

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

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

***CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE GERGELIM SOB IRRIGAÇÃO  
COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA E ADUBAÇÃO COM TORTA DE  
MAMONA***

**MICHELE DA SILVA SANTOS**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA**

**Fevereiro – 2009**

**MICHELE DA SILVA SANTOS**

Engenheira Agrônoma

*CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE GERGELIM SOB IRRIGAÇÃO COM  
ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA E ADUBAÇÃO COM TORTA DE  
MAMONA*

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. **VERA LÚCIA ANTUNES LIMA**

Orientador: Dr. **NAPOLEÃO E. DE M. BELTRÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre (M.Sc.) em Irrigação e Drenagem.

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

Fevereiro – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S237c

2009 Santos, Michele da Silva.

Crescimento e produção de gergelim sob irrigação com água residuária tratada e adubação com torta de mamona / Michele da Silva Santos. — Campina Grande, 2009.

66 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientadores: Profª. Drª. Vera Lúcia Antunes de Lima,  
Prof. Dr. Napoleão E. de M. Beltrão.

1. *Sesamum indicum*. L. 2. Adubação Orgânica. 3. Crescimento. 4. Produção e Reuso de Água. I. Título.

CDU – 628.381:633.85(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

MICHELE DA SILVA SANTOS

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE GERGELIM SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA  
RESIDUÁRIA TRATADA E ADUBAÇÃO COM TORTA DE MAMONA

BANCA EXAMINADORA

PARECER

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

APROVADO

*Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão*  
Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão - Orientador

APROVADO

*José Dantas Neto*  
Dr. José Dantas Neto - Examinador

APROVADO

*Maria Betânia Humenegildo dos Santos*  
Dra. Maria Betânia H. dos Santos - Examinadora

APROVADO

FEVEREIRO - 2009

*A meus pais, por tudo que sempre foram e são para mim, pela presença constante em minha vida, incentivando-me e me apoiando em prol de um futuro mais digno.*

*A minha irmã Micheline e a meu sobrinho Pedro, pelo apoio e convivência.*

### **OFEREÇO E DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

*A DEUS, que me deu força nos momentos de dificuldades.*

*Aos meus pais, pelo apoio, carinho e incentivo, por tudo, meu muito obrigado.*

*Aos meus orientadores, Vera Lucia Antunes de Lima e Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão pela orientação, amizade e atenção durante todo o curso.*

*CNPQ pelo apoio financeiro pela concessão da bolsa de estudo.*

*Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, pela oportunidade concedida à realização deste curso.*

*À coordenação, aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, pelos conhecimentos técnico-científicos repassados. As Sras. Rivanilda e Aparecida pela atenção e ajuda dadas sempre que necessitei durante todo o curso. Aos colegas de curso e, em particular, a Helder Moraes e a Karinne Lopes, pelas valiosas ajudas e incentivos constantes, dos quais tenho o grande prazer de desfrutar de uma verdadeira amizade.*

*Finalmente, gostaria de agradecer a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o sucesso deste trabalho.*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	vii
<b>LISTA DE TABELAS</b>	viii
<b>RESUMO</b>	ix
<b>ABSTRACT</b>	x
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	01
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	03
2.1 Cultura do Gergelim	03
2.2 Adubação Mineral e Respostas na Cultura do Gergelim	06
2.3 Adubação Orgânica e Respostas na Cultura do Gergelim	08
2.4 Torta de Mamona	09
2.5 Agricultura Irrigada, Escassez e Reuso de Água	10
2.6 Reuso na Agricultura	13
2.7 Tratamento de Águas Residuárias	17
2.8 Culturas Irrigadas com Água Residuária	20
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	25
3.1 Localização da área experimental	25
3.2 Instalação e Condução do Experimento	25
3.3 Águas utilizadas para irrigação	27
3.4 Material de Solo utilizado para o preenchimento dos vasos	28
3.5 Adubação	29
3.6 Cultura utilizada	30
3.7 Tratamentos e delineamento experimental	31
3.8 Variáveis Avaliadas	33
3.8.1 Determinação das variáveis relacionadas ao desenvolvimento vegetativo das plantas	34
3.8.2 Determinação das variáveis relacionadas a produção	34
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	35
4.1 Crescimento das Plantas	35
4.1.1. Altura das Plantas	35
4.1.2 Diâmetro das Plantas	39
4.1.3 Área Foliar das Plantas	43
4.2 Produção	47
4.2.1 Número de Frutos	49
4.2.2 Massa dos Frutos	50
<b>5 CONCLUSÕES</b>	51
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	52
<b>7 ANEXO</b>	62

## LISTA DE FIGURAS

01. Esquema de Funcionamento de um Reator UASB – Adaptado de Chernicaró et al (1999).	19
02. Vista da área do experimento, PROSAB/CCT/UFCG, Campina Grande, PB, 2008	26
03. Vista do reator do tipo UASB utilizado no experimento para o tratamento da água residuária, PROSAB/CCT/UFCG, Campina Grande, PB, 2008	27
04. Detalhe do solo utilizado na condução do experimento PROSAB/CCT/UFCG, Campina Grande, PB, 2008	29
05. Cultivares de gergelim utilizada no experimento, cultivar CNPA G3 a esquerda e cultivar CNPA G4 a direita, PROSAB/CCT/UFCG, Campina Grande, PB, 2008	31
06. Croqui do Experimento	33
07. Relação da dependência análise de regressão, para a variável dependente altura de plantas em função das doses de torta de mamona, Campina Grande, PB, 2009.	37
08. Análise de regressão do desdobramento de dose de torta de mamona dentro de água de água residuária tratada no período de 75 dias após a emergência, DAE, para a variável altura de plantas, Campina Grande, PB, 2009.	39
09. Relação da dependência análise de regressão, para a variável dependente altura de plantas em função das doses de torta de mamona, Campina Grande, PB, 2009.	42
10. Relação da dependência análise de regressão, para a variável dependente área foliar em função das doses de torta de mamona, Campina Grande, PB, 2009.	46
11. Análise de regressão do desdobramento de dose de torta de mamona dentro de água de abastecimento no período de 90 dias após a emergência, DAE, para a variável área foliar, Campina Grande, PB, 2009.	47
12. Análise de regressão do desdobramento de dose de torta de mamona dentro de água residuária tratada no período de 90 dias após a emergência, DAE, para a variável área foliar, Campina Grande, PB, 2009.	47
13. Análise de regressão para a variável número de frutos na relação de dependência da dose de torta de mamona, Campina Grande, PB, 2009.	49
14. Análise de regressão para a variável massa dos frutos (g) na relação de dependência dose de torta de mamona, Campina Grande, PB, 2009.	50

## LISATA DE TABELAS

01. Área irrigada total(AT) e área irrigada com água residuária(AR) em diferentes países.	15
02. Informações relacionadas ao manejo de irrigação e à qualidade do efluente a ser utilizado.	16
03. Características da cultura do sorgo e algodão em pluma irrigado com efluente tratado e com água potável em um estudo desenvolvido do Estado do Ceará.	21
04. Características físicas e operacionais do reator UASB.	27
05. Composição físico-química da água de abastecimento.	28
06. Composição físico-química da água residuária	28
07. Resultados da análise de fertilidade do solo do experimento.	29
08. Teor (%) nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na torta de mamona.	30
09. Resumos das análises de variância dos dados da variável altura de plantas em função da cultivar, do tipo de água de irrigação e dose de torta de mamona tomada aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas, DAE, Campina Grande, PB, 2009.	36
10. Médias da variável altura em função da cultivar e da época de observação, 30, 45 e 60 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.	36
11. Médias da variável altura em função dos fatores tipos de água e cultivar para aos 75 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.	38
12. Médias das alturas das plantas de gergelim em resposta ao tipo de água de irrigação e da adubação com 5 doses de torta de mamona para avaliações realizadas aos 75 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.	38
13. Resumos das análises de variância dos dados da variável diâmetro caulinar de plantas em função da cultivar, do tipo de água de irrigação e dose de torta de mamona tomada aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas, DAE, Campina Grande, PB, 2009.	40
14. Médias da variável diâmetro caulinar em função da cultivar e da época de observação, 30 e 60 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.	41
15. Médias da variável diâmetro caulinar em função da cultivar e da época de observação, 30, 75 e 90 dias após a emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.	41
16. Médias da variável diâmetro caulinar em função dos fatores tipos de água e cultivar para aos 30 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.	42
17. Resumos das análises de variância dos dados da variável área foliar das plantas em função da cultivar, do tipo de água de irrigação e dose de torta de mamona tomada aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas, DAE, Campina Grande, PB, 2009.	44
18. Médias da variável área foliar em função da cultivar e da época de observação, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.	45
19. Médias da variável área foliar em função dos fatores tipos de água e cultivar para aos 75 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.	45
20. Médias da área foliar de gergelim em resposta a cultivar e da adubação com 5 doses de torta de mamona para avaliações realizadas 90 dias após a emergência, Campina Grande, PB, 2009.	46
21. Resumos das análises de variância dos dados das variáveis de produção (altura de inserção do primeiro fruto, número de frutos, massa de frutos e massa de cem sementes) Campina Grande, PB, 2009.	48
22. Médias da variável número de frutos em função dos fatores tipos de água e cultivar, Campina Grande, PB, 2009.	49
23. Média da variável massa de frutos (g) em função dos fatores tipos de água e cultivar, Campina Grande, PB, 2009	50

## RESUMO

Objetivou-se com o trabalho estudar o efeito da irrigação com água residuária tratada e da adubação orgânica com torta de mamona no crescimento e produção de duas cultivares de gergelim. O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários, EXTRABES, nos laboratórios do grupo de pesquisa do Programa de Saneamento Básico, PROSAB. O experimento foi estabelecido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, vinte e quatro tratamentos. Sendo os fatores duas cultivares (CNPA G3 e CNPA G4), duas qualidades de água (água de abastecimento potável e água residuária tratada), cinco doses de torta de mamona nos quais se aplicou 0, 2, 3, 4, 5 t/ha e quatro testemunhas (CNPA G3 com NPK e água de abastecimento, CNPA G4 com NPK e água de abastecimento, CNPA G3 com NPK e água residuária tratada e CNPA G4 com NPK com água residuária tratada). Foram 72 unidades experimentais, cada unidade experimental constituída de um vaso e uma planta A cultivar CNPA G4 apresentou maiores médias de altura, diâmetro caulinar e área foliar e número de frutos, quando comparada com a cultivar CNPA G3. De modo geral a água residuária tratada é uma boa fonte de nutrientes para as plantas de gergelim proporcionando maiores médias nas variáveis analisadas. A torta de mamona pode ser aplicado como fonte de adubação orgânica para a cultura do gergelim, respondendo positivamente aos tratamentos com os níveis de adubação, com melhores médias a medida que se aumentava a dose de adubação até um ponto, indicando que possivelmente exista um limite até o qual as plantas respondam ao aumento da de adubação.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Sesamum indicum* L., Adubação orgânica, crescimento, produção e reúso de água.

## **GROWTH AND PRODUCTION OF SESAME UNDER IRRIGATION WITH TREATED WASTEWATER AND FERTILIZING WITH CASTOR OIL PLANT PIE**

### **ABSTRACT**

The objective of this research was to study the effects of the treated wastewater used in irrigation and organic fertilizing using castor oil plant pie on growth and production of two sesame cultivars. The experiment was carried out in a Wastewater Biological Treatment Experimental Station, EXTRABES, at Basic Sanitation Program research group laboratories, PROSAB. The experimental design was in blocks completely at random, with three repetitions, twenty for treatments. The factors were two cultivars (CNPA G3 e CNPA G4), two qualities of water (potable supply water and treated wastewater), five dosages of castor oil plant pie in which were applied 0, 2, 3, 4, 5 t.ha<sup>-1</sup> and four witnesses (CNPA G3 with NPK and supply water, CNPA G4 with NPK and supply water, CNPA G3 with NPK and treated wastewater and CNPA G4 with NPK treated wastewater). There were 72 experimental unities, each one constituted of a pot and a plant. The CNPA G4 cultivar showed the higher averages of height stem diameter and leaf area and fruits number compared to the CNPA G3 cultivar. In general the treated wastewater is a good nutrients source to the sesame plants providing the higher averages on the analyzed variables. The castor oil plant pie can be applied as a source of organic fertilizing to the sesame crop, answering positively to the fertilizing levels treatment, with better averages while the dose of fertilizing was increased up to a point, indicating what possibly exists a limit up to which the plants respond to the increasing of the fertilizing.

**KEY WORDS:** *Sesamum indicum* L., Organic fertilizing, growth, production and water reuse.

## **1. INTRODUÇÃO**

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma cultura da família Pedaliaceae, é a mais antiga oleaginosa conhecida. Essa espécie, de distribuição tropical e subtropical, é tolerante à seca, e sua produção é proveniente de pequenos e médios agricultores, exercendo, portanto, uma apreciável função social (LAGO, et al., 2001). Os grãos de gergelim são fonte de excelente óleo comestível, de grande estabilidade e resistente à rancificação, são também utilizados na confecção de massas, doces, tortas, tintas, sabões, cosméticos e remédios, os grãos inteiros são muito utilizados também na panificação (SAVY FILHO et al., 1988; RAM et al., 1990). A exploração comercial desta oleaginosa no Nordeste brasileiro teve início em 1986, após a drástica redução no cultivo do algodão, originada pela expansão da praga do algodoeiro, reforçando a necessidade de diversificação agrícola na região, surgindo como uma das alternativas (BELTRÃO, 2001).

Os recursos hídricos tanto superficiais como subterrâneos, estão-se tornando cada vez mais escassos como consequência do aumento mundial da população e da intervenção do ser humano no ambiente. Nesse processo, têm sido afetados cada vez mais negativamente em sua qualidade, nas reservas disponíveis e na capacidade natural de autodepuração.

De todos os possíveis usos da água doce, como higiene, alimentação, transporte, lazer e processos produtivos industriais, comerciais e agrícolas, os usos agrícolas são os que requerem maior volume de água. De um modo geral no mundo, cerca de 70% de toda água retirada dos rios ou do subsolo é usada para irrigação, enquanto apenas 20% se destina para usos industriais e 10% para usos residenciais (RODRIGUES & IRIAS, 2004). Entretanto, os benefícios da agricultura irrigada são imprescindíveis em estratégias de desenvolvimento econômico e social, tais como: geração de empregos e renda, sustentabilidade econômica e ambiental, combate à fome e desigualdade social.

Chuvas escassas e de distribuição irregular limitam a produção agrícola em cerca de 88% (em área) da região nordeste do Brasil, contribuindo para elevados índices de pobreza. Assim, a irrigação torna-se a prática mais segura para garantir a produção agrícola na região. No entanto, para suprir a demanda da água desta região, precisa-se não somente administrar racionalmente as bacias hidrográficas locais mas, também, implantar uma política racional, no sentido de se tratar convenientemente os esgotos sanitários provenientes dos grandes centros urbanos, objetivando-se reusá-los para fins de agricultura pois, além de suprir a água que é tão escassa na região serve, também, como fertirrigação orgânica vindo, assim, consubstanciar ações direcionadas para o desenvolvimento sustentável da região (SOUSA et al.,1998).

Um dos principais resíduos do beneficiamento e industrialização da mamona e a torta resultante da extração do óleo, os quais são tradicionalmente usados como adubo orgânico tendo elevado teor de nitrogênio e outros importantes nutrientes. Para cada tonelada de semente de mamona processada são gerados 530 kg de torta de mamona (SEVERINO, 2005). O adequado aproveitamento desse produto permite o aumento das receitas da cadeia produtiva e conseqüentemente a sua rentabilidade.

Assim como a água residuária, a torta de mamona tem grande interesse agrícola pelo seu elevado conteúdo em nutrientes, além do significativo efeito como adubo orgânico tem alta capacidade de regeneração de solos, cujos efeitos se fazem sentir em longo prazo.

