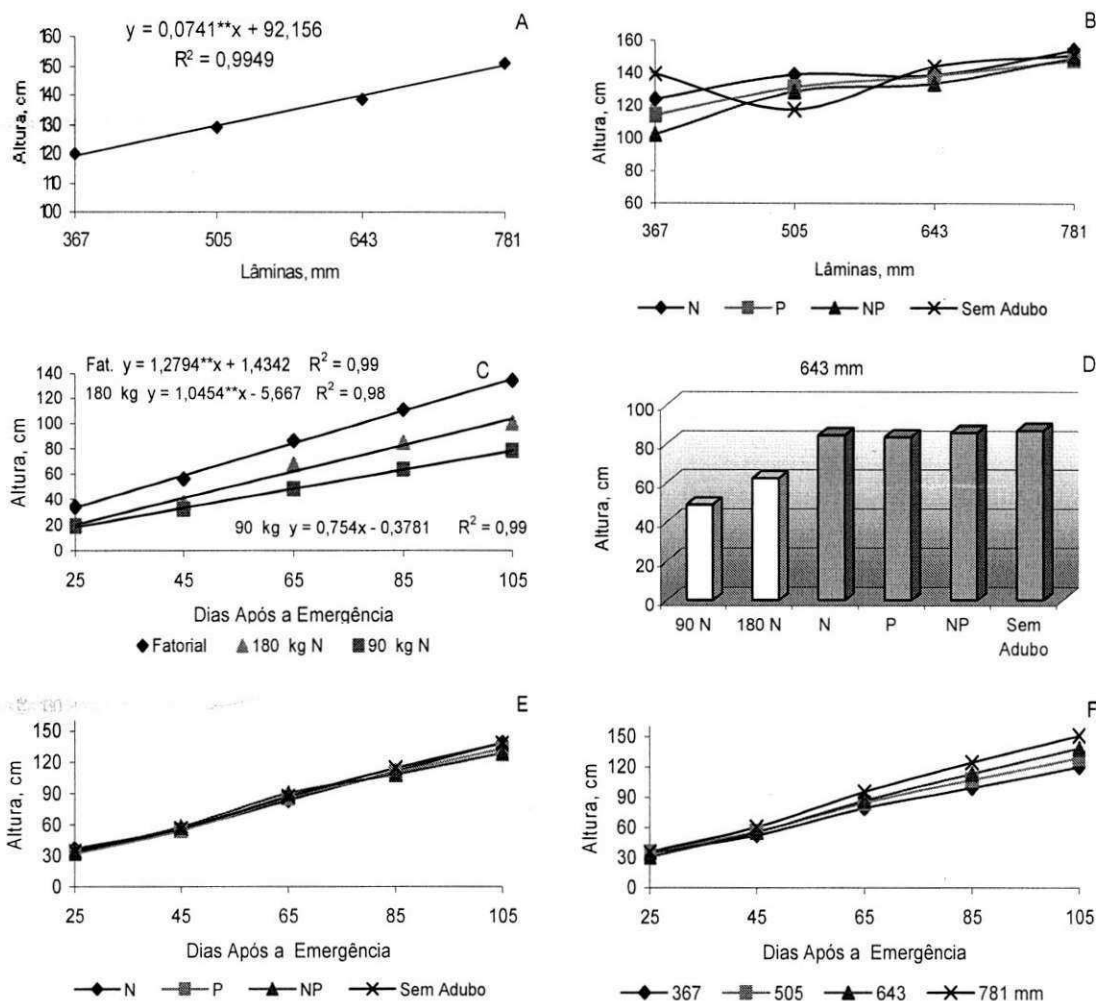
solo. Na figura 4.2B o efeito das lâminas sobre a altura da planta para os tratamentos com nitrogênio (N), fósforo (P), e NP foram semelhantes, para o tratamento sem adubo. A altura da planta praticamente se equiparou aos demais tratamentos a partir da lâmina de 600 mm, evidenciando que foi preciso certa quantidade de água residuária para então a planta ser suprida nutricionalmente em relação aos tratamentos que foram adubados. Na Figura 4.2C, a altura da planta em função dos dias, observa-se efeitos lineares crescentes até os 105 DAE, com acréscimos de 1,27; 1,04 e 0,75 cm dia<sup>-1</sup> para o fatorial e os tratamentos adicionais com 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio respectivamente.

Na Figura 4.2D, com a mesma quantidade de água residuária e de abastecimento aplicada sobre os tratamentos com água residuária e os adicionais com água de abastecimento, observa-se as maiores alturas nos tratamentos que foram irrigados com água residuária e nestes verifica-se que o tratamento sem adubo equipara-se em altura em relação aos tratamentos adubados. Nas Figuras 4.2E e 4.2F a altura em função do tempo, observa-se que praticamente não existe diferenças entre os tratamentos de N e P, já em relação às lâminas aplicadas observa-se uma maior diferenciação a partir dos 65 DAE, com valores superiores para a lâmina de 781 mm, seguida das de 643; 505 e 367 mm.

#### 4.3.2. Diâmetro do caule

No resumo das análises de variância do diâmetro de caule Tabela 4.7, verifica-se que as lâminas de água testadas só influenciaram significativamente no diâmetro a partir dos 65 DAE, não havendo diferenças significativas aos 25 e 45 DAE. A ausência e presença dos adubos nitrogenado e fosfatado, não influenciaram significativamente o diâmetro do caule do algodoeiro em nenhum estágio de desenvolvimento da planta. Houve interação de lâminas e nitrogênio e de lâminas e fósforo sobre o diâmetro aos 105 DAE, e de lâmina, fósforo e nitrogênio aos 25 DAE.

No contraste entre o fatorial versus os tratamentos adicionais houve efeito significativo sobre todos os diâmetros mensurados nos estádios de desenvolvimento da planta. Não houve efeito significativo entre os blocos para o diâmetro; os coeficientes de variação foram muitos bons.



**Figura 4.2.** Altura de planta do algodoeiro, cultivar BRS 200 Marrom, em função de lâminas de água residuária, ausência e presença de N e P, mais dois tratamentos adicionais com 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N irrigado com água de abastecimento.

Na Tabela 4.8, observa-se os valores médios do diâmetro de caule em cinco amostragens durante a constância do cultivo, para cada fator estudado, onde se verifica que não existiu uma tendência sobre o diâmetro na ausência ou na presença do nitrogênio e do fósforo. No contraste entre o fatorial versus os tratamentos adicionais verifica-se que as médias do diâmetro em todo o ciclo foram maiores em comparação com os tratamentos que não foram irrigados com água residuária, tendo médias aos 105 DAE de 18,80 e 12,69 mm para o fatorial e tratamentos adicionais respectivamente. Entre os tratamentos adicionais as médias dos tratamentos que foram adubados com 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio foram sempre maiores com médias aos 105 DAE de 11,10 e 14,17 para 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio respectivamente.