O lançamento periódico de novas cultivares exige estudos sobre as melhores práticas culturais pertinentes a elas, para maior produção e melhor qualidade das sementes. É reconhecível que não há estudos envolvendo o comportamento de cultivares de gergelim irrigadas com água residuária tratada e tendo como fonte de adubação à torta de mamona. O estudo de tais incrementos é de relevante importância para uma agricultura ecológica e economicamente sustentável de nossa região. Diante desses fatos objetivou-se com esse trabalho verificar e quantificar os efeitos isolados e em conjunto dos tratamentos, cinco doses de torta de mamona, como fertilizante e condicionante do solo e duas qualidades de água (residuária tratada e de abastecimento) em duas cultivares de gergelim, identificando e avaliando as respostas das cultivares quanto aos efeitos sob variáveis de crescimento e produção.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Cultura do Gergelim**

O gergelim ou sésamo (*Sesamum indicum L.*) pertence a família pedaliaceae, da tribo Sesamea e gênero *Sesamum*, sendo uma das 60 espécies incluídas em 16 gêneros da família pedaliácea (BELTRÃO et al., 2001).

Com grande heterogeneidade, anual ou perene, de características morfológicas, o gergelim mede 50 cm a 3 m de altura, possui caule ereto, com ou sem ramificações, possuindo ou não pêlo. Como dicotiledônea, a planta apresenta sistema radicular pivotante, com a presença de uma raiz principal, no entanto, a cultura é extremamente sensível à falta de oxigênio no solo (BELTRÃO et al., 2001). As folhas apresentam-se alternadas ou opostas, e as da parte inferior da planta adulta são mais largas e irregularmente dentadas ou lobadas, ao passo que as da parte superior são lanceoladas (ARRIEL et al., 2007).

As flores são completas e axilares, variando de 1 a 3 por axila foliar. O fruto possui forma de uma cápsula alongada, pilosa, discente, ou indiscente, de 2 a 8 cm de comprimento conforme a variedade (BELTRÃO et al., 2001). Cultivares com duas ou três cápsulas por axila foliar perdem, às vezes, tais estruturas, quando a planta é submetida a estresse, como o hídrico e ou nutricional. As sementes são pequenas mil delas pesam de 2 a 4 g dependendo da cultivar e do ambiente (BELTRÃO et al., 2001). Há diferenças entre as cultivares, quanto ao número de sementes por fruto e ao tamanho das sementes, sendo que seu principal constituinte é o óleo que, dependendo da cultivar e da localidade, pode ultrapassar 60% do peso da semente, sua cor possui tons que variam do branco ao preto (ARRIEL et al., 2007).

De acordo com Arriel et al. (2000), o gergelim é cultivado em regiões de clima tropical, subtropical e em zonas temperadas, havendo grande diversidade de tipos bem adaptados a todas essas localidades. Os principais fatores climáticos que exercem

influência direta sobre o desenvolvimento do gergelim são a temperatura, precipitação, luminosidade e altitude. As temperaturas médias diárias ideais para o crescimento e o desenvolvimento da planta situam-se entre 25°C e 30°C, incluído-se também a germinação das sementes. Temperaturas abaixo de 20°C provocam atraso na germinação, e se inferiores a 10°C paralisam todo metabolismo da planta levando-a à morte. Temperaturas médias de 27°C favorecem o crescimento vegetativo, bem como a maturação dos frutos do gergelim. Quedas de temperaturas durante o período de maturação afetam a qualidade das sementes e do óleo.

Segundo Arriel et al.(2007), a maximização do rendimento depende de precipitações pluviométricas variáveis de 500 e 650 mm anuais distribuindo-se 35% da germinação ao florescimento, 45% durante o florescimento, e 20% no início da maturação dos frutos. Em locais com precipitação anual inferior a 300mm, a cultura pode produzir de 300 a 500 kg por hectare de grãos. A exigência hídrica do gergelim está mais diretamente relacionada à distribuição do que à quantidade total de chuvas durante o período vegetativo da planta (ARRIEL et al., 2007). A maioria das cultivares produz bem até a altitude de 1.250m. Acima disso as plantas não se desenvolvem, ficam raquíticas, pouco ramificadas e apresentam baixa produção. Apesar de grande diversidade do gergelim com relação à duração do número de horas diárias de luz solar (fotoperiodismo) predominam cultivares de dias curtos que requerem, para plena floração, cerca de 10 horas dia de brilho solar (ARRIEL et al., 2007).

A cultura prefere solos bem drenados, e a distribuição das raízes no solo e a cobertura foliar têm interferência na capacidade de resistir a períodos de seca, sem grandes reduções na produtividade. Porém a deficiência hídrica, dependendo do período em que ocorre levando-se em conta o estado da fenologia da planta, da cultivar e das condições do ambiente, pode levar à redução significativa do crescimento da planta, ocasionando redução na produtividade (BELTRÃO et al., 2001).

Essa oleaginosa se adapta bem a muitas classes de solo e se desenvolve melhor naqueles moderadamente férteis, atinge a plenitude em solos profundos, de pelo menos 60 cm, francos do ponto de vista textural, desde franco-arenosos até franco-argilosos, descartando-se as texturas extremas. Os solos muito argilosos e compactados facilitam o acúmulo da água, e devem ser evitados, visto que as plantas de gergelim são extremamente susceptíveis, mesmo que a curtos períodos de alagamento, e em qualquer estágio do seu desenvolvimento. Sendo que essas condições podem levá-las à morte, devido à paralização total do crescimento, à intoxicação pelos produtos oriundos da

respiração anaeróbica e à redução na absorção de nutrientes, preferindo assim solos bem drenados (BELTRÃO et al., 2001; ARRIEL et al., 2007). Tem preferência ainda por solos de reação neutra, com pH próximo de 7,0, não tolerando acidez elevada, ou seja, abaixo de pH 5,5, nem alcalinidade, em virtude do sódio trocável que, dependendo de sua concentração, pode torna-se tóxico ao seu metabolismo podendo seus efeitos inviabilizar a lavoura, sendo ainda extremamente sensível a salinidade (BELTRÃO, 1994).

No Nordeste brasileiro, predominam nas regiões produtoras de gergelim os solos Podzólico Vermelho-Amarelo equivalente eutrófico; Vertissolos Bruno Não Cálcico; Solos litólocos eutróficos; Planissolos Solódicos; Solonetz Solodizado; Latossolos Vermelho-Amarelo distófico; Areias Quartzosas distrófica e Cambissolo eutrófico. Isso mostra que o gergelim é uma cultura que pode ser produzida em diferentes tipos de solo, apresentando, portanto, ampla adaptação às diversas condições edáficas (ARRIEL et al., 2007).

Embora a produtividade seja inferior à maioria das culturas oleaginosas cultivadas como amendoim, girassol e mamona seu cultivo merece grande incentivo. O gergelim é quase todo comercializado sob a forma de sementes e as transações com o óleo ainda são muito poucas, tendo sido necessário importar o produto. A partir do ano agrícola de 1989/90, a importância econômica do gergelim tem crescido gradativamente à medida que foram sendo descobertas novas fontes de aproveitamento do grão e de seus subprodutos (BARROS et al., 2001). De acordo com Barros et al. (2001), a possibilidade de exportação de óleo para a Comunidade Européia, Japão, Israel e outros países possibilitará, em futuro próximo, maior projeção do produto brasileiro no mercado internacional.

Na culinária caseira usa-se a semente como tempero e para o preparo de biscoitos, pães, doces, alimentação animal, etc. Na indústria química, o óleo, pode ser usado na fabricação de margarinas, cosméticos, perfumes, remédios, lubrificantes, sabão, tintas (é semi-secativo) e inseticidas. Comparada ao padrão da FAO, a proteína do gergelim apresenta uma composição em aminoácidos adequada, exceto em relação a uma pequena deficiência em lisina e metionina (WEISS, 1983; FIRMINO, 1996). O óleo é muito rico em ácidos graxos insaturados, como oléico e linoleico, e apresenta vários constituintes secundários que são importantíssimos na definição de suas qualidades. Entre os constituintes menores do óleo de gergelim, encontram-se o sesamol, a sesamina e a sesamolina. O sesamol com suas propriedades antioxidantes

confere ao óleo uma elevada estabilidade química, evitando a rancificação, sendo dentre os demais, o que apresenta a maior resistência à oxidação (BELTRÃO et al., 1994; FIRMINO, 1996). Devido a esta alta estabilidade oxidativa, o óleo de gergelim tem sido adicionado à margarina e aos óleos de salada e fritura (FRANKEL, 1996).

Outra característica peculiar do óleo de gergelim é sua função de ativador de certas substâncias inseticidas, como a rotenona e a piretrina, entre outras, cujos efeitos tóxicos são aumentados em presença do óleo de gergelim. Esta propriedade não foi encontrada em nenhum outro óleo e é atribuída, principalmente, à sesamina (SILVA, 1993).

## **2.2 Adubação Mineral e respostas na cultura do gergelim**

Há milhares de anos o princípio do retorno ao solo já era conhecido pelos chineses, esse princípio baseava-se em devolver tudo o que era retirado pela lavoura à terra. Desta forma a adubação além de manter a produção das terras intensamente cultivadas, pode tornar um solo estéril em solo fértil (OSAKI, 1991).

Levando em consideração que cada safra retira do solo certas quantidades de elementos (Nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, etc ), e que outras quantidades se perdem por lixiviação, é necessário devolver estes nutrientes acrescentando uma percentagem maior para a próxima safra, só assim se poderá manter a fertilidade do solo e mesmo aumentá-la por longos períodos (MALAVOLTA & ROMERO, 1975).

De acordo com Beltrão et al. (2001), o gergelim extrai do solo, em termos relativos, proporcionalmente a sua produtividade média, quantidades elevadas de N, P e K. Em geral, a planta precisa de 50 – 14 – 60 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O para produzir 1.000 kg de sementes. Na ocasião da colheita perde-se quase 97% dos nutrientes extraídos do solo pelas plantas. Desse total, os frutos contêm de 33% a 60% do NPK extraído (BASCONES & RITAS, 1961). Isso causa um considerável empobrecimento do solo, desta forma para garantir a produtividade de plantios posteriores, essas quantidades de nutrientes precisam ser repostas pela adubação (BELTRÃO et al., 1989; ARRIEL et al., 2007).

Beltrão et al. (1989), pesquisando por dois anos em solo Bruno não Cálcico, atualmente classificado como LUVISSOLO, pobre em nitrogênio e fósforo, sob regime de sequeiro no município de Patos - PB, utilizando a cultivar IAC Ouro (não

ramificada e precoce) e Seridó (ramificada e tardia), verificaram efeito significativo com relação a produtividade do gergelim, altura da primeira cápsula e número de frutos por plantas, com a adubação de nitrogênio e fósforo.

Segundo Moursi et al. (1972), avaliando-se o desenvolvimento e a composição química do gergelim em diferentes concentrações de N e P em solução nutritiva concluiu que as plantas suplementadas com 210 ppm de nitrogênio produziram 423 frutos e 17,9 g de sementes por 10 plantas, comparada com 46,6 frutos e 1,2g de sementes por 10 plantas de testemunha sem nitrogênio. A adubação com P também aumentou o número de frutos e quantidade de sementes por planta.

Corrêa (1995), trabalhando com a cultura de gergelim, cultivar Jori, em condições de campo, estudando a absorção de macronutrientes constatou que a extração de nutrientes até 98 dias da emergência obedeceu a seguinte ordem: folha (  $N > Ca > Mg > S > P$  ); caule (  $K > Ca > N > Mg > S > P$  ) e fruto (  $N > K > Ca > Mg > S > P$  ), constatou também que os teores de macronutrientes foram sempre maiores nas folhas do que nos caules, exceto para o potássio e que a máxima extração de nutrientes ocorre aos 74 e 86 dias após a emergência das plantas.

Pesquisando a cultivar Aceitera, na Venezuela, Bascones & Ritas (1961), citados por Silva (2006), verificaram a distribuição da fitomassa e dos nutrientes N, P, K no gergelim, e evidenciaram que para uma produtividade de 2.200 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, a maior parte da fitomassa da planta, bem como dos nutrientes, está nos frutos, e as menores partes estão nas raízes.

Rao et al. (1980), avaliaram os diferentes níveis de NPK no gergelim (Variedade T85) e perceberam que a produção raramente responde a adubação superior a 40 kg N/ha. O P em níveis superiores a 40 Kg/ha não é benéfico e que existe resposta positiva para o K somente até 20 kg/ha. A interação P/K foi significativo. A produção de sementes foi significativa e correlacionada positivamente com o número de vagens por planta, sementes por vagens e peso de 100 sementes. Embora a produção tenha sido máxima com a dose de fertilizantes 40-40-20 kg/ha, o nível econômico da fertilização para o gergelim foi de 40-20-20 por ha em solo areno-argiloso. Houve interação entre NP positiva, porém PK, NK e NPK não houve interação.

Campos (1986), concluíram, em experimento de adubação mineral, conduzido no município de Patos, Paraíba, que houve respostas significativas para N cujo tratamento com 60 kg N/ha produziu 23% a mais que a média do tratamento sem N, que produziu 925,5 kg/ha.

### 2.3 Adubação Orgânica e respostas na cultura do gergelim

O efeito benéfico da matéria orgânica para a agricultura tem sido largamente difundido. Dessa forma culturas adubadas com composto orgânico normalmente apresentam plantas com nutrição mais equilibrada e melhor desenvolvimento do que aquelas adubadas somente com fertilizantes minerais (OLIVEIRA & DANTAS, 1995).

A concentração e atividade dos microorganismos existentes no solo são influenciados diretamente pela disponibilidade de matéria orgânica e pela qualidade dos resíduos orgânicos adicionados. Fatores inerentes à matéria orgânica, como a relação C/N, presença de lignina e granulometria, são fatores que interferem na composição microbiana (ALEXANDER, 1977). Schulten & Hempfling (1992), afirmam que o crescimento da microflora do solo é limitado quando ocorre intenso cultivo e baixa disponibilidade ou baixa qualidade de fonte energética (matéria orgânica).

Em solos pobres, em matéria orgânica, caso não haja aplicação de fertilizantes orgânicos ou químicos, as plantas de gergelim apresentam sintomas de deficiências complexas, envolvendo interação de vários nutrientes, como nitrogênio e enxofre (BELTRÃO et al., 2001).

Na região do agreste Paraibano, Gadelha (2003) trabalhando com adubação orgânica na cultura do gergelim, observou que variáveis como altura de plantas e diâmetro do caule são significativamente afetados de forma positiva. Diniz (2004), estudando a comparação entre a adubação química e orgânica da cultura do gergelim em condições de sequeiro, verificou que a adubação orgânica influencia o diâmetro caulinar e a altura e inserção do 1º fruto, bem como nos teores de nitrogênio e fósforo presentes na planta.

De acordo com Perreira et al.(2001), que conduzindo um experimento no Município de Barbalha, no Ceará, no qual foram estudados níveis de adubação com esterco bovino variando de zero a 40 t/ha na cultura do gergelim cultivar CNPA G-4 em condição de sequeiro, em ano de baixa pluviosidade, observou um aumento no rendimento de grãos e na altura de inserção do 1º fruto, em função da adição de adubação orgânica.

Silva (2006), estudando o efeito residual das adubações orgânica e mineral na cultura do gergelim em segundo ano de cultivo na região de Areia, na Paraíba, observou que apesar de efeito não significativo o efeito residual do esterco

bovino (20 t/ha) apresentou os melhores resultados, para as variáveis: número de folhas por plantas, altura de plantas e diâmetro do caule e que o efeito residual do esterco bovino foi entre as fontes de matéria orgânica utilizadas, a que apresentou o melhor desempenho, para as variáveis, altura de plantas, produção de matéria seca e área foliar respectivamente. Este mesmo autor verificou ainda que o resíduo da adubação com torta de algodão foi o tratamento que apresentou os menores valores médios para as variáveis: altura de plantas, número de folhas por plantas, diâmetro do caule, número de frutos por planta e produção de matéria seca.

## **2.4 Torta de Mamona**

A mamona trata-se de uma cultura, com características de resistência à seca e exigente em calor e luminosidade, como também é fixadora de mão-de-obra, explorada tanto pelo pequeno como pelo grande produtor, geradora de emprego no campo e de matéria-prima para a obtenção de produtos necessários ao desenvolvimento da indústria nacional (AZEVEDO et. al., 2001).