**Tabela 4.7.** Resumo das análises de variância do diâmetro aos 25, 45, 65, 85 e 105 dias após a emergência (DAE) das plântulas do algodoeiro irrigado sob diferentes lâminas de água residuária, com e sem N e P.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		25 DAE	45 DAE	65 DAE	85 DAE	105 DAE
Lâminas (L)	3	1,138 <sup>ns</sup>	4,500 <sup>ns</sup>	28,549 <sup>**</sup>	26,83 <sup>**</sup>	147,51 <sup>**</sup>
Nitrogênio (N)	1	0,500 <sup>ns</sup>	4,440 <sup>ns</sup>	0,333 <sup>ns</sup>	8,25 <sup>ns</sup>	12,71 <sup>ns</sup>
Fósforo (P)	1	2,755 <sup>ns</sup>	9,013 <sup>ns</sup>	3,307 <sup>ns</sup>	1,88 <sup>ns</sup>	16,45 <sup>ns</sup>
L x N	3	1,367 <sup>ns</sup>	0,632 <sup>ns</sup>	0,448 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	16,82 <sup>*</sup>
L x P	3	0,053 <sup>ns</sup>	0,127 <sup>ns</sup>	2,185 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>	40,47 <sup>**</sup>
N x P	1	0,025 <sup>ns</sup>	12,607 <sup>ns</sup>	6,163 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>
L x N x P	3	3,775 <sup>**</sup>	0,551 <sup>ns</sup>	3,165 <sup>ns</sup>	6,07 <sup>ns</sup>	5,78 <sup>ns</sup>
Fatorial vs Adicional	1	33,388 <sup>**</sup>	19,422 <sup>*</sup>	140,311 <sup>**</sup>	137,47 <sup>**</sup>	202,67 <sup>**</sup>
Entre Adicionais	1	0,201 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	2,666 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	14,10 <sup>**</sup>
Tratamento	17	3,286 <sup>**</sup>	3,701 <sup>ns</sup>	15,048 <sup>**</sup>	15,04 <sup>**</sup>	51,65 <sup>**</sup>
Bloco	2	1,547 <sup>ns</sup>	1,155 <sup>ns</sup>	0,407 <sup>ns</sup>	9,84 <sup>ns</sup>	11,87 <sup>ns</sup>
Resíduo	34	0,760	3,654	5,099	5,08	4,15
Total	53					
C.V (%)		17,23	19,61	18,22	14,93	11,25

\*, \*\*, ns. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F.

**Tabela 4.8.** Valores médios do diâmetro das plantas aos 25, 45, 65, 85 e 105 (DAE) em função de lâminas de água residuária, N e P na cultura do algodoeiro.

Fatores	25DAE (mm)	45DAE (mm)	65DAE (mm)	85DAE (mm)	105DAE (mm)
Lâmina (mm)					
781	5,62	10,53	15,12	17,92	22,47
643	4,94	10,26	13,48	16,35	21,33
505	5,56	9,70	12,00	14,78	16,76
367	5,29	9,17	11,58	14,35	16,44
Nitrogênio kg ha <sup>-1</sup>					
0	5,25 a	10,26 a	12,87 a	16,07 a	19,31 a
90	5,45 a	9,65 a	13,04 a	15,24 a	18,28 b
Fósforo kg ha <sup>-1</sup>					
0	5,59 a	10,39 a	12,70 a	15,85 a	18,21 b
60	5,11 a	9,52 a	13,22 a	15,46 a	19,38 a
Fatorial vs Tratamentos Adicionais					
Fatorial	5,35 a	9,96 a	12,95 a	15,66 a	18,80 a
Adicionais	2,85 b	8,05 b	7,83 b	10,58 b	12,69 b
Adicional 90 kg ha <sup>-1</sup>	2,67 a	8,03 a	7,17 a	10,33 a	11,10 b
Adicional 180 kg ha <sup>-1</sup>	3,03 a	8,07 a	8,50 a	10,83 a	14,17 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro de caule do algodoeiro aumentou com as lâminas de água aplicadas Figura 4.3A e o efeito das lâminas sobre o diâmetro de caule para os tratamentos com N, P, NP e

Sem adubo foram semelhantes Figura 4.3B. Através dos desdobramentos dos efeitos quantitativos das lâminas dentro de cada tratamento de N e P, observa-se na Figura 4.3C, através da análise de regressão polinomial, para as doses de N, houve efeito linear positivo e segundo as equações lineares estimaram-se acréscimos de 0,024 e 0,013 mm por milímetro de água aplicado ao solo respectivamente para 0 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N. No desdobramento das lâminas dentro das doses de P Figura 4.3D, houve efeito linear crescente sobre o diâmetro, com acréscimos de 0,019 e 0,18 mm respectivamente para 0 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P. Observa-se portanto através desses resultados que os maiores acréscimos no diâmetro foram com a ausência dos adubos nitrogenado e fosfatado.

O diâmetro de caule em função dos Dias Após a Emergência (DAE) Figura 4.3E, observa-se efeitos lineares crescentes até os 105 DAE, com acréscimos de 0,16; 0,12 e 0,09 mm dia<sup>-1</sup> para o fatorial e os tratamentos adicionais com 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio respectivamente.

No contraste do fatorial versus os tratamentos adicionais com a mesma lâmina de água aplicada 643 mm, verifica-se na Figura 4.3F, que os maiores diâmetros encontram-se nos tratamentos irrigados com água residuária sendo menores os diâmetros dos tratamentos irrigados com água de abastecimento.

Nas Figuras 4.3G e 4.3H o diâmetro em função do tempo, foram semelhantes entre os tratamentos de N e P, e para as lâminas aplicadas observa-se uma maior diferenciação a partir dos 65 DAE, com valores superiores para a lâmina de 781 e 643 mm, seguida das menores lâminas.

### 4.3.3. Área foliar

De acordo com o resumo da análise de variância para a área foliar Tabela 4.9, observa-se que as lâminas de água só não influenciaram significativamente sobre a área foliar aos 25 e 45 DAE, diferindo estatisticamente sobre a área foliar nos demais estádios de desenvolvimento da planta. O efeito da ausência e presença de nitrogênio só foi verificado sobre a área foliar aos 105 DAE. Na ausência e na presença de fósforo não foi verificado efeito significativo sobre a área foliar. Houve interação dos três fatores estudados lâmina, nitrogênio e fósforo sobre a área foliar aos 105 DAE. Na Figura 4.4 é observado a cultura aos 12 e 27 dias após a emergência.