A mamona foi trazida ao Brasil pelos portugueses com a finalidade de utilizarem o seu óleo para iluminação e lubrificação de eixos de carroça, o clima tropical do país facilitou o seu alastramento, assim, hoje se pode encontrar a mamona em quase toda a expansão territorial, como se fosse uma planta nativa (CHIERICE e CLARO NETO, 2001). Atualmente o seu óleo possui uma enorme versatilidade química dentro do ramo industrial podendo ser utilizado em rotas de síntese para uma grande variedade de produtos, com aplicação na área de cosméticos, lubrificantes entre outros. O derivado da mamona de maior destaque é o diesel vegetal que substitui o óleo diesel derivado do petróleo no uso como combustível (CHIERICE & CLARO, 2001). Já o subproduto mais tradicional e importante da mamona é a torta (SAVY FILHO & BANZATTO, 1999), tendo grande utilidade na agricultura, podendo servir ao próprio agricultor, e na sua comercialização.

De acordo com Horton e Williams *apud* Chierice e Claro Neto (2001), a torta da mamona é uma massa orgânica que fica retida nos filtros após a extração do óleo por prensagem; as características típicas deste subproduto, obtido em processos de prensagem a quente, apresentam após terem sido retiradas as toxinas e os alergênicos, dentre vários constituintes, 43% de proteínas, 35% de fibras, 10% de umidade, 8% de cinzas, 2% de óleo, 1% de fósforo, 0,5% de cálcio e 0,5% de magnésio.

Como adubo, a torta é utilizada desde meados do século passado, em diversos países, inclusive no Brasil onde, inicialmente, foi utilizada como tal, na cultura do café. Em comparação com algumas fontes orgânicas de nitrogênio, a mamona apresenta a maior quantidade, na proporção de 37,70 kg/t, enquanto os demais apresentam 3,40 kg/t (esterco bovino), 55 kg/t (esterco misto) e 31,30 kg/t (torta de algodão), além de sua aplicação como adubo e ração animal, outros usos da torta de mamona são mencionados destacando-se, entre eles, os seguintes: matéria-prima para fabricação de material plástico, fontes de ácido aminado, matéria-prima para fabricação de cola e inseticidas de solo (BELTRÃO, 2002).

Alguns estudos já demonstraram a rapidez com que a torta de mamona se mineraliza e conseqüentemente disponibiliza seus nutrientes. Segundo Bon (1977), entre 75 e 100% do nitrogênio da torta de mamona foi nitrificado em três meses. Severino et al., (2004), demonstraram que a velocidade de mineralização da torta, medida pela respiração microbiana, é cerca de seis vezes mais rápida que a de esterco bovino e quatorze vezes mais rápida que o bagaço de cana.

A adição de torta de mamona no solo, com dosagens variando de acordo com a cultura e o tipo de solo e da riqueza ou não de nutrientes que o solo possui, além de suprir as necessidades nutricionais das plantas aumenta o pH do solo, reduz a acidez total, eleva o conteúdo de carbono e promove melhoria geral na parte física do solo, além de reduzir os nematóides (LEAR, 1959), e elevar o poder tampão e a capacidade de troca de cations do solo (PRIMAVESI, 1980), além de reduzir a densidade aparente do ambiente edáfico em todos os tipos de solos (KIEHL, 1979).

## **2.5 Agricultura Irrigada, Escassez e Reuso de Água**

Segundo Fernandez & Garrido (2002), considera-se água para a agricultura irrigada o volume desse recurso natural que não é suprido naturalmente por meio de chuvas, necessário à aplicação artificial aos cultivos, de forma a otimizar o seu desenvolvimento biológico. Por meio da irrigação, pode-se intensificar a produção agrícola, regularizando, ao longo do ano, as disponibilidades e os estoques de cultivares, uma vez que esta prática permite uma produção na contra-estação. Além disso, a agricultura irrigada reduz as incertezas, prevenindo o produtor contra a irregularidade das chuvas, anual e interanual.

A alocação de água para irrigação depende da espécie vegetal cultivada, dos métodos de irrigação adotados e fatores climáticos como temperatura, vento, radiação solar e umidade relativa do ar. Além disso, muitas vezes, a água é retirada dos mananciais mais rapidamente do que é repostada, principalmente nos anos de seca, causando sérios problemas, como a salinização dos solos e a desertificação.

O setor agrícola é o maior consumidor de água. Ao nível mundial a agricultura consome cerca de 69% de toda a água derivada das fontes (rios, lagos e aquíferos subterrâneos), e os outros 31% são consumidos pelas indústrias e uso doméstico (CHRISTOFIDIS, 1997). Sendo este, portanto, o elemento essencial ao desenvolvimento agrícola. Sem o controle e a administração adequados e confiáveis, não será possível uma agricultura sustentável. No Brasil, quase metade da água consumida ocorre na agricultura irrigada (CARDOSO et al., 1998).

A expansão da agricultura irrigada se tornará uma questão preocupante, devido ao elevado consumo e às restrições de disponibilidade de água. Avaliando-se a necessidade de água dos cultivos, em termos médios, é possível verificar-se que, para produzir uma tonelada de grão são utilizadas mil toneladas de água, sem se considerar a ineficiência dos métodos e sistemas de irrigação e o seu manejo inadequado. Avaliações de projetos de irrigação no mundo inteiro indicam que mais da metade da água derivada para irrigação se perde antes de alcançar a zona radicular dos cultivos.

A irrigação não pode e não deve competir com o uso da água destinada ao abastecimento doméstico, que sempre será prioridade. Pela constituição brasileira, a ordem de prioridade do uso da água é a seguinte: consumo humano, indústria e, por fim, irrigação. Assim, as águas utilizadas em irrigação são cada vez mais escassas e de pior qualidade. Essa realidade demanda uma busca de adaptação das técnicas de irrigação existentes e amplamente difundidas às condições atuais e futuras de escassez de água (DUARTE, 2006).

Diante desse panorama é clara a necessidade de se utilizar esse recurso natural com maior racionalidade, seja através de técnicas que permitam um aproveitamento mais eficiente da água em diversas atividades humanas, entre elas, a irrigação, ou através da busca de fontes alternativas de água (DUARTE, 2006).

Historicamente no Brasil sempre se observou uma cultura de abundância de recursos hídricos. Isso se baseava em concepções antes prevalecentes que tratavam a água como um recurso natural facilmente renovável e muito abundante. As conseqüências dessa concepção enganosa são a cultura do mau uso e do desperdício,

tanto nos processos de captação, como de distribuição e de utilização, sem uma maior preocupação com as condições necessárias para a sustentabilidade das atividades dependentes desses recursos.

Conforme Wmo (1997), o consumo mundial d'água cresceu mais de seis vezes entre 1900 e 1995 - mais que o dobro da taxa de crescimento da população, e continua a crescer rapidamente com a elevação de consumo dos setores agrícola, industrial e residencial.

Em função da relação entre escassez de água e escassez de alimentos, conforme relatório do Ifpri & Iwmi (2008), projeta-se que em 2025 a escassez de água causará perdas anuais globais de 350 milhões de toneladas (metric tons) da produção de alimento - ligeiramente mais que a produção de grãos, anual, completa, dos Estados Unidos da América. Caso não se alterem políticas e prioridades, em vinte anos, não haverá água suficiente para as cidades, os domicílios, o ambiente natural ou cultivo de alimentos. A crescente competição por água limitará severamente sua disponibilidade para a irrigação, que, por sua vez, restringirá seriamente a produção de alimentos no mundo. O declínio na produção de alimentos poderia provocar a elevação absurda de preços, que resultaria em significativo aumento da desnutrição, já que muitos povos pobres, em países em desenvolvimento, já gastam mais da metade de sua renda em alimento.

Algumas tecnologias de conservação e combate à escassez de água são desenvolvidas na região do *Midle East and North Africa* (MENA), que abrange os seguintes países: Argélia, Baharein, Chipre, Egito, Irã, Iraque, Israel, Jordânia, Kuwait, Líbano, Líbia, Marrocos e Saara Ocidental, Omã, Autoridade Palestina, Qatar, Arábia Saudita, Síria, Tunísia, Turquia, Emirados Árabes Unidos e Iêmen. Essa região abriga 300 milhões de pessoas e possui apenas 1% do estoque anual de água renovável do planeta. Esses países se utilizam do emprego da dessalinização de águas e o tratamento de esgotos utilizados para o reuso em diversas atividades, principalmente, para irrigação e recarga de aquíferos (DUARTE, 2006).

Dois exemplos da situação citada anteriormente, segundo o ITT Industries (2008), são Arábia Saudita e Jordânia, pois estes utilizam 100% de seus recursos hídricos renováveis, tendo, desta forma, que reciclar e reaproveitar outros tipos de água para atender a sua demanda crescente.

De acordo com Mancuso & Santos (2003), nos Estados Unidos da América, foi criado o Centro Nacional para o Desenvolvimento Sustentado do

Abastecimento de Água (National Center for Sustainable Water Supply – NCSWS), que é um grupo patrocinado pela Agência de Proteção Ambiental Americana e pela Fundação de Pesquisas da *American Water Works Association* (AWWA). O NCSWS integra um grupo de estudos das universidades do Arizona, Stanford, Colorado-Boulder e Colorado-Mines e encontra-se associado aos parceiros governamentais como *County Sanitation Districts of Los Angeles* (CSDLAC), *Los Angeles Department of Water and Power*, *Sub-Regional Operating Group of Glendale*, cidades de Mesa, Phoenix, Scottsdale e Tempe do Arizona, Tucson Water e Riverside na Califórnia, tendo como objetivo propor soluções para os problemas fundamentais de gerenciamento sustentável do reúso de água, no presente e no futuro, destacando que:

- Com o crescimento populacional a escassez de água será cada vez maior;
- O reúso e a recirculação de água são os únicos métodos de aumentar o suprimento após o esgotamento de água superficial e do aquífero subterrâneo;
- O desenvolvimento sustentável futuro de áreas urbanas depende de soluções que garantam mananciais sustentáveis de água sem impactos negativos ao meio ambiente;
- O reúso de água não potável para a irrigação é limitado pela possibilidade de o sistema de distribuição ser dual (água potável e não potável) e pela disponibilidade de terra agricultável;

A combinação de barreiras tecnológicas e naturais faz do reúso potável indireto o método preferível para o reúso potável.

## **2.6 Reuso na Agricultura**

As ações que influenciaram de forma tecnicamente correta a utilização controlada de esgoto para fins agrícolas foram as iniciativas inglesas por volta de 1850, quando se buscou a despoluição do Rio Tâmsa e implantou-se o sistema separador absoluto, direcionando as águas de chuva para os rios e os esgotos para as fazendas de esgotos (*land farms*), as quais tratavam seus esgotos através da disposição destes no solo (MANCUSO & SANTOS, 2003).

A região semi-árida do nordeste do Brasil é caracterizada por apresentar um curto período chuvoso, temperatura elevada e alta taxa de evaporação. Quanto à quantidade de água no solo disponível às plantas, nessa região, registra-se uma deficiência hídrica na grande maioria dos meses do ano. O reúso planejado de águas

residuárias domésticas na agricultura vem sendo apontado como uma medida para atenuar o problema da escassez hídrica no semi-árido, sendo uma alternativa para os agricultores localizados especificamente nas áreas circunvizinhas das cidades (SOUSA et al., 2003).

O emprego de água residuária na irrigação pode reduzir os custos de fertilização das culturas, bem como o nível requerido de purificação do efluente e, conseqüentemente, os custos de seu tratamento, já que as águas residuárias contêm nutrientes e o solo e as culturas comportam-se como biofiltros naturais (HARUVY, 1997; BRANDÃO et al., 2002). A estimativa do valor de nutrientes presentes nos efluentes de lagoas de estabilização na Jordânia é de 75 dólares por 1000 m<sup>3</sup> (AL-NAKSHABANDI et al., 1997). León & Cavallini (1999), afirmam que os esgotos tratados constituem adubos naturais para a produção de alimentos, o que pode elevar a produção agrícola e, conseqüentemente, a geração de emprego e retorno econômico. Outro aspecto positivo do reuso é a possibilidade da implantação de zonas agrícolas em áreas desérticas.

Entre os países que praticam o reuso planejado de águas na agricultura está Israel, que trata os esgotos e aplica 70% destes na agricultura e, a Índia, que aproveita aproximadamente 75% dos seus esgotos tratados e não tratados para irrigação (FEIGIN et al., 1991; ANGEKALIS et al., 1999).

Em alguns países como China e México, a área irrigada com efluentes tratados é bastante representativa, como pode ser observado na Tabela 1.

Verifica-se que a China e o México apresentavam, entre 1985 e 1987, 2,99 % e 4,73 %, respectivamente, de suas áreas totais irrigadas com água residuária. A China, por sua vez, foi o único país que apresentou mais de um milhão de hectares irrigados com efluentes tratados.

Tabela 1. Área irrigada total (AT) e área irrigada com água residuária (AR) em diferentes países.

<b>País</b>	<b>AT(ha)<sup>1</sup></b>	<b>AR(ha)<sup>2</sup></b>	<b>AR / AT (%)</b>
China	44.461.000	1.330.000	2,99
México	5.285.000	250.000	4,73
Índia	41.779.000	73.000	0,17
Chile	1.257.000	16.000	1,27
EUA	19.831.000	13.500	0,07
Israel	...	8.800	...
Peru	1.210.000	5.500	0,45
Argentina	1.620.000	3.700	0,23

Fonte: León & Cavallini (1999) e Christofidis (2001).

<sup>1</sup> Dado para o ano de 1985;

<sup>2</sup> Dado para o ano de 1987.

O México, segundo Hespanhol (2001), apresenta, atualmente, 17 distritos de irrigação com água residuária em 6 estados. O país conta com uma agência, vinculada ao Ministério de Agricultura e Recursos Hídricos, encarregada do planejamento, administração e controle de todos os sistemas de reuso de água mexicanos.

Na Itália existe uma grande discrepância entre a situação legal e a real. Devido às grandes restrições legais para o reuso agrícola, os fazendeiros fazem uso de água residuária na irrigação, mesmo sem autorização, para minimizar os efeitos da escassez. Dessa forma, águas residuárias são utilizadas para irrigação de grande variedade de culturas, havendo forte pressão para que novas culturas possam ser incorporadas em áreas irrigadas por efluentes (CAPRA & SCICOLONE, 2004).

Haruvy (1997), estudando as relações de custo/benefício do reuso de águas residuárias tratadas na agricultura em Israel, concluiu que o reuso poderia aumentar a produção agrícola e reduzir os custos com aquisição de água e suprimentos, desde que fossem adotadas e seguidas as técnicas e o manejo adequado para controlar os efeitos a longo prazo dos constituintes presentes nas águas residuárias.

As águas residuárias tratadas e destinadas ao reuso agrícola devem ser avaliadas sob os aspectos de sodicidade, salinidade, excesso de nutrientes e, sobretudo, sob os aspectos sanitários: bactérias, cistos de protozoários, ovos de helmintos e vírus que criam graves problemas de saúde pública, uma vez que acarretam enfermidades (METCALF & EDDY, 2003). Particularmente, o esgoto doméstico quando utilizado

sem tratamento adequado pode contaminar o ambiente, os trabalhadores das áreas cultivadas e os consumidores das culturas irrigadas (SHUVAL et al., 1985), o que exige o desenvolvimento de tecnologia adequada e controle operacional do sistema adotado. Os custos da utilização de esgotos tratados para a produção de alimentos incluem aqueles referentes à construção e operação das unidades de tratamento, assim como sistemas de distribuição, treinamento de pessoal e medidas de proteção à saúde (HESPANHOL, 2002). Os riscos à saúde pública e ao meio ambiente são preocupações fundamentais quando se trata de reuso de água.

Concordando com o fato explicitado acima, Pescod (1992), afirma que o sucesso da irrigação com águas residuárias na agricultura dependerá, sobretudo da adoção de estratégias para otimizar a produção agrícola e a qualidade dos produtos irrigados, levando-se em conta a qualidade da água, a manutenção das propriedades do solo e a proteção da saúde pública e do meio ambiente. Basicamente, as estratégias utilizadas no reuso agrícola devem consistir em uma combinação dos seguintes fatores: qualidade do efluente, seleção de cultura, seleção do método de irrigação e adoção das práticas adequadas de manejo. Na Tabela 2, são apresentadas resumidamente, as tomadas de decisão sobre o manejo da irrigação relacionada à qualidade do efluente a ser utilizado.