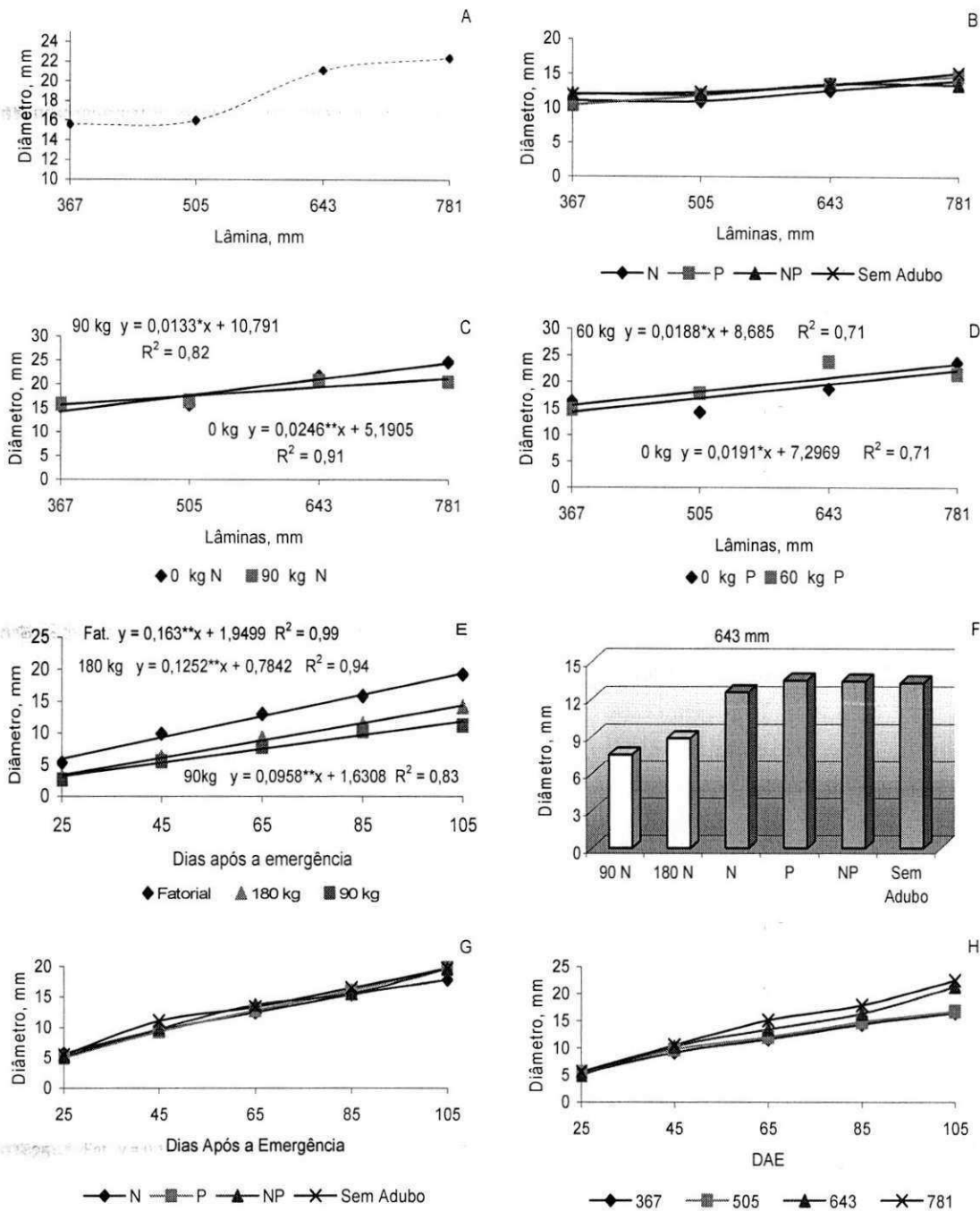
**Figura 4.3.** Parcelas com linha de gotejadores e plantas com 12 (esquerda) e 27 (direita) dias após a emergência.

No contraste do fatorial versus os tratamentos adicionais houve efeito significativo sobre a área foliar nas diversas amostragens na constância do cultivo. No contraste entre os tratamentos adicionais só houve efeito significativo para a área foliar aos 105 DAE. Houve efeito significativo entre os blocos aos 45, 65 e 105 DAE; os coeficientes de variação foram relativamente altos.

**Tabela 4.9.** Resumo das análises de variância da área foliar aos 25, 45, 65, 85 e 105 dias após a emergência (DAE) das plântulas do algodoeiro irrigado sob diferentes lâminas de água residual, com e sem N e P.

Fonte de Variação	de GL	Quadrados Médios				
		25 DAE	45 DAE	65 DAE	85 DAE	105 DAE
Lâminas (L)	3	68725,65 <sup>ns</sup>	1219980,2 <sup>ns</sup>	31498245,17 <sup>**</sup>	83984051,0 <sup>**</sup>	164740311,0 <sup>**</sup>
Nitrogênio (N)	1	4611,88 <sup>ns</sup>	426217,37 <sup>ns</sup>	3270956,50 <sup>ns</sup>	883892,8 <sup>ns</sup>	53790303,0 <sup>*</sup>
Fósforo (P)	1	25682,62 <sup>ns</sup>	2716247,05 <sup>ns</sup>	449516,00 <sup>ns</sup>	10478333,6 <sup>ns</sup>	5712385,8 <sup>ns</sup>
L x N	3	12883,51 <sup>ns</sup>	1126628,96 <sup>ns</sup>	987717,08 <sup>ns</sup>	7492709,5 <sup>ns</sup>	6418413,6 <sup>ns</sup>
L x P	3	17225,07 <sup>ns</sup>	71741,02 <sup>ns</sup>	787076,72 <sup>ns</sup>	9396406,5 <sup>ns</sup>	14364839,0 <sup>ns</sup>
N x P	1	10968,04 <sup>ns</sup>	592558,52 <sup>ns</sup>	185035,65 <sup>ns</sup>	7156572,0 <sup>ns</sup>	6908418,8 <sup>ns</sup>
L x N x P	3	50358,4 <sup>ns</sup>	1599850,50 <sup>ns</sup>	2082837,23 <sup>ns</sup>	18380140,1 <sup>ns</sup>	316792216,0 <sup>*</sup>
Fatorial Adicional	vs 1	865950,2 <sup>**</sup>	15658968,2 <sup>**</sup>	81449024,9 <sup>**</sup>	141786482,5 <sup>**</sup>	219198643,5 <sup>**</sup>
Entre Adicionais	1	1052,58 <sup>ns</sup>	992071,48 <sup>ns</sup>	369971,97 <sup>ns</sup>	1412892,7 <sup>ns</sup>	42320969,8 <sup>*</sup>
Tratamento	17	79755,49 <sup>**</sup>	1908274,41 <sup>ns</sup>	11281890,2 <sup>**</sup>	30557535,0 <sup>*</sup>	57619944,7 <sup>**</sup>
Bloco	2	22869,12 <sup>ns</sup>	8682560,78 <sup>**</sup>	10792581,8 <sup>**</sup>	2031801,4 <sup>ns</sup>	43642735,6 <sup>**</sup>
Resíduo	34	25126,75	1146534,75	3839336,3	12630148,1	8174778,0
Total	53					
C.V (%)		30,47	33,26	37,78	23,56	27,02

\*, \*\*, ns. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F.



**Figura 4.4.** Diâmetro de caule algodoeiro, cultivar BRS 200, em função de lâminas de água residuária, ausência e presença de N e P, mais dois tratamentos adicionais com 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N irrigado com água de abastecimento.

Na Tabela 4.10, pode-se observar os valores médios de área foliar nas cinco fazes do ciclo da planta. Verifica-se que para o fator nitrogênio a adubação com 90 kg ha<sup>-1</sup> influenciou de forma negativa a área foliar tendo-se, portanto menor área foliar na presença do adubo nitrogenado aos 105 DAE, com médias de 12.350,35 e 10.233,16 cm<sup>2</sup> para ausência e presença de nitrogênio respectivamente. Para o fósforo pelo teste de comparação de médias

não houve diferenças entre os estádios, mais a área foliar foi menor na ausência de fósforo só aos 65 e 105 DAE em valores absolutos.

No contraste do fatorial versus os tratamentos adicionais, observa-se que as médias de área foliar do fatorial foram significativamente maiores em todos os estádios em comparação com os tratamentos adicionais com médias de 11.291,76 e 4.880,85 cm<sup>2</sup> para o fatorial e os tratamentos adicionais respectivamente aos 105 DAE. Entre os tratamentos adicionais a área foliar para os tratamentos que foram adubados com 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio foram superiores em todo o ciclo da planta em valores absolutos com médias de 2225,01 e 7.536,69 cm<sup>2</sup> para 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio respectivamente aos 105 DAE.

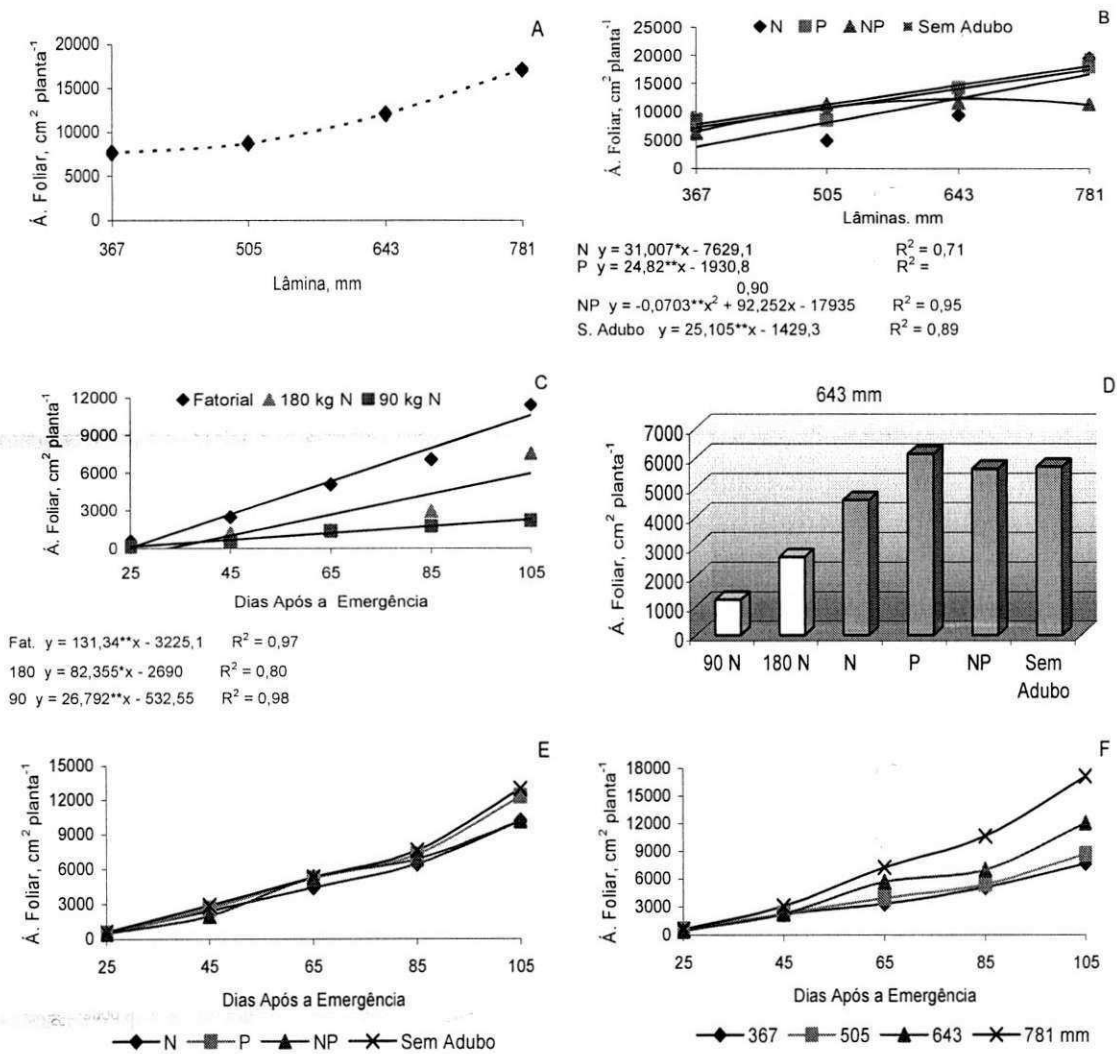
**Tabela 4.10.** Valores médios da área foliar aos 25, 45, 65, 85 e 105 (DAE) em função de lâminas de água residuária, N e P na cultura do algodoeiro.

Fatores	25 DAE (cm <sup>2</sup> )	45 DAE (cm <sup>2</sup> )	65 DAE (cm <sup>2</sup> )	85 DAE (cm <sup>2</sup> )	105 DAE (cm <sup>2</sup> )
Lâmina (mm)					
781	605,18	3113,00	7232,26	10639,01	17160,14
643	454,39	2313,98	5695,93	6998,73	12098,23
505	632,47	2294,96	3957,71	5457,83	8715,71
367	535,44	2214,04	3359,97	5100,88	7658,28
Nitrogênio kg ha <sup>-1</sup>					
0	574,75 a	2759,24 a	5880,40 a	7776,21 a	12350,35 a
90	555,15 a	2570,77 a	5358,31 a	7604,62 a	10233,16 b
Fósforo kg ha <sup>-1</sup>					
0	588,08 a	2902,89 a	5522,59 a	8107,74 a	10946,78 a
60	541,82 a	2427,12 a	5716,13 a	7273,09 a	11636,73 a
Fatorial vs Tratamentos Adicionais					
Fatorial	564,95 a	2665,01 a	5619,36 a	7690,41 a	11291,76 a
Adicionais	162,01 b	951,52 b	1711,46 b	2484,45 b	4880,85 b
Adicional 90 kg ha <sup>-1</sup>	148,76 a	544,89 a	1463,14 a	1999,19 a	2225,01 b
Adicional 180 kg ha <sup>-1</sup>	175,25 a	1358,14 a	1959,78 a	2969,72 a	7536,69 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A área foliar cresceu com as lâminas de água aplicadas Figura 4.5A. Através dos desdobramentos dos efeitos quantitativos das lâminas de água dentro dos tratamentos de N e P, através da análise de regressão para os tratamentos de N, P e sem adubo o efeito foi linear, com acréscimos de 31,0; 24,8 e 25,1 cm<sup>2</sup> mm<sup>-1</sup> Figura 4.5B, já para o tratamento de NP o efeito foi quadrático com a área máxima estimada de 12329,69 cm<sup>2</sup>, que seria atingida com 656,18 mm de água residuária. Verifica-se, portanto, existiu um excesso de nutrientes no solo disponível para planta, diminuindo a área fotossintética, havendo com isso necessidade de redução da lâmina aplicada.

No fatorial versus os tratamentos adicionais com 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, houve efeito linear crescente para a área foliar com o tempo Figura 4.5C, e de acordo com as equações os acréscimos foram de 131,3; 82,3 e 26,7 cm<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup>. Com a mesma lâmina aplicada de 643 mm, Figura 4.5D, observa-se os baixos valores de área foliar nos tratamentos irrigados com água de abastecimento, nos tratamentos com água residuária os tratamentos adubados com fósforo obtiveram os maiores valores sinalizando então que a adubação fosfatada por enquanto foi benéfica para o crescimento em área foliar da planta para a lâmina de 643 mm. A área foliar em função do tempo figuras 4.5E e 4.5F observam-se para os tratamentos de N e P que a partir dos 65 DAE para os tratamentos com adubo fosfatado e para os sem adubo a área foliar foi superior.



**Figura 4.5.** Área foliar do algodoeiro, cultivar BRS 200, em função de lâminas de água residuária, ausência e presença de N e P, mais dois tratamentos adicionais com 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N irrigado com água de abastecimento.