Tabela 2. Informações relacionadas ao manejo de irrigação e à qualidade do efluente a ser utilizado.

<b>Qualidade do efluente</b>	<b>Decisão sobre o manejo da irrigação</b>
Concentração de sais ou condutividade elétrica do efluente.	Selecionar as culturas, selecionar o método de irrigação, lixiviação e outros tipos de manejo.
Concentração de cátions, como $Ca^{++}$ , $Mg^{++}$ e $Na^{+}$ .	Avaliar os riscos da concentração de sódio e empregar as medidas apropriadas.
Concentração de íons tóxicos, como metais pesados, boro e $Cl^{-}$ .	Avaliar as concentrações tóxicas e empregar as medidas apropriadas.
Concentração de elementos fito-tóxicos.	Avaliar as concentrações tóxicas e empregar as medidas apropriadas.
Concentração de nutrientes, em particular $N-NO_3^{-}$ .	Selecionar as culturas e ajustar os níveis de fertilização.
Nível de sólidos suspensos	Selecionar o sistema de irrigação apropriado e empregar medidas preventivas contra entupimentos.
Concentração de nematódeos e coliformes fecais.	Selecionar as culturas e sistemas de irrigação apropriados.

Fonte: Pescod (1992).

Hespanhol (2001), afirma que a escolha do método de irrigação e das culturas favorece a minimização dos riscos à saúde de trabalhadores e consumidores, mostrando os fatores que afetam a escolha do processo de irrigação e as medidas preventivas requeridas quando se utilizam águas residuárias tratadas para irrigação.

Os métodos de irrigação por gotejamento e sub-superficiais são aqueles que requerem medidas preventivas mais acessíveis, uma vez que não apresentam riscos à saúde pública. Dasberg & Bresler (1985), afirmam que na irrigação por gotejamento com água residuária não ocorre a formação de aerossóis e, portanto, reduz-se a contaminação microbiológica, já que não existe contato direto da água com partes específicas da planta, como as folhas e os frutos.

Blumenthal et al. (2008), quando revisaram as recomendações da OMS com base em novos estudos de caso, constataram que, em geral, a irrigação por aspersão deve ser evitada sempre que possível, podendo ser utilizada quando a qualidade do efluente não apresentar nenhum risco à saúde e ao meio ambiente e apenas para irrigação restrita. De acordo com a mesma fonte, a irrigação com águas residuárias por sulcos e por inundação expõe os trabalhadores ao risco de doenças, principalmente se não houver nenhuma proteção no manuseio.

## **2.7 Tratamento de Águas Residuárias**

As opções para tratamento ou recuperação de águas servidas de origem doméstica, agrícola ou industrial envolvem inúmeras e diferentes alternativas, muitas delas onerosas e complexas e outras de baixos custos e simples em sua estrutura (METCALF & EDDY, 2003).

Os métodos de tratamento de águas residuárias são classificados em (VON SPERLING, 1996):

- Métodos físicos: Sistemas com atuação de forças físicas como gradeamento, mistura, floculação, centrifugação.
- Métodos químicos: Sistemas cuja remoção dos contaminantes é por adição de produtos químicos que promovem sua precipitação, coagulação, adsorção ou desinfecção.
- Métodos biológicos: Sistemas com atividade biológica de microorganismos anaeróbios ou aeróbios para remoção da matéria orgânica carbonácea e desnitrificação.

Comparando-se as três categorias de classificação citadas, as técnicas de tratamento utilizando métodos biológicos anaeróbios, estão sendo as de maior destaque em inovações tecnológicas. Estes sistemas de tratamento vêm sendo freqüentemente utilizados com a finalidade de otimizar o processo de tratamento das águas residuárias.

Os reatores anaeróbios são divididos em de baixa e alta Taxa. Dentre os reatores anaeróbios podem ser citados: Tanque séptico, Tanque Imhoff, Lagoa Anaeróbia, Filtro Anaeróbio, Reator de Leito Fluidizado, Reator de Manta de Lodo Granular Expandido (EGSB), Reator de Leito Expandido, Reator Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB).

O reator UASB, traduzido como reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo, foi desenvolvido na década de 70 na Universidade Wageningen-Holanda por Lettinga e seus colaboradores. A principal peculiaridade desse tipo de reator é a ausência de material de enchimento. Desta forma, os microrganismos são fixados por meio de auto-adesão, formando flocos ou grânulos densos suspensos, que se dispõem em camadas de lodo a partir do fundo do reator.

De acordo com Chernicaró et al. (1999), as vantagens do uso de tais reatores estão em algumas de suas características, tais como:

- Sistema compacto, com baixa demanda de área;
- Baixo custo de implantação e operação;
- Baixa produção de lodo;
- Baixo consumo de energia;
- Remoção de DBO e DQO razoável (da ordem de 65 a 75%);
- Possibilidade de paradas e reinício rápido;
- Elevada concentração do lodo excedente – conseqüente facilidade no desaguamento do lodo.

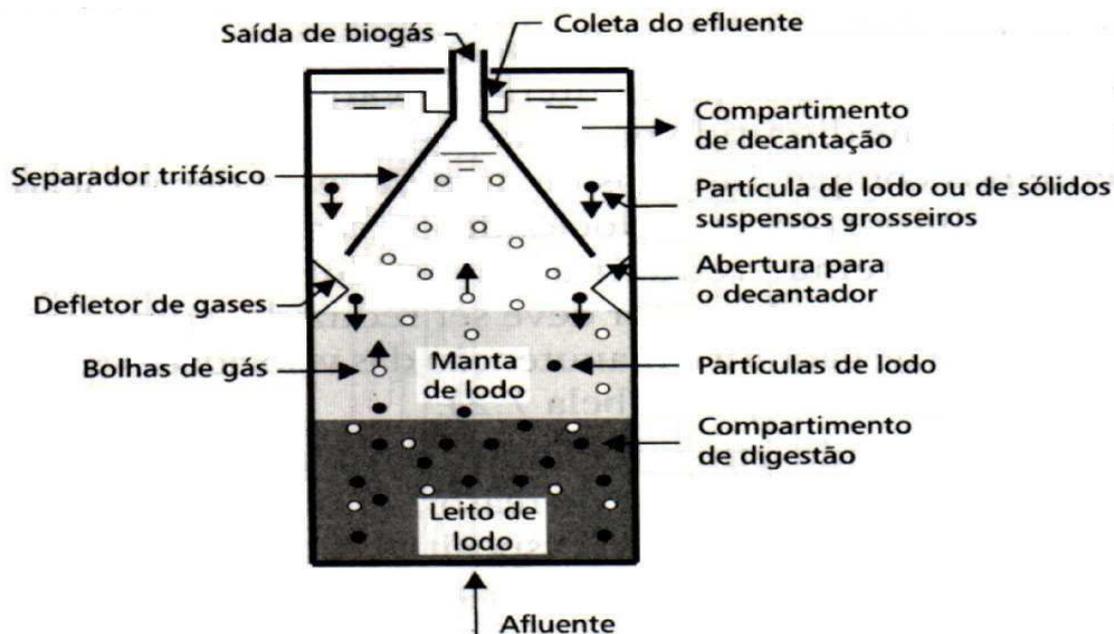


Figura 1. Esquema de Funcionamento de um Reator UASB – Adaptado de Chernicaró et al (1999).

Esse tipo de tratamento teve um grande desenvolvimento nos últimos anos no Brasil, com diversas experiências bem sucedidas, particularmente em vista das condições climáticas favoráveis e das vantagens energéticas que pode proporcionar ao tratamento de esgotos como um todo, tendo uma eficiência de aproximadamente 65 - 70% em remoção de matéria orgânica biodegradável, o que é um valor razoável para um sistema anaeróbico de tratamento.

Torres & Foresti (2001), operaram um reator UASB com tempo de detenção hidráulica de 6 h e vazão de 29 L/h e atingiram eficiências de remoção de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e de SS (Sólidos Suspensos) da ordem de 71 e 62%, respectivamente. Os autores também verificaram quase completa amonificação das formas de nitrogênio presentes no efluente (98%).

Florêncio et al. (2001), operaram um reator UASB ( $V = 810 \text{ m}^3$ ) no tratamento de esgoto doméstico, durante um período de 30 meses. Os resultados indicaram uma remoção média de 80% de DQO para tempos de detenção hidráulica entre 8,8 e 9,7 h. Os autores destacam a importância da manutenção regular, limpeza e remoção da caixa de areia, camada de espuma e idade do lodo como parâmetros de operação do reator.

Halalsheh et al. (2005), estudando o comportamento de um reator UASB de  $96 \text{ m}^3$  no tratamento de esgoto com DQO elevada ( $\text{DQO} = 1531 \text{ mg/L}$ ) durante 2,5 anos. O reator foi operado em duas fases. Inicialmente os autores aplicaram uma taxa de

carga de 3,6 a 5,0 kg DQO/m<sup>3</sup> e posteriormente uma taxa de 2,9 a 4,6 kg DQO/m<sup>3</sup>. Os resultados mostram uma remoção média de 51% de DQO para a primeira fase e 62% para a segunda. Os autores afirmam ainda que não houve variação das taxas de remoção com a temperatura.

Versiani et al. (2005), operou um reator UASB, submetido a diferentes condições operacionais e aplicado ao tratamento de esgotos tipicamente domésticos. A unidade foi operada e monitorada por um período de 270 dias delineados em quatro fases operacionais segundo os seguintes tempos de detenção hidráulica: 9, 7, 5 e 3 horas. Verificou-se que a Fase III (TDH 5 horas) foi a que apresentou melhor desempenho somente em termos de eficiência média de remoção de DQO (81%) e SST (89%), em relação às Fases I (TDH 9 horas) e II (TDH 7 horas); e em termos de DBO (80%), melhor desempenho em relação à Fase IV (TDH 3 horas). Observou-se índice de 100% de atendimento ao padrão de lançamento de 60mg/L de DBO e de SST, em ambos os casos e fases, com exceção do valor efluente de DBO da Fase I.

## **2.8 Culturas Irrigadas com Água Residuária**

No Estado de São Paulo, por meio da atuação da SABESP e centros de pesquisa da USP, possui experiências específicas de reuso de efluentes tratados na agricultura. Utilizando o reuso em agricultura irrigada de cultivos anuais, como milho e girassol, hidroponia em flores e irrigação de pastagens para produção de feno.

Mota (2000), analisando o desempenho das culturas de algodão em pluma e sorgo irrigado com efluente tratado pela estação de tratamento local e com água tratada em processos convencionais de abastecimento, obteve uma série de informações interessantes em um estudo desenvolvido no Estado do Ceará.

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram que as culturas irrigadas com efluentes tratados conseguiram alcançar superioridade na maioria das características analisadas. O autor concluiu que a utilização do esgoto tratado em irrigação, além de ser uma alternativa para a escassez de água, resulta em melhoria para as culturas em questão, pois acelera seu crescimento, reduz a utilização de fertilizantes e também as despesas com os métodos convencionais de irrigação.

Tabela 3. Características da cultura do sorgo e algodão em pluma irrigado com efluente tratado e com água potável em um estudo desenvolvido do Estado do Ceará.

<b>Características</b>	<b>Esgoto</b>	<b>Água potável</b>
<b>Cultura do sorgo</b>		
Altura média (m)	1,40	1,00
Florescimento (dias)	53	70
Produção de grãos (kg/ha)	3.535	605
Massa verde (t/ha)	9,56	2,48
Massa seca (t/ha)	4,64	1,08
Proteína bruta (%)	1,58	1,86
<b>Cultura do algodão</b>		
Produção (kg/ha)	506	340
% de fibra	35,1	30,3
Produção de fibras (kg/ha)	177,61	103,02
Peso médio do capulho (g)	4,2	3,8
Peso 100 sementes (g)	8,4	7,7
Comprimento médio das fibras (cm)	30,7	27,5

Cruz et al. (2002), estudando o uso de água residuária durante dois ciclos da cultura da alface, verificaram que os tratamentos com frequência de aplicação de água de dois dias, apresentaram aumento de nutrientes no solo durante o 1º ciclo. No 2º ciclo, os teores de macronutrientes variaram de forma lenta, já que não foram adicionados por fertirrigação e a contribuição da água residuária ser baixa, porém os micronutrientes tiveram um decréscimo. Constataram ainda, valores crescentes de nitrogênio nas análises de 0, 30 e 60 dias após o armazenamento da água residuária em um reservatório, justificado pelo aumento de algas no reservatório, que captaram o nitrogênio. Os demais nutrientes analisados tiveram a concentração aumentada, devido a evaporação da água do reservatório, embora todos os nutrientes encontravam-se abaixo da concentração máxima permitida, podendo ser utilizada para a irrigação da alface sem causar danos a cultura.

De acordo com Cruz et al. (2002) e Biscaro et al. (2002), que trabalharam com o uso de água residuária do Ribeirão Lavapés, que recebe esgotos domésticos e industriais da cidade de Botucatu, SP, durante dois ciclos da cultura, avaliando a produção da alface americana, variedade “Tainá” submetida a diferentes doses de adubações ( $500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  e  $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  N, parcelado

em três vezes), sendo os tratamentos, considerando, 100, 50, 25 e 0% da recomendação acima mais água residuária, e 100% da recomendação com água tratada, cultivado em vasos e em estufa. A qualidade da água apresentou: N: 13 a 88; P: 1 a 2; K: 67 a 12; Ca: 7,5 a 43,0; Mg: 1,6 a 4,0; S: 1 a 6; Cu: 0,00 a 0,19; Fe: 0,01 a 2,28; Mn: 0,00 a 0,06 e Zn: 0,00 a 0,01 mg.kg<sup>-1</sup>. Verificaram que a produção de massa fresca e seca, não mostraram diferença significativa entre os tratamentos.

Bastos et al. (2002) avaliaram a contaminação de alfaces irrigadas por aspersão utilizando efluentes de três lagoas de estabilização em série, chegando aos seguintes resultados: as alfaces irrigadas com o efluente da terceira lagoa tiveram qualidade bacteriológica semelhante às irrigadas com água de poço (testemunha) e tiveram qualidade superior às comercializadas em feiras livres, sendo plenamente aceitável para comercialização pela legislação brasileira; as alfaces irrigadas com o efluente da segunda lagoa, o qual possuía qualidade inferior a preconizada pela OMS para irrigação irrestrita, tiveram qualidade bacteriológica próxima do aceitável. Ainda, no referido trabalho, os autores recomendam a busca de resultados adicionais através da repetição de experimentos, utilizando outros tipos de culturas que apresentem contato diferenciado com a água de irrigação e com o solo.

Duarte (2006), pesquisando o reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão, concluiu que a água residuária após passar pelas unidades de pós-tratamento (filtro de areia e filtro lento) apresentou boa qualidade física, química e microbiológica sendo, portanto, adequada para irrigação da cultura do pimentão. Observou ainda que a utilização da água residuária para irrigação, de maneira geral, ocasionou um aumento significativo das variáveis altura de planta e diâmetro de colo. Entretanto, a incorporação de adubação mineral no solo propiciou melhor desenvolvimento das plantas e que independente do nível de adubação, a irrigação com água residuária proporcionou um incremento de 60% no rendimento de frutos quando comparado ao rendimento obtido no tratamento em que se utilizou água potável para irrigação.

Trabalhando com o cultivo de pimentão e irrigando-os com efluente tratado por lagoas de polimento, Duarte et al. (2002) obtiveram rendimentos acima da média, chegando a produzir 62,5 t ha<sup>-1</sup> de frutos, os quais ficaram dentro dos padrões de qualidade exigidos pela Who (1989), podendo assim, ser consumidos sem malefícios à saúde dos consumidores.

Segundo Marouelli et al. (1998), dependendo do grau de contaminação, tipo de cultura e sistema de irrigação adotado, a água contaminada por patógenos pode ser utilizada sem maiores problemas para fins de irrigação. Esses autores afirmam que hortaliças e frutas que apresentam superfície lisa e pequena em relação ao seu volume, como tomate, pimentão, berinjela e manga, possuem capacidade reduzida de retenção e sobrevivência de microorganismos neles depositados pela água de irrigação.

Azevedo et al. (2007), estudando o efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro concluiu que a irrigação apenas com água residuária promoveu um incremento da produtividade de 144% em relação à produção alcançada quando se utilizou somente a água de abastecimento.

Pereira (2002), avaliando a viabilidade de reuso de águas residuárias tratadas no cultivo de gergelim usando a cultivar BRS 196 (CNPA G4), no espaçamento/configuração de plantio de 0,80m x 0,20m, verificou que nas condições do experimento, não houve diferenças significativas entre os tratamentos para as características altura de planta e produtividade de sementes. No entanto para o número de ramos e de cápsulas por planta o módulo irrigado com esgoto tratado foi significativamente melhor. As produtividades médias (T12=800,75Kg/ha e T13=715,63Kg/ha) foram equivalentes à média obtida pela Embrapa para a referida cultivar que é da ordem de 804 Kg/ha. O peso de 1.000 sementes em ambos os tratamentos (T12=3,52g e T13=3,73g) foi superior ao peso médio obtido para essa cultivar (3,10g).

Figueiredo et al. (2005), estudaram o efeito da fertirrigação de esgotos domésticos tratados na qualidade sanitária e produtividade do quiabo, verificaram que o efluente do reator UASB e do Leito de Brita se apresentaram fora das recomendações sanitárias da OMS, e o seu pós-tratamento em Lagoa de Polimento proporcionou um efluente, com ausência de ovos de helmintos e com concentração de coliformes termotolerantes inferior a 1.000UFC/100mL; a fertirrigação das culturas de quiabo com efluentes do Leito de Brita e do UASB proporcionou considerável produtividade (25,7 e 24,7 t/ha), não havendo diferença significativa quando comparado ao quiabo que recebeu adubo mineral (27,8t/ha). Conclui-se que é viável a fertirrigação com esgotos domésticos tratados, sobretudo, para região semi-árida, mas, faz-se necessário manter controle microbiológico e parasitológico periodicamente.

Finardi et al. (2005), montaram um sistema piloto de cultivo hidropônico, no qual utilizou-se o efluente tratado com solução nutritiva, em espécies

de plantas ornamentais onde se cultivou a Tagete sortida anã/Cravo-da-Índia. Dentre os resultados obtidos destacou-se que a qualidade das plantas irrigadas com esgoto foi aceitável, porém levemente inferior em termos de altura, folhas, botões e flor quando comparada com as plantas irrigadas com solução nutritiva específica. Quanto ao polimento do esgoto, a redução de fósforo, potássio, cálcio, turbidez, DQO total, amônia, coliformes totais e fecais foi significativa. Os autores concluíram que o cravo da índia pode ser cultivado com esgoto tratado como solução nutritiva sem realizar correções no mesmo e que a cultura mostrou que serve como um polimento adicional para o esgoto.

Sousa et al. (2001), avaliaram o desempenho da cultura do arroz irrigado com esgotos sanitários previamente tratados, e concluíram que a produtividade média do arroz, observada nas unidades experimentais irrigadas com esgotos domésticos tratados anaerobiamente em tanque séptico, superou estatisticamente aquela observada nas unidades irrigadas com água de abastecimento e adubo mineral. Verificaram ainda que o número médio de panícula por metro quadrado das cinco repetições em cada um dos tratamentos mostraram que o T1, irrigado com esgotos pré-tratados anaerobiamente em fossa séptica e o T2, irrigado com efluente de lagoa de maturação, produziram número de panículas maior que os T3 e T4, ambos irrigados com água de abastecimento não adubado e adubado, respectivamente e que o arroz produzido com esgotos pré-tratados anaerobiamente e pós-tratado em lagoa de estabilização, depois de seco ao sol, não apresentou indicadores de coliformes fecais.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização da área experimental**

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários, EXTRABES, nos laboratórios do grupo de pesquisa do Programa de Saneamento Básico, PROSAB, situadas no bairro do Tambor, localizado na Microrregião do Agreste Central do Planalto da Borborema, em Campina Grande/PB (7°15'18'' latitude sul e 35°52'28'' longitude oeste, a 550m acima do nível do mar), no período de janeiro a abril de 2008.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen adaptada ao Brasil (Coelho & Soncin, 1982), é do tipo “CSa”, semi-úmido, com verão quente e seco (4 a 5 meses) e chuvas de outono e inverno. O período chuvoso é de março a junho e o mais seco é de outubro a dezembro. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o município apresenta: precipitação total anual de 802,7 mm; temperaturas máxima (27,5°C) e mínima (19,2°C), (média anual), e umidade relativa do ar de 83%.

#### **3.2 Instalação e Condução do experimento**

No experimento foram utilizados 72 vasos plásticos, cada vaso possuía a capacidade de 20L, onde estes foram mantidos em ambiente aberto, expostos à chuva e ao sol, dispostos sob uma bancada. Os mesmos foram pintados de prateado para impedir alterações na temperatura das plantas e consequentemente interação entre os tratamentos. O sistema de drenagem foi constituído de uma camada de brita zero de aproximadamente, 2 cm de espessura e um tubo interligando o vaso a uma mangueira conectada a uma garrafa Pet de 2L. Os recipientes foram preenchidos com um substrato composto de material de solo “franco arenoso”, e antecedendo o plantio, os mesmos

foram colocados na capacidade de campo, deixando o solo com umidade adequada para a germinação das sementes.

No plantio semeou-se oito sementes por vaso, inserida na profundidade de aproximadamente 2 cm, a emergência ocorreu de quatro a seis dias após o plantio. Aos 15 dias após a emergência, procedeu-se o primeiro desbaste, e o segundo desbaste ocorreu aos 30 dias após a emergência.

Após o plantio foi efetuada a irrigação utilizando-se as águas correspondentes aos tratamentos (água do sistema de abastecimento local e água residuária tratada). As águas de irrigação foram aplicadas manualmente, sendo quantificadas em Beckeres e adicionadas ao solo.

A irrigação para todo o ciclo da cultura foi realizada em função da demanda evapotranspirométrica, sendo esta avaliada através da diferença dos volumes, aplicado e drenado. Assim, o volume de irrigação a ser aplicado era calculado com base no volume evapotranspirado, dividindo-se a diferença por “0,8”, de maneira a restabelecer a umidade à capacidade de campo e se obter uma fração de lixiviação de aproximadamente 20%. Os volumes de irrigação foram estimados a partir da seguinte equação:

$$VI = \frac{(VA - VD)}{(1 - 0,2)} \quad (\text{mL}) \quad (\text{eq.1})$$

onde:

$VA$  – volume aplicado; mL;

$VD$  – volume drenado; mL;



Figura 2. Vista da área do experimento, PROSAB/CCT/UFCG, Campina Grande, PB, 2008.

### 3.3 Águas utilizadas para irrigação

O experimento contou com duas fontes distintas de água: água de abastecimento potável e água residuária tratada, sendo esta última proveniente da estação experimental de tratamentos biológico de esgotos sanitários (PROSAB), onde era bombeada para um reator do tipo UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket). A água potável era proveniente do sistema de abastecimento público da cidade de Campina Grande/PB.

O reator UASB era alimentado de forma contínua com esgoto doméstico bruto, captado através de uma bomba submersa instalada dentro do poço de visita na localidade experimental e lançado em um tubo de PVC dotado de uma bóia controladora de nível e tinha a função de reservatório distribuidor, onde por gravidade o esgoto era conduzido até o tanque de alimentação do sistema. Não se aplicou nenhuma substância química que pudesse mudar a natureza do esgoto bruto.



Figura 3. Vista do reator do tipo UASB utilizado no experimento para o tratamento da água residuária, PROSAB/CCT/UFCG, Campina Grande, PB, 2008.

Tabela 4. Características físicas e operacionais do reator UASB.

Características Físicas e Operacionais	
Forma de Operação	Contínua
Tempo de Detenção Hidráulica – TDH (h)	6,0
Vazão afluyente ( $L.h^{-1}$ )	2
Substrato	Esgoto bruto

PROSAB/CCT/UFCG, Campina Grande, PB, 2008.

Tabela 5. Composição físico-química da água de abastecimento.

Parâmetro	Unidade	Água de Abastecimento
Condutividade elétrica	Micromhos/cm a 25°C	572
Potencial Hidrogeniônico (pH)		7
Cloretos em Cl <sup>-</sup>	mg/l	142,0
Sulfatos em SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>		Leves traços
Alcalinidade de Hidróxidos em CaCO <sub>3</sub>		ausência
Alcalinidade de Carbonato em CaCO <sub>3</sub>	mg/l	20,0
Alcalinidade de Bicarbonato em CaCO <sub>3</sub>	mg/l	70,0
Cálcio em Ca <sup>++</sup>	mg/l	36,0
Magnésio em Mg <sup>++</sup>	mg/l	22,8
Sódio em Na <sup>+</sup>	mg/l	92,0
Potássio em K <sup>+</sup>	mg/l	7,02
Dureza Total em CaCO <sub>3</sub>	mg/l	185,0
Relação de Adsorção de Sódio (RAS)		3
Classe		C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

Análises realizadas pelo Laboratório de Solo da EMBRAPA ALGODÃO. Campina Grande, PB, 2008.

Tabela 6. Composição físico-química da água residuária

Parâmetro	Unidade	Água Residuária
Condutividade elétrica	Micromhos/cm a 25°C	1.205
Potencial Hidrogeniônico (pH)		7,4
Cloretos em Cl <sup>-</sup>	mg/l	248,5
Sulfatos em SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>		Leves traços
Alcalinidade de Hidróxidos em CaCO <sub>3</sub>		ausência
Alcalinidade de Carbonato em CaCO <sub>3</sub>	mg/l	70,0
Alcalinidade de Bicarbonato em CaCO <sub>3</sub>	mg/l	215,0
Cálcio em Ca <sup>++</sup>	mg/l	54,0
Magnésio em Mg <sup>++</sup>	mg/l	28,8
Sódio em Na <sup>+</sup>	mg/l	207,0
Potássio em K <sup>+</sup>	mg/l	31,2
Dureza Total em CaCO <sub>3</sub>	mg/l	255,0
Relação de Adsorção de Sódio (RAS)		6
Classe		C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>

Análises realizadas pelo Laboratório de Solo da EMBRAPA ALGODÃO. Campina Grande, PB, 2008

### 3.4 Material de solo utilizado para o preenchimento dos vasos

Coletaram-se, antes do plantio, amostras de solo, as quais foram enviadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), da Universidade Federal de Campina Grande e analisadas segundo procedimento descrito pela Embrapa (1997). Os resultados da análise de fertilidade estão apresentadas na Tabela 7.

O material de solo utilizado foi classificado como Neossolo Regolítico psamítico solódico (EMBRAPA, 1999), de textura franca arenosa, baixa fertilidade natural e baixo teor de matéria orgânica.



Figura 4. Detalhe do solo utilizado na condução do experimento PROSAB/CCT/UFCG, Campina Grande, PB, 2008.

Tabela 7. Resultados da análise de fertilidade do solo do experimento.

Características químicas*	
pH em água	6,03
Matéria orgânica (%)	0,73
Fósforo assimilável (mg/ 100g de solo)	0,88
Potássio (meq/100g de solo)	0,30
Alumínio (meq/100 g de solo)	0,06
Cálcio (meq / 100g de solo)	1,90
Magnésio (mg/ 100g de solo)	0,64
Sódio (mg/ 100g de solo)	0,07
Hidrogênio (mg/ 100g de solo)	0,52
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência
Carbono orgânico %	0,40
Nitrogênio %	0,06
Cond. Elétrica (mmhos/cm, suspensão solo-água)	0,23

\*Análise realizada pelo Laboratório de Irrigação e Salinidade do DEAg (Centro de Tecnologia e Recursos Naturais/UFCG), Campina Grande, PB, 2008

### 3.5 Adubação

No experimento utilizaram-se dois tipos de adubação: mineral (inorgânico) e a torta de mamona (orgânico).

A adubação com NPK foi feita considerando os resultados da análise química do material de solo utilizado e a recomendação indicada para a cultura do gergelim, sendo de 60 kg/ha de N, 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg/ha de K<sub>2</sub>O, correspondente a 9,51 g, 8,31 g, 2,15 g respectivamente, onde se utilizou o tratamento com adubação mineral, distribuídos no vaso e levemente incorporados.

Nos tratamentos onde se utilizou a torta de mamona como fonte de adubação (cedida pela unidade da Embrapa Algodão), aplicou-se 0, 2, 3, 4 e 5 t/ha, correspondente a 0 g, 64,3 g, 96,51 g, 128,6 g, 160,8 g, respectivamente, por vaso referente ao tratamento, introduzida e incorporada nos 15 primeiros centímetros do solo 30 dias antes do plantio.

Tabela 8. Teor (%) nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na torta de mamona.

Teor (%)	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Torta de mamona	7,54	3,11	0,66	0,75	0,51

Análise feita pelo laboratório de solos da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2008

### 3.6 Cultura Utilizada

Como cultura indicadora do experimento foram utilizadas duas variedades de gergelim (*Sesamum indicum L.*), CNPA G3 e CNPA G4 cedidas pela Embrapa Algodão.

A cultivar CNPA G3 foi obtida por seleção genealógica da cultivar Tegel, que apresenta porte médio (até 1,60 m), ciclo de 90 a 100 dias, hábito de crescimento ramificado, floração e maturação uniformes, cor de sementes creme, sendo resistente a mancha angular e indicada para a região Semi-Árida Nordestina, onde a mancha angular é a principal doença da cultura. Já a cultivar CNPA G4 foi obtida por seleção genealógica da cultivar Zirra FAO 51284, que apresenta porte em média de 1,55m, ciclo de 90 dias, hábito de crescimento ramificado, floração e maturação uniformes, cor de semente creme, tolerante à murcha de *Macrophomina*, à mancha angular e à cercosporiose é indicada para as condições de cultivo na Região Nordeste e no cerrado de Goiás (ARRIEL et al., 2007).



Figura 5. Cultivares de gergelim utilizada no experimento, cultivar CNPA G3 a esquerda e cultivar CNPA G4 a direita, PROSAB/CCT/UFCG, Campina Grande, PB, 2008

### 3.7 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, seguindo o modelo matemático:  $Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$ , onde  $Y_{ij}$  = valor observado referente á variável Y na unidade experimental que recebeu o tratamento (i) na repetição (j);  $m$  = constante;  $t_i$  = efeito do tratamento i;  $e_{ij}$  = contribuição da variação não controlada referente á observação  $Y_{ij}$ , com três repetições, vinte e quatro tratamentos. Sendo os fatores duas cultivares (CNPA G3 e CNPA G4), duas qualidades de água (água de abastecimento potável e água residuária tratada), cinco doses de torta de mamona nos quais se aplicou 0, 2, 3, 4, 5 t/ha e quatro testemunhas (CNPA G3 com NPK e água de abastecimento, CNPA G4 com NPK e água de abastecimento, CNPA G3 com NPK e água residuária tratada e CNPA G4 com NPK com água residuária tratada). Foram 72 unidades experimentais, cada unidade experimental constituída de um vaso e uma planta os quais são descritos a seguir:

T1(G3A1D1): Cultivar CNPA G3 + água de abastecimento + 0 t/ha de torta de mamona  
T2(G3A1D2): Cultivar CNPA G3 + água de abastecimento + 2 t/ha de torta de mamona  
T3(G3A1D3): Cultivar CNPA G3 + água de abastecimento + 3 t/ha de torta de mamona  
T4(G3A1D4): Cultivar CNPA G3 + água de abastecimento + 4 t/ha de torta de mamona  
T5(G3A1D5): Cultivar CNPA G3 + água de abastecimento + 5 t/ha de torta de mamona  
T6(G3A1NPK): Cultivar CNPA G3 + água de abastecimento + NPK  
T7(G3A1D0): Cultivar CNPA G3 + água residuária tratada + 0 t/ha de torta de mamona  
T8(G3A1D2): Cultivar CNPA G3 + água residuária tratada + 2 t/ha de torta de mamona  
T9(G3A1D3): Cultivar CNPA G3 + água residuária tratada + 3 t/ha de torta de mamona  
T10(G3A1D4): Cultivar CNPA G3 + água residuária tratada + 4 t/ha de torta de mamona  
T11(G3A1D5): Cultivar CNPA G3 + água de abastecimento + 5t/ha de torta de mamona  
T12(G3A1DNPK): Cultivar CNPA G3 + água de abastecimento + NPK  
T13(G3A1D1): Cultivar CNPA G4 + água de abastecimento + 0t/ha de torta de mamona  
T14(G3A1D2): Cultivar CNPA G4 + água de abastecimento + 2t/ha de torta de mamona  
T15(G3A1D3): Cultivar CNPA G4 + água de abastecimento + 3t/ha de torta de mamona  
T16(G3A1D4): Cultivar CNPA G4 + água de abastecimento + 4t/ha de torta de mamona  
T17(G3A1D5): Cultivar CNPA G4 + água de abastecimento + 5t/ha de torta de mamona  
T18(G3A1NPK): Cultivar CNPA G4 + água de abastecimento + NPK  
T19(G3A1D0): Cultivar CNPA G4 + água residuária tratada + 0t/ha de torta de mamona  
T20(G3A1D2): Cultivar CNPA G4 + água residuária tratada + 2t/ha de torta de mamona  
T21(G3A1D3): Cultivar CNPA G4 + água residuária tratada + 3t/ha de torta de mamona  
T22(G3A1D4): Cultivar CNPA G4 + água residuária tratada + 4 t/ha de torta de mamona  
T23(G3A1D5): Cultivar CNPA G4 + água de abastecimento + 5t/ha de torta de mamona  
T24 (G3A1DNPK) : Cultivar CNPA G4 + água de abastecimento + NPK

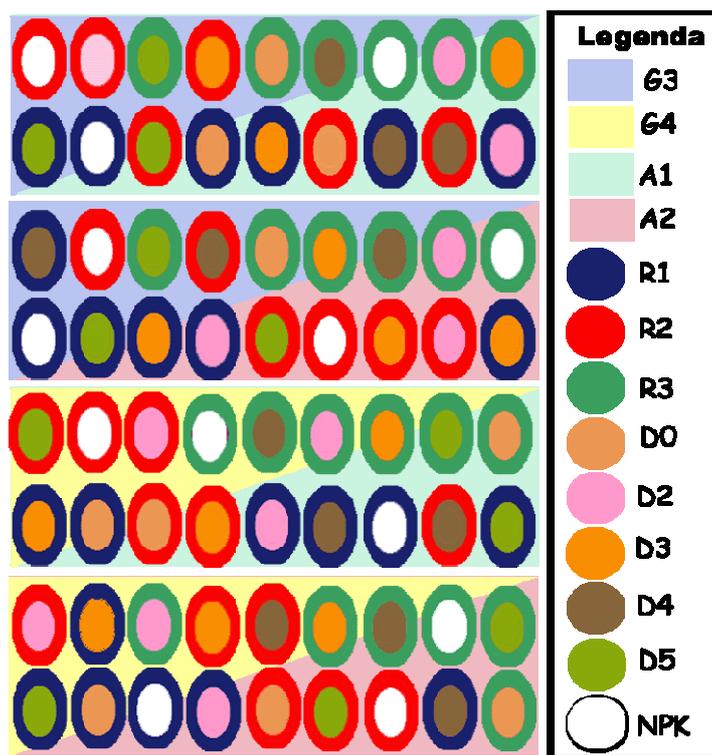


Figura 6. Croqui do Experimento

Para os fatores cultivar e qualidade da água de irrigação que são fatores qualitativo, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com significância de 0,05. Nos casos em que F foi significativo realizou-se o teste de Tukey (5%) para comparar o contraste entre as médias dos tratamentos.

Para o fator doses de adubação (fator quantitativo), utilizou-se a regressão e o método dos polinômios ortogonais (tratamentos equidistantes), procurando uma equação que expressasse matematicamente o comportamento dos tratamentos e a resposta observada.

O SISVAR foi o software estatístico utilizado para a análise dos dados.

### 3.8 Variáveis Avaliadas

Durante a etapa experimental foram avaliados os seguintes parâmetros citados a seguir, de acordo com as metodologias descritas.

### **3.8.1 Determinação das variáveis relacionadas ao desenvolvimento vegetativo das plantas**

A altura de plantas e o diâmetro de colo, foram analisados conforme metodologia proposta por Benincasa (2003), com frequência quinzenal. As leituras de altura de planta e diâmetro de colo foram realizadas mediante a utilização de uma trena de 2 m de comprimento e de um paquímetro digital. A altura de planta foi medida tomando como referência a superfície do material de solo até o ápice do ramo mais alto, enquanto o diâmetro do colo foi medido a 4 cm da superfície do material de solo.

Avaliou-se também a área foliar de cada unidade experimental, onde esta foi calculada com auxílio de uma régua milimetrada a partir das dimensões de largura e comprimento da folha, utilizando-se a fórmula proposta por Silva et al. (2002):

$$AF = \text{Largura} \times \text{Comprimento} \times 0,7 \quad (\text{cm}^2) \quad (\text{eq.2})$$

Onde as medidas de largura e comprimento foram tomadas de todas as folhas formadas de cada uma das plantas.

### **3.8.2 Determinação das variáveis relacionadas a produção**

Foram avaliados altura de inserção do 1º fruto (cm), que foram realizadas mediante a utilização de uma trena de 2 m, número de frutos por planta em unidade, onde se realizou a contagem direta de todos os frutos produzidos por cada planta, a massa dos frutos em gramas (massa dos frutos das três repetições do tratamento) e massa de cem sementes de cada planta em gramas.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Crescimento das plantas**

O crescimento em plantas é definido como um aumento irreversível de volume. O maior componente do crescimento vegetal é a expansão celular governada pela pressão de turgor. Durante este processo, as células aumentam várias vezes em volume e tornam-se altamente vacuoladas (TAIZ & ZEIGER, 2006).

O crescimento das plantas de gergelim foi representado pelas variáveis, altura de planta, diâmetro caulinar e área foliar, tendo sido estas avaliadas quinzenalmente.

#### **4.1.1 Altura das plantas**

Na Tabela 9 apresenta-se os resumos da análise de variância da característica altura do gergelim em função da cultivar, da qualidade da água de irrigação e dose de torta de mamona para as avaliações realizadas dos 30 aos 90 dias após a emergência das plantas (DAE).

Verifica-se que a característica altura de planta apresentou efeito isolado do fator cultivar para as épocas de observação dos 30 aos 60 dias após a emergência, DAE, e dose de adubação para todo o ciclo da cultura, com exceção para a época de observação realizada aos 90 dias após a emergência das plantas, DAE. O fator qualidade da água de irrigação não exerceu influência sobre a variável altura de plantas.

Constata-se ainda, dos dados da Tabela 9, que as interações entre os fatores tiveram pouca influência nesta variável, uma vez que apenas as leituras realizadas aos 75 dias após a emergência, DAE, foram influenciadas pelas interações cultivar x água e água x dose. O desdobramento das interações encontra-se nas tabelas de 11 a 12.

Verifica-se também (Tabela 9), que o contraste entre testemunhas (T1,T2,T3 e T4) e o fatorial, levando-se em consideração a variável analisada, não diferiram ao nível de 5%. Os coeficientes de variação, que é a medida da dispersão quer expressa, percentualmente, o desvio padrão por unidade de média, para a variável altura de planta ficaram abaixo de 20%, sendo considerado médio (GOMES, 1990).

Tabela 9. Resumos das análises de variância dos dados da variável altura de plantas em função da cultivar, do tipo de água de irrigação e dose de torta de mamona tomada aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas, DAE, Campina Grande, PB, 2009.

Causa de Variância	Quadrados Médios					
	GL	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
Cultivar	1	124,992 **	487,350 **	763,266 **	15,000 ns	58,816 ns
Água	1	31,104 ns	79,350 ns	135,000 ns	308,266 ns	212,816 ns
Dose	4	88,892 **	275,735 **	592,558 **	641,516**	518,433 ns
Cultivar x água	1	2,320 ns	41,666 ns	141,066 ns	1401,666**	46,816 ns
Cultivar x dose	4	10,597 ns	4,6104 ns	147,641 ns	456,750 ns	65,066 ns
Água x dose	4	13,739 ns	23,277 ns	97,708 ns	820,433**	1412,333 ns
Cultivar x água x dose	4	31,719 ns	23,277 ns	184,025 ns	384,666 ns	163,733 ns
<b>Contrates</b>						
<b>Tratamento</b>						
Fator vs testemunha 1	1	182,857 ns	59,584 ns	117,028 ns	263,314 ns	61,778 ns
Fator vs testemunha 2	1	0,536 ns	0,536 ns	737,536 ns	725,346 ns	506,667 ns
Fator vs testemunha 3	1	2,314 ns	111,012 ns	263,314 ns	1349,917 ns	71,905 ns
Fator vs testemunha 4	1	7,314 ns	24,028 ns	21,346 ns	156,457 ns	390,000 ns
Resíduo	46					
CV (%)		19,63	11,37	11,37	11,37	9,31

Ns: não significativo;

\*\* : significativo pelo teste F a nível de 5 % de probabilidade;

A cultivar CNPA G4 apresentou os melhores valores em todas as observações em que essa variável foi significativa, conforme consta nos dados de média na Tabela 10. Esse fato pode ser explicado levando-se em conta que a cultivar CNPA G4 é mais precoce que a cultivar CNPA G3, alcançando valores superiores de altura em espaço de tempo menor quando relacionada com a cultivar CNPA G3.

Tabela 10 – Médias da variável altura em função da cultivar e da época de observação, 30, 45 e 60 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.

	Médias		
	30 DAE	45 DAE	60 DAE
Cultivar CNPA G3	19,856 a	38,383 a	70,700 a
Cultivar CNPA G4	22,743 b	44,083 b	77,833 b

Cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Na Figura 7 pode-se observar os resultados obtidos para a variável altura da planta em função das doses de torta de mamona, nas épocas de observação de 30 a 75 dias após a emergência, DAE. O aumento da dose da torta de mamona promoveu o aumento da altura das plantas de gergelim até a quarta (4 t/ha) dose a partir da qual, se manteve constante, indicando que possivelmente exista um limite até o qual a altura das plantas de gergelim respondam ao aumento da dose de adubação. O coeficiente de determinação variou de 0,664 a 0,9706 para ajustamento das médias de tratamentos ao modelo.

Silva (2006) estudando o efeito residual das adubações orgânica e mineral na cultura do gergelim em segundo ano de cultivo observou que em todos os tratamentos a altura de plantas cresceu até os 100 dias de observação, tendo a maior taxa do crescimento sendo registrada no período entre os 40 e 60 dias do ciclo da cultura. Constatou ainda que entre as doses de esterco bovino aplicadas ao solo no primeiro cultivo a que melhor apresentou efeito residual para a altura de plantas foi a dose de 20 t/ha.

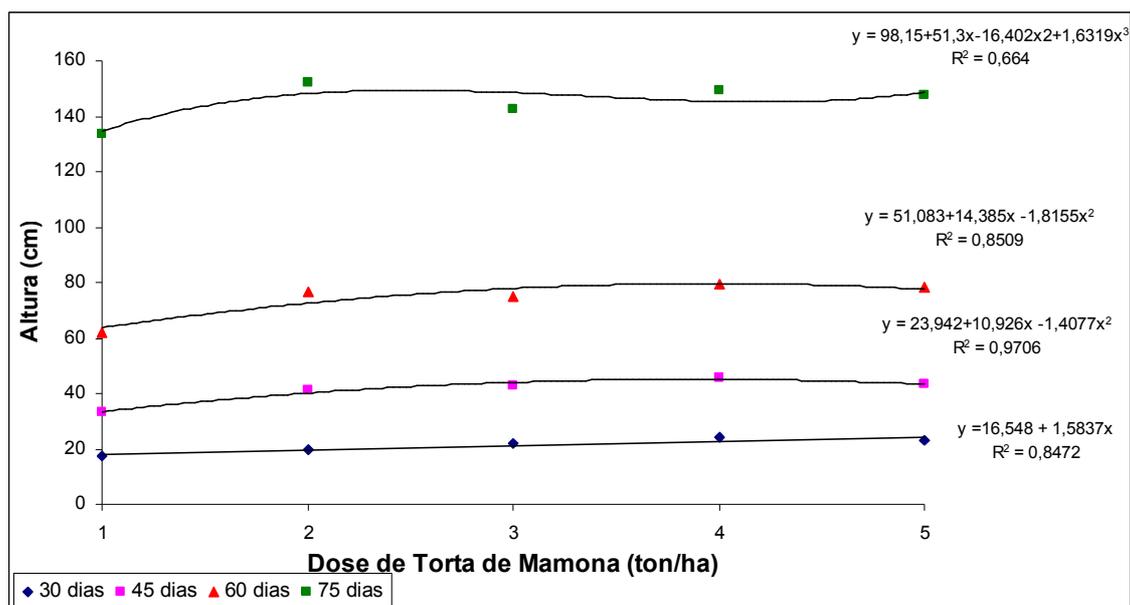


Figura 7 – Relação da dependência análise de regressão, para a variável dependente altura de plantas em função das doses de torta de mamona, Campina Grande, PB, 2009.

\*\* : significativo a nível de 5 % de probabilidade;

A variável altura de plantas, mediada aos 75 dias após a emergência, DAE, foi influenciada pela cultivar, entretanto não sofreu efeito da água de irrigação, conforme consta na Tabela 11. Este fato pode ser explicado em função das chuvas que ocorreram na época de avaliação e que promoveram a diluição dos nutrientes da água

residuária não sendo possível a detecção de diferença estatística nesta variável analisada (Anexo 1).

Tabela 11 - Médias da variável altura em função dos fatores tipos de água e cultivar para aos 75 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.

	Água de abastecimento	Água residuária tratada
Cultivar CNPA G3	142,000 Aa	138,466 Aa
Cultivar CNPA G4	152,666 Aa	147,133 Ab

Médias assinaladas com a mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, o mesmo acontece para as letras minúsculas.

A maior média de altura de plantas aos 75 dias após a emergência, DAE, foi quando se combinou a dose 4t/ha de torta de mamona com a irrigação com água residuária tratada (Tabela 12).

Tabela 12- Médias das alturas das plantas de gergelim em resposta ao tipo de água de irrigação e da adubação com 5 doses de torta de mamona para avaliações realizadas aos 75 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.

	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4	Dose 5
Água de abastecimento	124,166 a	143,833 a	140,000 a	138,666 a	143,500 a
Água residuária tratada	143,166 b	160,066 a	144,833 a	160,666 b	151,666 a

Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade.

Verifica-se que a variável altura, aos 75 dias após a emergência, DAE, foi influenciada pelas doses de torta de mamona, onde o ponto de máxima eficiência técnica encontrado foram 3,633 t/ha (Figura 8) da adubação orgânica, onde a partir desses valores é observada uma diminuição da altura. Houve um comportamento quadrático com coeficiente de determinação de 0,4935, que embora seja considerado baixo é o que melhor explica biologicamente o fenômeno.

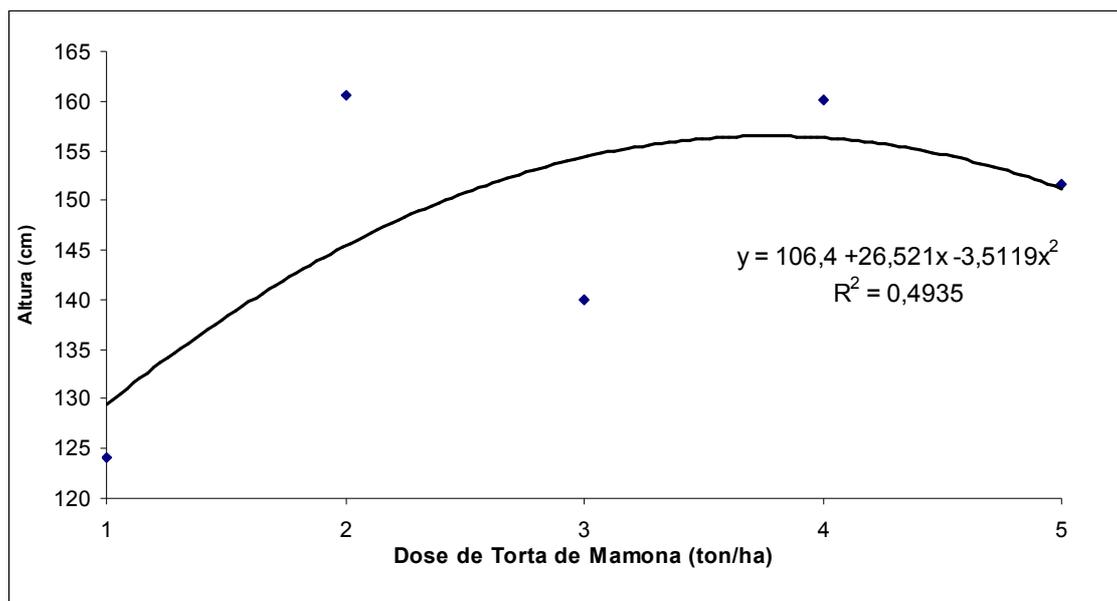


Figura 8- Análise de regressão do desdobramento de dose de torta de mamona dentro de água de água residuária tratada no período de 75 dias após a emergência, DAE, para a variável altura de plantas, Campina Grande, PB, 2009.