#### 4.3.4. Biomassa total

De acordo com o resumo da análise de variância para a biomassa total da parte aérea em cinco amostragens durante o seu crescimento Tabela 4.11. Observa-se que a biomassa só não foi influenciada pelas lâminas de água residuária no início do ciclo aos 25 DAE, o efeito significativo das lâminas de água sobre a biomassa se estendeu a partir dos 45 aos 105 DAE. Nos tratamentos de nitrogênio só houve efeito significativo aos 105 DAE, não havendo efeito sobre a biomassa total dos tratamentos de fósforo em nenhuma amostragem durante o ciclo da cultura. Só houve interação dos três fatores estudados lâmina, nitrogênio e fósforo sobre a biomassa total aos 45 DAE.

No contraste do fatorial versus os tratamentos adicionais houve efeito significativo sobre a biomassa total em todas as amostragens durante o ciclo da cultura. O contrário ocorreu com o contraste entre os tratamentos adicionais, não havendo, portanto efeito significativo sobre a biomassa total da planta. Para os tratamentos houve efeito significativo a partir dos 45 DAE. Houve efeito significativo entre os blocos nas cinco amostragens; o coeficiente de variação aos 25 DAE, considerado alto.

**Tabela 4.11.** Resumo da análise de variância da biomassa total da planta aos 25, 45 65, 85 e 105 Dias Após a Emergência (DAE) das plântulas do algodoeiro irrigado sob diferentes lâminas de água residuária, com e sem N e P.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		25 DAE	45 DAE	65 DAE	85 DAE	105 DAE
Lâminas (L)	3	4,95 <sup>ns</sup>	45,83 <sup>*</sup>	2996,27 <sup>**</sup>	12222,35 <sup>**</sup>	155373,73 <sup>**</sup>
Nitrogênio (N)	1	4,80 <sup>ns</sup>	16,04 <sup>ns</sup>	106,56 <sup>ns</sup>	3345,01 <sup>ns</sup>	42733,86 <sup>**</sup>
Fósforo (P)	1	6,44 <sup>ns</sup>	23,47 <sup>ns</sup>	160,96 <sup>ns</sup>	527,35 <sup>ns</sup>	678,37 <sup>ns</sup>
L x N	3	4,33 <sup>ns</sup>	4,49 <sup>ns</sup>	149,50 <sup>ns</sup>	3311,93 <sup>ns</sup>	15647,12 <sup>ns</sup>
L x P	3	1,65 <sup>ns</sup>	13,74 <sup>ns</sup>	263,99 <sup>ns</sup>	261,56 <sup>ns</sup>	2039,50 <sup>ns</sup>
N x P	1	3,10 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	22,27 <sup>ns</sup>	85,60 <sup>ns</sup>	1167,91 <sup>ns</sup>
L x N x P	3	6,42 <sup>ns</sup>	46,32 <sup>*</sup>	139,84 <sup>ns</sup>	426,68 <sup>ns</sup>	3009,37 <sup>ns</sup>
Fatorial vs Adicional	1	23,60 <sup>**</sup>	552,77 <sup>**</sup>	9194,92 <sup>**</sup>	59096,70 <sup>**</sup>	198185,12 <sup>**</sup>
Entre Adicionais	1	4,16 <sup>ns</sup>	10,66 <sup>ns</sup>	80,74 <sup>ns</sup>	136,32 <sup>ns</sup>	14181,48 <sup>ns</sup>
Tratamento	17	5,54 <sup>ns</sup>	55,02 <sup>**</sup>	1189,07 <sup>**</sup>	6579,92 <sup>**</sup>	46185,64 <sup>**</sup>
Bloco	2	20,29 <sup>*</sup>	39,93 <sup>*</sup>	1050,14 <sup>*</sup>	10967,31 <sup>**</sup>	32121,48 <sup>**</sup>
Resíduo	34	5,11	11,08	244,29	2250,20	5511,72
Total	53					
C.V (%)		42,38	21,25	13,90	16,32	26,15

\*, \*\*, ns. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F.

Na Tabela 4.12, observa-se os valores médios da biomassa total em cinco estádios do ciclo da cultura para cada fator estudado. Verifica-se que para os tratamentos de nitrogênio as médias de biomassa total foram maiores em valores absolutos na ausência do adubo exceto aos 25 DAE, com médias aos 105 DAE de 335,15 e 275,48 g para 0 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio respectivamente. Nos tratamentos de fósforo as médias da biomassa total aos 105 DAE foram 301,56 e 309,08 g para 0 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectivamente. No contraste do fatorial versus os tratamentos adicionais verifica-se que as médias da biomassa total do fatorial foram maiores comparando-se com os tratamentos adicionais com média de 305,32 e 112,55 g para o fatorial e os tratamentos adicionais respectivamente aos 105 DAE. Entre os tratamentos adicionais a biomassa total dos tratamentos que foram adubados com 180 kg ha<sup>-1</sup> foram superiores em valores absolutos nas cinco amostragens, tendo médias de 63,94 e 161,17 g para 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

**Tabela 4.12.** Valores médios da biomassa total da planta aos 25, 45, 65, 85 e 105 DAE em função de lâminas de água residuária, N e P na cultura do algodoeiro.

Fatores	25 DAE (g)	45 DAE (g)	65 DAE (g)	85 DAE (g)	105 DAE (g)
<b>Lâmina (mm)</b>					
781	6,13	19,46	84,09	192,72	410,32
643	4,65	16,87	64,19	148,94	396,44
505	5,78	16,02	57,75	130,01	222,57
367	5,73	14,85	46,34	116,16	197,84
<b>Nitrogênio kg ha<sup>-1</sup></b>					
0	5,25 a	17,37 a	64,88 a	157,17 a	335,15 a
90	5,88 a	16,22 a	61,90 a	140,48 a	275,48 b
<b>Fósforo kg ha<sup>-1</sup></b>					
0	5,20 a	17,50 a	61,55 a	152,14 a	301,56 a
60	5,93 a	16,10 a	65,22 a	145,51 a	309,08 a
<b>Fatorial vs Tratamentos Adicionais</b>					
Fatorial	5,57 a	16,80 a	63,39 a	148,83 a	305,32 a
Adicionais	3,47 b	6,62 b	21,87 b	43,56 b	112,55 b
Adicional 90 kg ha <sup>-1</sup>	2,63 a	5,29 a	18,20 a	38,77 a	63,94 a
Adicional 180 kg ha <sup>-1</sup>	4,30 a	7,95 a	25,54 a	48,34 a	161,17 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O efeito foi linear crescente para biomassa total aos 105 DAE em função das lâminas de água, Figura 4.6A, com acréscimos de 0,58 g por mm de água aplicado ao solo. Na Figura 4.6B, observa-se os tratamentos que foram adubados com fósforo e os sem adubação, a biomassa total foi maior do que os tratamentos que receberam nitrogênio a partir dos 505 mm. Para o fatorial e os tratamentos adicionais Figura 4.6C, houve efeito linear crescente para a



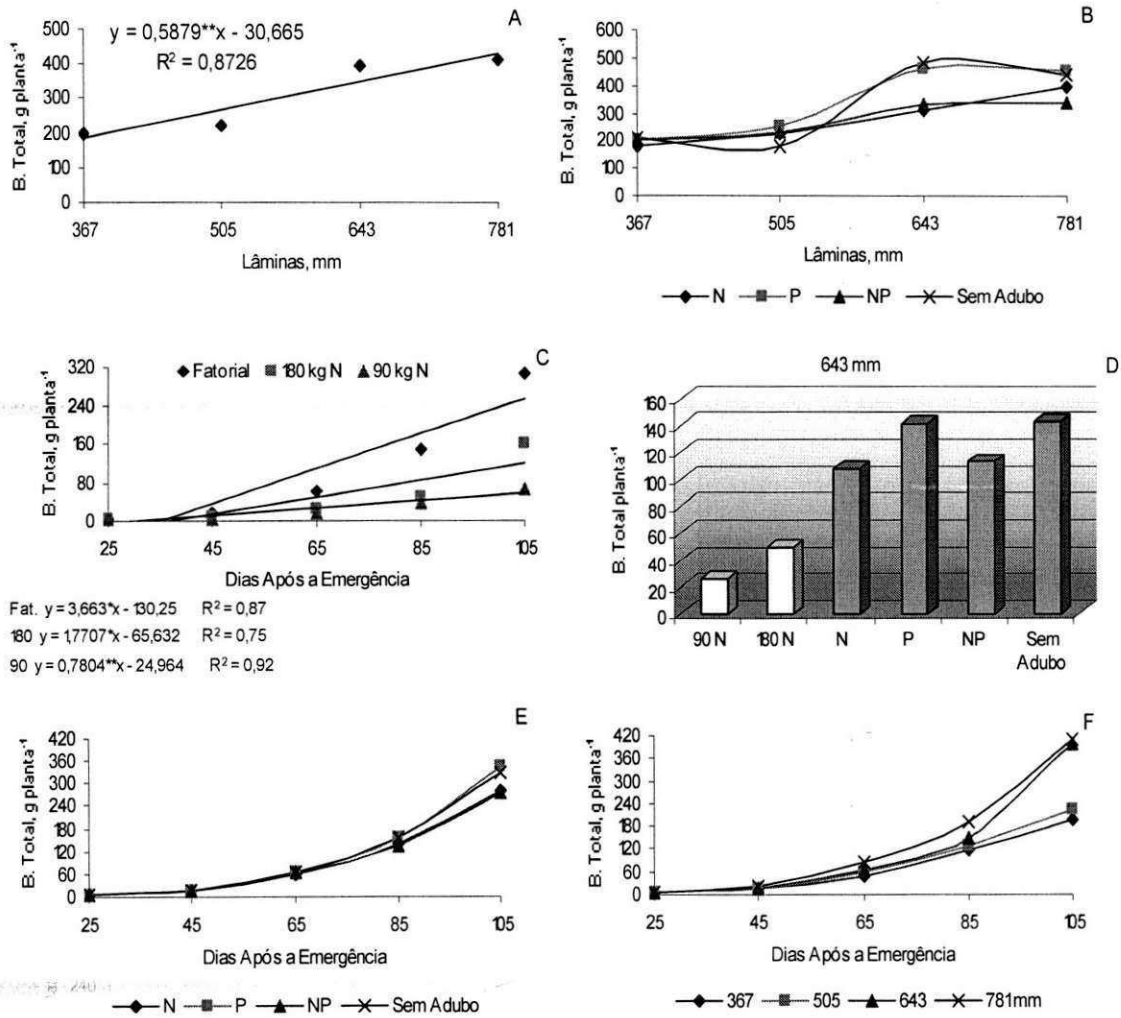
biomassa total em função do tempo, com acréscimos de 3,6; 1,7 e 0,7 g dia<sup>-1</sup> para o fatorial, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Com a mesma quantidade de água Figura 4.6D, os tratamentos adicionais tiveram a biomassa total inferior ao fatorial, e nos tratamentos de N e P houve uma maior biomassa na presença do adubo fosfatado, bem como, na ausência dos nutrientes; verifica-se, portanto, que de acordo com as variáveis avaliadas até o presente momento, o crescimento da planta não sofreu quaisquer detrimento em virtude da ausência dos adubos fosfatado e nitrogenado. Nas figuras 4.6E e 4.6F observa-se que houve efeito semelhante ao da área foliar, na presença de P e na ausência de adubo, verifica-se os maiores valores de biomassa total tendo o efeito mais evidente a partir dos 85 DAE; com biomassa total superior para as lâminas maiores 643 e 781 mm.

Os valores de biomassa da parte aérea estão muito acima dos encontrados por FERREIRA, (2003) estudando níveis crescentes de nitrogênio e águas residuárias e de abastecimento na irrigação do algodão, cultivar BRS 187-8H em campo. Encontrou biomassa da parte aérea aos 120 DAE de 49,95 e 46,25 g para água residuária e abastecimento, respectivamente, que não diferiram estatisticamente.

#### **4.4. Adubação para os tratamentos adicionais**

Observa-se na Tabela 4.13, que o diâmetro do caule é o indicador de crescimento menos sensível a adubação, seguido da altura das plantas. Observa-se também que a diferença percentual encontrada para a área foliar é praticamente o triplo da diferença encontrada para o diâmetro do caule.



**Figura 4.6.** Biomassa total da planta do algodoeiro, cultivar BRS 200, em função de lâminas de água residuária, ausência e presença de N e P, mais dois tratamentos adicionais com 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N irrigado com água de abastecimento.

**Tabela 4.13.** Variação dos indicadores de crescimento com relação adubação fornecida as plantas, para os tratamentos adicionais.

Variável	Coef. Angular	Cálculo	Diferença
Altura da planta			
90 kg ha <sup>-1</sup>	0,7540	$= \left( 1 - \frac{0,7540}{1,0454} \right) \times 100$	27,9 %
180 kg ha <sup>-1</sup>	1,0454		
Diâmetro do caule			
90 kg ha <sup>-1</sup>	0,0958	$= \left( 1 - \frac{0,7540}{1,0454} \right) \times 100$	23,5 %
180 kg ha <sup>-1</sup>	0,1252		
Área foliar			
90 kg ha <sup>-1</sup>	26,792	$= \left( 1 - \frac{0,7540}{1,0454} \right) \times 100$	67,5 %
180 kg ha <sup>-1</sup>	82,355		
Biomassa total			
90 kg ha <sup>-1</sup>	0,7804	$= \left( 1 - \frac{0,7540}{1,0454} \right) \times 100$	55,9 %
180 kg ha <sup>-1</sup>	1,7707		

## 5. CONCLUSÕES

1. O efeito dos tratamentos foi mais bem observado a partir dos 65 dias após a emergência.

2. A água residuária doméstica promoveu o crescimento do algodoeiro cultivar BRS 200. Com a indicação da lâmina de 781 mm para o intervalo estudado.

3. A utilização de água residuária substituiu a adição de fósforo e nitrogênio no solo para o crescimento do algodoeiro marrom.

4. A área foliar é dentre os indicadores de crescimento o mais sensível à adubação nitrogenada.

5. O único indicador de crescimento que apresentou alguma sensibilidade quanto à adubação fosfatada foi o diâmetro caulinar.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-JALOUD, A. A.; HUSSAIN, G.; AL-SAATI, J.; KARIMULLA, S. Effect of wastewater irrigation on mineral composition of corn and sorghum plants a pot experiment. **Journal of Plant Nutrition**, v.18, p.1677-1692, 1995.