\*\* : significativo a nível de 5 % de probabilidade;

A análise de regressão do desdobramento de dose de torta de mamona dentro de água de abastecimento no período de 75 dias após a emergência, DAE, para a variável altura de plantas, não diferiu estatisticamente ao nível de 5 %.

#### 4.1.2 Variável diâmetro das plantas

Na Tabela 13, apresenta-se os resumos da análise de variância da variável diâmetro caulinar das plantas de gergelim em função da cultivar, da qualidade da água de irrigação e dose de torta de mamona para as avaliações realizadas dos 30 aos 90 dias após a emergência da planta (DAE).

Nota-se que a característica diâmetro caulinar apresentou efeito isolado dos três fatores estudados (cultivar, qualidade de água de irrigação e dose de adubação). Para as cultivares testadas houve efeito nas avaliações realizadas aos 45 e 60 dias após a emergência, DAE. Pode ser verificado ainda na Tabela 13, que em relação a qualidade da água de irrigação houve efeito para as avaliações realizadas aos 30, 75 e 90 dias após a emergência, DAE. Já no tocante aos níveis de adubação, observa-se que houve diferença significativa a nível de 5% para as cinco épocas de avaliações realizadas (30, 45, 60, 75 e 90 DAE).

Dos dados da Tabela 13, constata-se que as interações entre os fatores não tiveram grande influência nesta variável, uma vez que apenas houve diferença significativa a nível de 5% na interação cultivar x água aos 30 dias após a emergência, DAE, nas demais interações, estas não diferiram entre si estatisticamente. O contraste entre testemunhas (T1,T2,T3 e T4) e o fatorial, levando-se em consideração a variável diâmetro caulinar, também não diferiram ao nível de 5% .

O coeficiente de variação, relacionado com a precisão experimental, ficou abaixo de 20% para esta variável.

Tabela 13 - Resumos das análises de variância dos dados da variável diâmetro caulinar de plantas em função da cultivar, do tipo de água de irrigação e dose de torta de mamona tomada aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas, DAE, Campina Grande, PB, 2009.

Causa de Variância	Quadrados Médios					
	GL	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
Cultivar	1	0,064 ns	0,094 **	0,101**	0,022 ns	0,002 ns
Água	1	0,142 **	0,041 ns	0,086 ns	0,418 **	0,471 **
Dose	4	0,141 **	0,235 **	0,274 **	0,360 **	0,430 **
Cultivar x água	1	0,127**	0,091 ns	0,028 ns	0,025 ns	0,012 ns
Cultivar x dose	4	0,003 ns	0,014 ns	0,038 ns	0,064 ns	0,044 ns
Água x dose	4	0,028 ns	0,098 ns	0,156 ns	0,016 ns	0,206 ns
Cultivar x água x dose	4	0,019 ns	0,009 ns	0,016 ns	0,006 ns	0,018 ns
<b>Contrates</b>						
Tratamento						
Fator vs testemunha 1	1	0,042 ns	0,051 ns	0,002 ns	0,179 ns	0,214 ns
Fator vs testemunha 2	1	0,009 ns	0,204 ns	0,019 ns	0,011 ns	0,001 ns
Fator vs testemunha 3	1	0,001 ns	0,170 ns	0,050 ns	0,069 ns	0,046 ns
Fator vs testemunha 4	1	0,069 ns	0,023 ns	0,026 ns	0,029 ns	0,053 ns
Resíduo	46					
CV (%)		19,37	12,95	10,81	10,16	7,86

Ns: não significativo;

\*\* : significativo pelo teste F a nível de 5 % de probabilidade;

Na tabela 14 nota-se que o diâmetro caulinar foi influenciado pelas cultivares estudadas para as avaliações realizadas aos 30 e 60 dias após a emergência (DAE), percebe-se ainda que os maiores valores da variável diâmetro caulinar foi obtida na cultivar CNPA G4, tanto aos 30 como os 60 dias após a emergência, DAE, este fato aconteceu provavelmente porque a cultivar CNPA G3 é dotada de crescimento mais lento.

Tabela 14 – Médias da variável diâmetro caulinar em função da cultivar e da época de observação, 30 e 60 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.

	Médias	
	30 dias	60 dias
Cultivar CNPA G3	1,081 a	1,317 a
Cultivar CNPA G4	1,160 b	1,399 b

Cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios da variável diâmetro caulinar que consta na Tabela 15, permite a constatação da superioridade dos valores alcançados por esta variável aos 30, 75 e 90, dias após a emergência, DAE, para as plantas irrigadas com água residuária tratada comparadas com as plantas irrigadas com água de abastecimento. Esta diferença pode ser explicada levando-se em consideração que provavelmente a água residuária tratada supriu além das necessidades hídricas da cultura a demanda destas por nutrientes, influenciando no diâmetro caulinar.

Tabela 15 - Médias da variável diâmetro caulinar em função da cultivar e da época de observação, 30, 75 e 90 dias após a emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.

	Médias		
	30 dias	75 dias	90 dias
Água de abastecimento	0,562 a	1,450 a	1,641 a
Água residuária tratada	0,660 b	1,617 b	1,770 b

Cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao efeito das doses de torta de mamona sobre o diâmetro caulinar do gergelim, podemos examinar na Figura 9, que a aplicação de 3,5 t/ha promoveu a máxima eficiência técnica. O coeficiente de determinação variou de 0,7014 a 0,9803, mostrando um bom ajustamento das médias de tratamentos ao modelo.

Na região do agreste Paraibano Gadelha (2003), trabalhando com adubação orgânica na cultura do gergelim, observou que variável diâmetro do caulinar é significativamente afetada de forma positiva.

Este resultado também concorda com os resultados obtidos por Diniz (2004), que estudando a comparação entre a adubação química e orgânica da cultura do gergelim em condições de sequeiro, verificou que a adubação orgânica influenciou o diâmetro caulinar.

Silva (2006), estudando o efeito residual das adubações orgânica e mineral na cultura do gergelim em segundo ano de cultivo verificou que a dose residual de 20 t/ha de esterco bovino apresentou o maior valor para o diâmetro caulinar (5,97

mm), cujo valor foi superior em 50% ao efeito residual deixado no solo pelo tratamento torta de algodão, que apresentou o menor diâmetro médio do caule de 3,98mm.

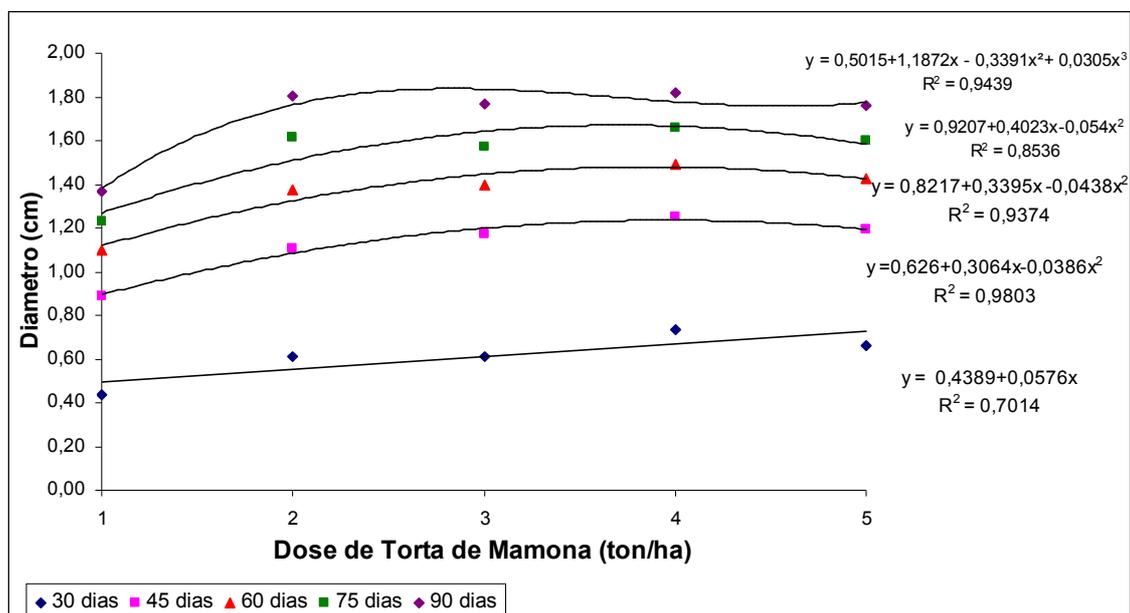


Figura 9 – Relação da dependência análise de regressão, para a variável dependente altura de plantas em função das doses de torta de mamona, Campina Grande, PB, 2009.

\*\* : significativo a nível de 5 % de probabilidade;

Na Tabela 16 podem ser verificados os resultados dos dados médios referentes ao desdobramento da interação significativa para a variável diâmetro caular (cultivar x qualidade da água de irrigação) para a época de avaliação aos 30 dias após a emergência (DAE). Embora estas ainda estivessem no início do seu crescimento já era possível observar o efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a variável diâmetro caular, principalmente na cultivar CNPA G3, onde esta apresentou o maior valor para o diâmetro caular (0,681cm).

Tabela 16 - Médias da variável diâmetro caular em função dos fatores tipos de água e cultivar para aos 30 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.

	Água de abastecimento	Água residuária tratada
Cultivar CNPA G3	0,617 Aa	0,681 Ab
Cultivar CNPA G4	0,643 Aa	0,664 Aa

Médias assinaladas com a mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, o mesmo acontece para as letras minúsculas.

### 4.1.3 Área Foliar das plantas

Considerando a variável área foliar por planta, importante fator de crescimento das plantas e que retrata o tamanho do aparelho assimilatório, verificou-se que esta foi alterada ao longo do tempo tanto pelas doses de torta de mamona, pela qualidade da água de irrigação e pela cultivar. Na Tabela 17 apresenta-se os resumos da análise de variância, para as avaliações realizadas dos 30 aos 90 dias após a emergência das plantas (DAE).

Nota-se que a variável área foliar apresentou efeito isolado dos três fatores estudados (cultivar, tipos de água de irrigação e dose de adubação). Para as cultivares testadas, houve efeito em todas as épocas de avaliações realizadas (30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência, DAE). Ainda na Tabela 17 em relação ao tipo de água de irrigação houve efeito significativo para as avaliações realizadas aos 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência, DAE. Já referindo-se aos níveis de adubação, observa-se que houve diferença significativa a nível de 5% para as cinco avaliações realizadas (30, 45, 60, 75 e 90 DAE).

Constata-se também, dos dados da Tabela 17, que em relação as interações entre os fatores constatou-se diferença significativa estatisticamente ao nível de 5% para a interação cultivar vs dose de adubação para a época de observação aos 90 dias após a emergência das plantas, DAE, nas demais interações, estas não diferiram entre si estatisticamente a nível de 5%. Os contrastes entre testemunhas (T1, T2, T3 e T4) e o fatorial, levando-se em consideração a variável área foliar das plantas, também não mostrou-se significativo estatisticamente ao nível de 5% .

O coeficiente de variação, relacionado com a precisão experimental, variou de 5,23% a 16,41%, como pode ser verificado na Tabela 17.

Tabela 17 - Resumos das análises de variância dos dados da variável área foliar das plantas em função da cultivar, do tipo de água de irrigação e dose de torta de mamona tomada aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência das plântulas, DAE, Campina Grande, PB, 2009.

Causa de Variância	GL	Quadrados Médios				
		30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
Cultivar	1	474600,38 **	5506855,44 **	687860,50 **	5567113,28 **	8188733,65 **
Água	1	376536,93 **	4395550,88 **	2144484,89 **	2102166,16 **	381461,8 ns
Dose	4	488557,99 **	1726680,00**	1695111,97 **	2784167,57 **	2336765,11 **
Cultivar x água	1	252106,62 ns	250461,95 ns	9818,11 ns	3426,49 ns	25904,76 ns
Cultivar x dose	4	78794,55 ns	185951,25 ns	136109,96 ns	423776,34 ns	1041981,02 **
Água x dose	4	291479,36 ns	538904,62 ns	117555,3 ns	284819,74 ns	167693,87 ns
Cultivar x água x dose	4	11705,07ns	85482,78 ns	236875,37 ns	88263,09 ns	217045,81 ns
<b>Contrates</b>						
Tratamento						
Fator vs testemunha 1	1	303100,97 ns	1297384,58 ns	963837,04 ns	417088,98 ns	891618,70 ns
Fator vs testemunha 2	1	261407,45 ns	398573,58 ns	717896,93 ns	1479644,26 ns	753619,95 ns
Fator vs testemunha 3	1	223421,36 ns	792642,36 ns	354888,28 ns	2322293,20 ns	120698,00 ns
Fator vs testemunha 4	1	21019588 ns	3594,22 ns	943818,32 ns	320147,4 ns	136299,28 ns
Resíduo	46					
CV (%)		16,41	9,79	6,177	5,23	7,13

Ns: não significativo;

\*\* : significativo pelo teste F a nível de 5 % de probabilidade;

Na Tabela 18 nota-se que a área foliar foi influenciada pelas cultivares estudada nos dias após a emergência (30, 45, 60, 75 e 90 DAE), percebe-se ainda que os maiores valores da variável área foliar em todas as épocas de observações foram obtida na cultivar CNPA G4, este fato pode ser explicado levando-se em consideração que a cultivar CNPA G4 apresenta um crescimento e desenvolvimento mais rápido do número de folhas ao longo do tempo do que a cultivar CNPA G3.

Observando-se ainda a Tabela 18 e comparando-se as mesmas cultivares ao longo dos períodos de observação (30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência), percebe-se que os valores médios da área foliar foi em alguns casos até duplicado no intervalo de 15 dias. Verifica-se esse crescimento da área foliar até o período de 75 dias após a emergência, onde após esse período de observação nota-se uma diminuição nos valores médios de área foliar nas duas cultivares. Esses valores estão de acordo com Severino et al., (2002), onde este afirma que a área foliar do gergelim cresce rapidamente entre 30 e 70 dias e decresce após esse período. Essa queda de folhas também foi relatada no estudo de Rincón e Salazar (1997). A diminuição da área foliar depois de 70 dias ocorre devido à queda das folhas mais velhas localizadas na parte inferior. As folhas inferiores, por serem grandes e largas, contribuem com maior peso

para a área foliar, embora a planta possua, ao final do ciclo, grande número de folhas estreitas (superiores) que somam pouca área foliar.

Tabela 18 - Médias da variável área foliar em função da cultivar e da época de observação, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.

	<b>Médias</b>				
	30	45	60	75	90
Cultivar CNPA G3	1045,979 a	2656,147 a	4244,227 a	6157,245 a	4960,075 a
Cultivar CNPA G4	1223,855 b	3262,055 b	4458,370 b	6766,459 b	5698,936 b

Cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios da variável área foliar que consta na Tabela 19, permite observar a superioridade dos valores alcançados por esta variável aos dias após a emergência (DAE), para as plantas irrigadas com água residuária tratada comparadas com as plantas irrigadas com água de abastecimento, a exemplo do que aconteceu com a variável diâmetro caulinar das plantas.

Tabela 19 - Médias da variável área foliar em função dos fatores tipos de água e cultivar para aos 75 dias após emergência, DAE, Campina Grande, PB, 2009.

	<b>Médias</b>			
Água de abastecimento	1055,698 a	2688,437 a	4162,245 a	6274,673 a
Água residuária tratada	1223,855 b	3229,765 b	4540,353 b	6649,031 b

Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade.