ALVES, J. ; SILVA, F.P. da & BEZERRA, F.F. Efeitos da adubação com macronutrientes na cultura do algodão mocó, *G. hirsutum* marie Galante Hutch, no estado do Ceará. Fortaleza, 3 (1/2): 17-22,1973.

AMBROSANO, E. J.; TRIELIN, P. C. O.; MURAOKA, T. Técnica para marcação dos adubos verdes crotalária júncea e mucuna-preta com  $^{15}\text{N}$  para estudos de dinâmica de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 56, nº 1, p.219-224, 1997.

AMORIM NETO, M. da S. & BELTRÃO, N. E. de M. Determinação da época de irrigação em algodoeiro herbáceo por via climatológica. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1992. 17p. (EMBRAPA/CNPA. **Comunicado Técnico**, 34).

ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2001. 143p.

ARAGÃO JÚNIOR, T.; MAGALHÃES, C. A. de; SANTOS, C. S. V. dos. Estudos de lâminas de irrigação na cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch). In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 8, 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC, CIC, 1988, p.108-116.

AYERS, R. S. & WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução: H. R. Gheyi & J. F. de Medeiros. Campina Grande, PB. UFPB/PRAI/CCT. 218p. Water Quality for Agriculture. FAO, Rome, 1985), 218p. 1991.

AZEVEDO, R. V. de; RAMANA RAO, T. V; AMORIM NETO, M. da S.; BEZERRA, J. R. C.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Estimativa do consumo hídrico de um cultivo de algodão

herbáceo irrigado. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 7, Viçosa, 1991. **Resumos...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991, p.229-231.

BARRETO, A. N.; BELTRÃO, N. E. de M.; BEZERRA, J. R. C.; LUZ, M. J. da S. E. **Configuração de plantio na cultura do algodoeiro herbáceo irrigado por sulcos.** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1994. 7p. (EMBRAPA/CNPA. Pesquisa em Andamento, 18).

BARROS, M. A. L. & SANTOS, R. F. dos. Aspectos econômicos e sociais da produção de algodão arbóreo no Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1, 1997. Fortaleza. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1997, p.82-84.

BASSETT, D.M.; ADERSON, W.D. & WERKHOVEN, C.H.E. dry matter production and nutrient uptake in irrigated cotton ( *Gossypium hirsutum*). *Agronomy Journal*. Madison, 62: 299 – 303, mar/ abr., 1970.

BASTOS, R. L. K. X. **Reuso de Efluentes. Anais do Seminário Internacional Tendências no Tratamento Simplificado de Águas Residuárias Domésticas e Industriais.** Belo Horizonte-MG, mar. 1996, p.222-236.

BELTRÃO, N. E. de M.; BEZERRA, J. R. C.; BARRETO, A. N.; LIMA, E. F.; OLIVEIRA, F. de A.; RAMALHO, P. de S.; SANTANA, J. C. F. de; COSTA, J. N. da; MEDEIROS, J. da C. **Recomendações técnicas para o cultivo do algodoeiro herbáceo de sequeiro e irrigado nas regiões Nordeste e Norte do Brasil.** Campina Grande, PB. EMBRAPA/CNPA, 1993. 72p. (EMBRAPA/CNPA. Circular Técnica, 17).

BELTRÃO, N. E de M. **Componentes da Produção na Cotonicultura: uma visão integrada.** In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, pág 503-506. Campo Grande, MS, 27 a 31 de agosto de 2001.

BEZERRA, J. R. C.; BARRETO, A. N.; SILVA, B. B. da; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; RAMANA RAO, T. V; LUZ, M. J. da S. E; MEDEIROS de; SOUZA, C. B. de; SILVA, M. B. da. Consumo hídrico do algodoeiro herbáceo. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório técnico anual 1992-1993.** Campina Grande, PB, 1994. p.151-154.

BOND, W. J. Effluent irrigation an environmental challenge for soil science Australian. **Journal of Soil Research**, v.36, p.543-555, 1998.

BOUWER, H. & IDELOVITCH, E. Quality requirements for irrigation with sewage water. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.113, p.516-535, 1987.

CAMARGO, P.N & SILVA, O. Manual de adubação foliar. São Paulo, ed. Dist. Herba, 1975.258p.

CARVALHO, L. P. & SANTOS, J. W. Respostas Correlacionadas do Algodoeiro com a Seleção para a coloração da Fibra. Brasília: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38. nº 1, Janeiro, 2003, p.79-83.

CARVALHO, L. P. Correlação genótípicas, fenotípicas e ambientais entre algumas características do algodoeiro herbáceo colorido – Embrapa – Algodão. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. Vol. 5, nº 1, 2001, p.267-272.

CARVALHO, L. P. de; NÓBREGA, M. B. de M.; FREIRE, E. C.; SANTANA, J. C. F. de. **Cores naturais da fibra de algodão e obtenção de uma população da cultivar CNPA 7 H Verde**. Campina Grande, PB, 1999. 23p. (EMBRAPA – CNPA. Documentos 68).

CRUCIANI, D. E.; MAIA, P. C. S.; PAZ, V. P. S.; FRIZZONE, J. A. Fertirrigação nitrogenada na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) por sistema de irrigação por aspersão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, nº 1, p. 63-67, 1998.

DOORENBOS, J. & KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução por H. R. Gheyi, A. A. Sousa, F. A. Damasceno, e J. F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. il. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 33) Tradução de Yield Response to Water.

EMBRAPA Algodão. (Campina Grande, PB). **Melhoramento do algodoeiro na Embrapa**. Campina Grande, PB, 2001. (Folder).

EMBRAPA Algodão. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. **BRS - VERDE, nova cultivar de algodão colorido**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). **Sistema de produção para o algodão perene de fibra marrom (BRS 200) no Nordeste brasileiro**. Campina Grande, PB, 2000. (Folder).

FEIGIN, A.; VAISMAN, I.; BIOLORAI, H. Drip irrigation of cotton with treated municipal effluents: II. Nutrient availability in soil. **Journal of Environmental Quality**, v.13, p.234-238, 1984.

FLECK, N. G.; SILVA, P. R. F. Efeito da época de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do girassol, com e sem controle de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, nº 6, p. 669-676, 1989.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG, 2000, 402p.

FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C.; Watanabe, P. A.; Aguiar, P. H. **Produção de sementes**. In: Mato Grosso: Liderança e Competitividade; Rondonópolis: Fundação MT; Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1999. 182p. (Fundação MT. Boletim 3).

FURLANI, E.J., ZANQUETA, R. SILVA, M.N, CARVALHO, E.H, *et al.* **Características da fibra em função de doses e momentos de aplicação de adubo nitrogenado para a cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) IAC 224**. III Congresso Brasileiro do Algodão. Vol. 2. Campina Grande: Embrapa Algodão, Campo Grande; UFMS; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001.

GAZETA MERCANTIL. **Panorama Setorial. Exportações de Algodão**. Editores: Lúcia Kassai & Onildo Cantalice. Brasil, Segunda-Feira, 28 de Fevereiro de 2005, Pág. A-14.

GRESPLAN, S. L. & ZANCANARO, L. **Nutrição e adubação do algodoeiro no Mato Grosso**. Rondonópolis: FMT/EMBRAPA, 1999, p.95 (Boletim, 3).



Grimes, D.W.; Carter, L.M. A linear rule for direct nondestructive leaf area measurements. *Agronomy Journal*, Madison, v.3, n.61, p.477-479, 1969.

HESPANHOL, I. **Potencial de reúso de água de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos.** In: MANCUSO, C. S. A. & SANTOS, H. F. (Editores). *Reúso de água*. Barueri, SP. Manole, 2003, p.37-95.

HESPANHOL, I. Reuso da água: uma alternativa viável. *Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente - BIO*, Rio de Janeiro, ano XI, nº 18, p. 24-25, abr/jun, 2001.

ICAC RECORDER, Washington, **Internacional Cotton Advisory Committee**, v. 10, nº 4, p.36, 1992.

INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE. **Cotton: Review of the World Situation.** Washington, USA. ICAC, v.55, nº 3, Jan-Feb, 2002, p.19.

JORGE, J.A. fósforo. In elementos de pedologia. Rio de Janeiro, livros técnicos e científicos, 1975. P. 191 – 7.

KRANTZ, B. A.; SWANSON, N. P.; STOCRINGER, K. R.; CARRECER, J. R. Irrigation cotton to insure higher yields. *Yearbook Agric.*, p.381-388, 1976.

LEÓN S., G. & CAVALLINI, J. M. **Curso de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales.** Lima: OMS-OPS-CEPIS, 1996. 151p.

MAGALHÃES, A. R.; GARAGORRY, F. L.; MOLION, S. B. C.; AMORIM NETO, M. da S. A.; NOBRE, C. A.; PORTO, E. R.; REBOUÇAS, O. E. **The effects of climatic variations of agriculture in Northeast to Brazil.** Luxemburgo-Austria, 1987, 109p.

MAGALHÃES, A. C. N. **Análise quantitativa do crescimento.** In: FERRI, M. G. (Coord.). *Fisiologia Vegetal 1*. São Paulo: EPU/Ed. da Universidade de São Paulo, 1979, v.1, cap.8, p.331-350.

MALAVOLTA, E. *et al.* **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubações**. São Paulo: Ceres, 3ª Edição, 1981. 596p.

MALAVOLTA, E. Adubos fosfatados. In manual de química agrícola 1a. 2 ed. São Paulo, Ceres, 1967. P.362-37.

MEDEIROS, J. C.; FREIRE, E. C.; CUNHA, H. F.; QUEIROZ, J. C.; DEL'AQUA, J. M.; PEDROZA, M. B.; ASSUNÇÃO, J. H. **Principais ações de pesquisa e transferência de tecnologia para o algodoeiro no Estado de Goiás, Safra 1999/2000**. Campina Grande, PB, 2001, 37p.

MONDINO, M. H. & GALIZZI, F. A. **Efects de la aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosforados sobre las propiedades tecnologicas de La fibra del algodón producida Bajo Riego**. Santiago del Estero, Argentina, p. 1022-1024, 2001.

NATURAL COLORS OF COTTON. **ICAC Recorder**, v. 10, nº 4, p.3-5, Dec. 1992.

OLIVEIRA, F. A. **Determinação da época de plantio e uso consecutivo do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. Coker 100A) no Sub-Médio São Francisco**. Campina Grande, PB. UFPB/CCT, 1976, 71p. (Tese de Mestrado).

OSINAME, O.; VANGINJ, H.; ULEX, P. L. G. Effect nitrifications inibitios of the fate and efficiency of nitrogenenoms fertilisers Ander simulated homid tropical conditions. **Tropical Agricultura**, v. 60, p.211-217, 1983.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343p.

RAMOS, S. F. analise e indicadores do agronegócio. Vol I, n.5, maio de 2006. Disponível em: <http://www.ica.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=5715>, acesso em 02 Out. 2007.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 188p. 1987.

ROCHA FULHO, J.V. de C. Efeitos dos sintomas de deficiência de macronutrientes no crescimento e composição do algodoeiro Mocó (*Gossypium* L. var. Marie Galante. Hutch.). Piracicaba, 1971. 66 p. (Mestre- escola superior de agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP.

RODRIGUES, M. B.; KIEHL, I. L. Volatilização da amônia após uréia em diferentes doses de aplicação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 10, nº 1, p. 37, 1986.

SAN JUAN, J. A. M. **Riego por goteo: teoria e práctica**. 4ª ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2000. 302p.

SABINO, N. P.; SILVA, N. M. da; RODRIGUES FILHO, F. S. O. **Efeitos da aplicação de N e K na qualidade da fibra do algodoeiro cultivado em Latossolos Roxos do estado de São Paulo**. *Bragantia*, Campinas v.35, 1976, p.381-389.

SANTANA, J. C. F. de; VANDERLEY, M.J.R.; BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. Qualidade e tecnologia da fibra e do fio de linhagens de algodão de fibra colorida. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.3, nº 3, p.195-200, set-dez. 1999.

SANTOS, R. F. dos; BARROS, M. A. L.; CAVALCANTE, J. J. **Conjuntura Internacional e Nacional do Algodão, 1990/91**. In: RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DE PESQUISA DO ALGODÃO, 1990/91. Campina Grande, PB. EMBRAPA-CNPA, 1992. p.73-74.

SAS/SAT User's Guide. In: SAS Institute. SAS OnlineDoc: version 8.2. Cary, 2000. CD Rom.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, E. de M.; AMORIM NETO, M. da S. **Análise de crescimento de comunidades vegetais**. Campina Grande: Embrapa – Algodão, 2000. 47p. (Embrapa – Algodão), Circular.

SILVA, L. C.; FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, E. de M.; RAMANA RAO, T. V.; SANTOS, J. W. dos. Análise de crescimento de amendoim submetidos a diferentes níveis de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9, 1995. Campina

Grande, PB. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995. p.145-146.

SILVA, N. M. **Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1999.

SOUSA, J. T. & LEITE, V. D. **Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura**. Campina Grande, PB: EDUEP, 2002, 103p.

SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento de Nordeste. **Isótopos ambientais aplicados a um estudo hidrológico do Nordeste brasileiro**. Recife: SUDENE/MINTER, 1979. 58p.

TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W.; VITTI, A. C.; GAVA, G. F. C.; BENDASSOLI, J. A. Perdas de nitrogênio da uréia no sistema solo planta em dois ciclos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, nº 2, p. 193-201, 2002.

TUCKER, T. C. & TUCKER, B. B. Nitrogen nutrition. In: ELLIOT, F. C.; HOOVER, M.; PORTER JÚNIOR, W. K. (eds.). **Advances in production and utilization of quality cotton: principles and practices**. Ames: Iowa State University, 1968, p.183-211, cap.7.

WADDLE, B. A crop growing practices. In: KOMEL, R. J.; LEWIS, C. P. Cotton. Madison: **American Society of Agronomy**, 1984. p. 233-263 (Série Agronomy, 24).

WATTS, W.R.D. & OLIVEIRA, C.D. de . Carência de fósforo na cultura do algodão herbáceo(*Gossypium hirsutum* var. *latifolium*) no estado da Paraíba. **Pesquisa agropecuária no Nordeste**. Recife, 3(1): 35 – 38, 1971.

WORLD BANK. **Irrigation and drainage research**. s.l., 1990. v.1, 21p.

ZANIN, F.; PIPPUS, A. J.; FURTADO, G.C.; SOUZA, L. C. F. **Efeito da sucessão de culturas e diferentes doses de nitrogênio na produtividade do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. II Congresso Brasileiro de Algodão - Campo Grande. Embrapa – Algodão, UFMS – Embrapa Agropecuária Oeste Dourados, MS, v.1, 2001.