Em relação ao efeito das doses de torta de mamona sobre a área foliar do gergelim, podemos examinar na Figura 10, que se apresentou um comportamento crescente, pode ser verificado ainda que em todos os tratamentos a área foliar apresentou-se de forma semelhante, crescendo a medida em que se aumentava a dose de adubação até a dose 4 t/ha, sendo este o ponto de máxima eficiência técnica. A qualidade do ajustamento dos dados indicados pelo coeficiente de determinação, oscilaram entre 0,973 a 0,985, indicam ajustes adequados dessas variáveis.

Silva (2006), concluiu que a variável área foliar foi significativamente afetada pelos resíduos dos tratamentos adubados. O mesmo autor ainda observou que as médias do tratamento testemunha vs os tratamentos adubados sobre a variável área foliar da cultura do gergelim apresentou uma diferença da ordem de 96,8 cm<sup>2</sup> em prol dos tratamentos adubados.

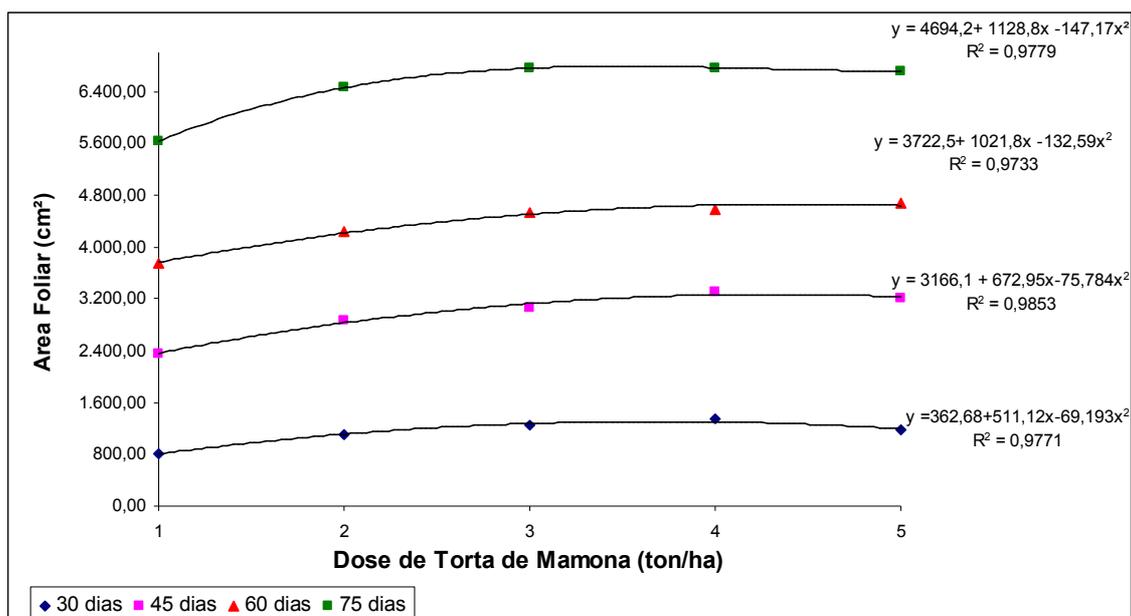


Figura 10 – Relação da dependência análise de regressão, para a variável dependente área foliar em função das doses de torta de mamona, Campina Grande, PB, 2009.

\*\* : significativo a nível de 5 % de probabilidade;

Os valores médios da variável da área foliar referente ao desdobramento de sua interação significativa como consta na Tabela 20, permite observar que os valores alcançados pela cultivar CNPA G4 foram maiores quando comparados aos valores alcançados pela cultivar CNPA G3. Na análise de regressão do desdobramento de dose de torta de mamona dentro de água de abastecimento no período de 90 dias após a emergência, DAE, indicou um comportamento linear crescente com coeficiente de determinação de 0,85, como indicado na Figura 11. Já para a análise de regressão do desdobramento de dose de torta de mamona dentro de água residuária tratada no período de 90 dias após a emergência, DAE, houve um comportamento quadrático com coeficiente de determinação de 0,93, como apresentado na Figura 12. A área foliar em relação à dose de torta de mamona apresentou um comportamento crescente à medida que aumentou a dose até 3,57 t/ha, sendo este o ponto de máxima eficiência técnica.

Tabela 20 - Médias da área foliar de gergelim em resposta a cultivar e da adubação com 5 doses de torta de mamona para avaliações realizadas 90 dias após a emergência, Campina Grande, PB, 2009.

	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4	Dose 5
Cultivar CNPA G3	4572,183 a	4963,986 a	4924,976 a	5024,236 a	5314,993 a
Cultivar CNPA G4	4650,876 a	5573,100 b	6070,750 b	6545,246 b	5654,708 a

Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade.

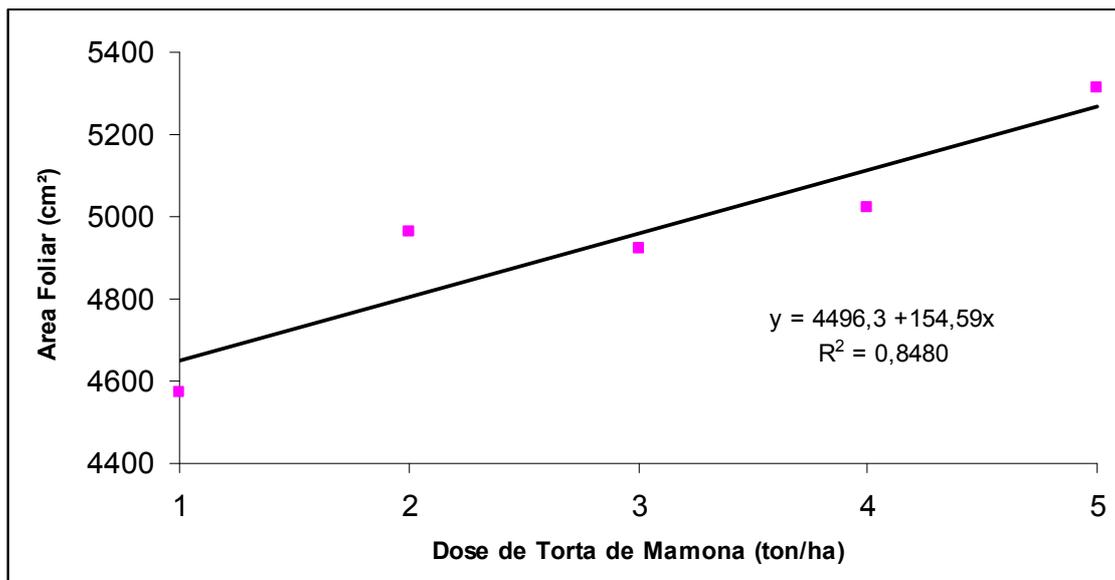


Figura 11 – Análise de regressão do desdobramento de dose de torta de mamona dentro de água de abastecimento no período de 90 dias após a emergência, DAE, para a variável área foliar, Campina Grande, PB, 2009.

\*\* : significativo a nível de 5 % de probabilidade;

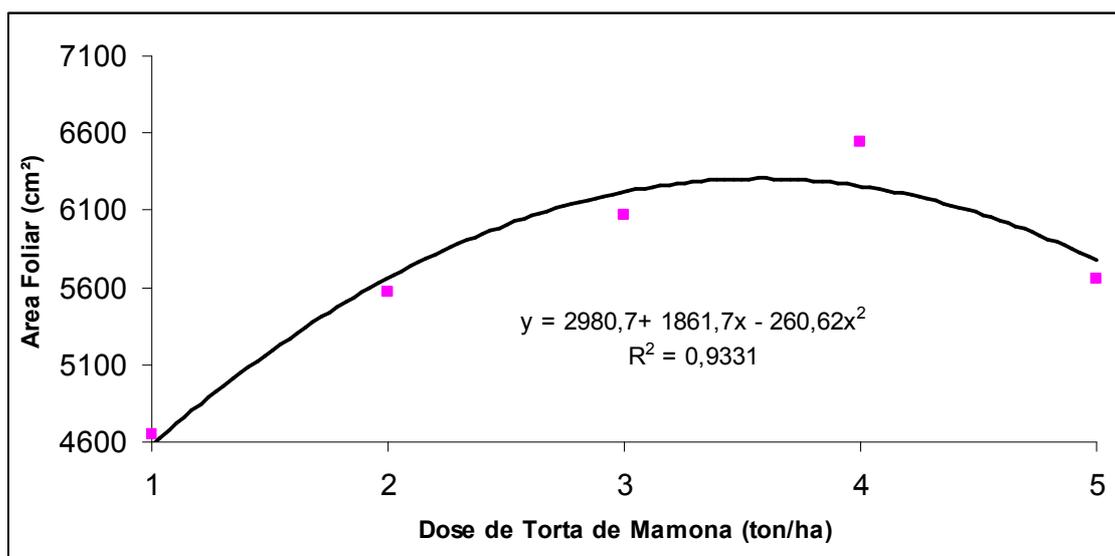


Figura 12 - Análise de regressão do desdobramento de dose de torta de mamona dentro de água residuária tratada no período de 90 dias após a emergência, DAE, para a variável área foliar, Campina Grande, PB, 2009.

\*\* : significativo a nível de 5 % de probabilidade;

## 4.2. Produção

A produção das plantas de gergelim foi representada pelas variáveis, altura de inserção do primeiro fruto, número de frutos, massa de frutos e massa de sementes. Os resultados em função da cultivar, da qualidade da água de irrigação e dose

de torta de mamona podem ser verificados na tabela 21, onde apresenta-se os resumos da análise de variância.

Nota-se que a variável número de frutos apresentou efeito isolado dos três fatores estudados (cultivar, tipos de água de irrigação e dose de adubação). Já para a variável massa dos frutos, houve efeito isolado apenas dos fatores qualidade da água de irrigação e doses de adubação. Em relação à altura de inserção do 1º fruto e da massa de cem sementes, não houve diferença estatística significativa dos fatores isoladamente. Dos dados da Tabela 21, tem-se que as interações entre os fatores não tiveram influência nas variáveis de produção (altura de inserção do primeiro fruto, número de frutos, massa de frutos e massa de cem sementes), uma vez que não se obteve diferença estatística significativa.

Os contrastes entre testemunhas (T1,T2,T3 e T4) e o fatorial, levando-se em consideração a variáveis de produção, também não foram significativos ao nível de 5%.

O coeficiente de variação variou de 11,22% a 16,44%, ficando abaixo de 20%, indicando uma boa precisão experimental, como pode ser constado na Tabela 21.

Tabela 21 - Resumos das análises de variância dos dados das variáveis de produção (altura de inserção do primeiro fruto, número de frutos, massa de frutos e massa de cem sementes) Campina Grande, PB, 2009.

Causa de Variância	Quadrados Médios				
	GL	Altura de inserção do primeiro fruto	Número de frutos	Massa de frutos	Massa 100 Sementes
Cultivar	1	275,041 ns	32062,816 **	8,184 ns	0,000027 ns
Água	1	139,537 ns	55754,016 **	434,273 **	0,000807 ns
Dose	4	301,979 ns	13135,691 **	156,771 **	0,001456 ns
Cultivar x água	1	0,104 ns	1826,016 ns	5,304 ns	0,000667 ns
Cultivar x dose	4	16,454 ns	932,191 ns	13,078 ns	0,000914 ns
Água x dose	4	214,745 ns	1471,558 ns	68,824 ns	0,006919 ns
Cultivar x água x dose	4	245,937 ns	1299,058 ns	8,355 ns	0,004354 ns
<b>Contrates</b>					
Tratamento					
Fator vs testemunha 1	1	187,624 ns	2904,410 ns	8,02187ns	0,131254 ns
Fator vs testemunha 2	1	30,957 ns	1194,860 ns	15,80992ns	0,000587ns
Fator vs testemunha 3	1	479,760 ns	1865,150 ns	7,60046ns	0,002746ns
Fator vs testemunha 4	1	46,671 ns	870,000 ns	2,738403ns	0,00009ns
Resíduo	46				
CV (%)		16,44	15,58	17,05	11,22

Ns: não significativo;

\*\* : significativo pelo teste F a nível de 5 % de probabilidade;

#### 4.2.1- Número de frutos

Na Tabela 22, pode ser constatado que a Cultivar CNPA G4 foi superior em número de frutos tanto quanto irrigada com água de abastecimento, como quando irrigada com água residuária tratada em relação a cultivar CNPA G3.

Esse resultado concorda com os de Pereira et al., (2003), que estudando a viabilidade de reuso de águas residuárias tratadas no cultivo de gergelim, verificou que o número de frutos por planta no módulo irrigado com esgoto tratado foi significativamente melhor.

Tabela 22 - Médias da variável número de frutos em função dos fatores tipos de água e cultivar, Campina Grande, PB, 2009.

	Água de abastecimento	Água residuária tratada
Cultivar CNPA G3	108,433 Aa	101,066 Aa
Cultivar CNPA G4	154,666 Bb	162,033 Bb

Médias assinaladas com a mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, o mesmo acontece para as letras minúsculas.

O efeito da dose de torta de mamona na variável número de frutos indicou um comportamento quadrático com coeficiente de determinação do modelo matemático de 0,97, como indicado na Figura 13. O número de frutos em relação à dose de torta de mamona apresentou um comportamento crescente à medida que aumentou a dose até 4,650 t/ha, sendo este o ponto de máxima eficiência técnica.

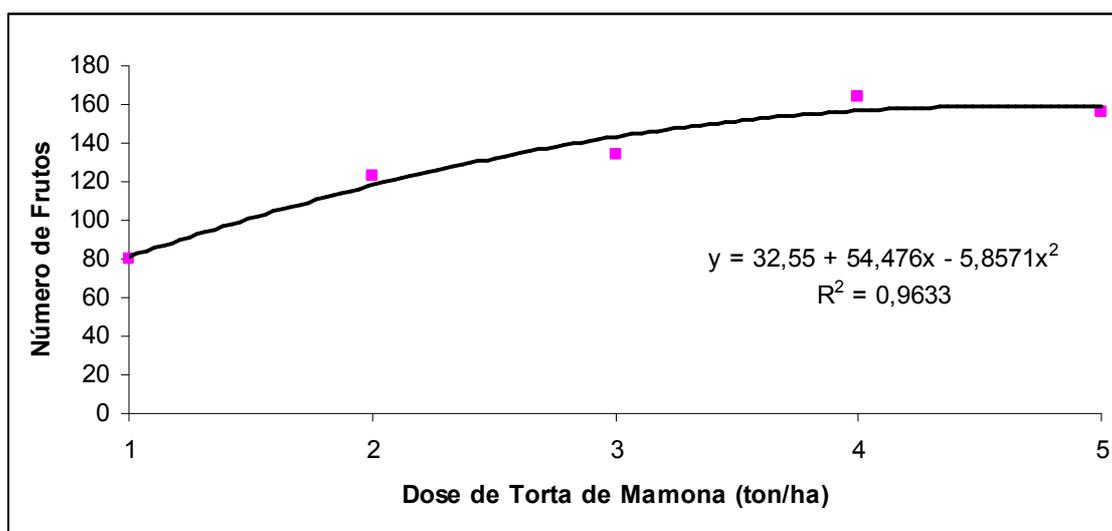


Figura 13 - Análise de regressão para a variável número de frutos na relação de dependência da dose de torta de mamona, Campina Grande, PB, 2009.

#### 4.2.2 Massa dos frutos

A massa de frutos foi influenciado pelo tipo de água de irrigação, onde constatou-se que para a irrigação com água residuária tratada, a média da massa dos frutos das cultivares analisadas foram maiores quando comparadas com as de irrigação de água de abastecimento, como mostra na Tabela 23. Na Figura 14, houve um comportamento quadrático com coeficiente de determinação de 0,92 em relação ao efeito da dose de torta de mamona para esta variável, apresentando ainda um comportamento crescente à medida que aumentou a dose até 3,929 t/ha.

Tabela 23 - Média da variável massa de frutos (g) em função dos fatores tipos de água e cultivar, Campina Grande, PB, 2009.

Água de abastecimento	Água residuária
12,524 a	17,904 b

Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade.

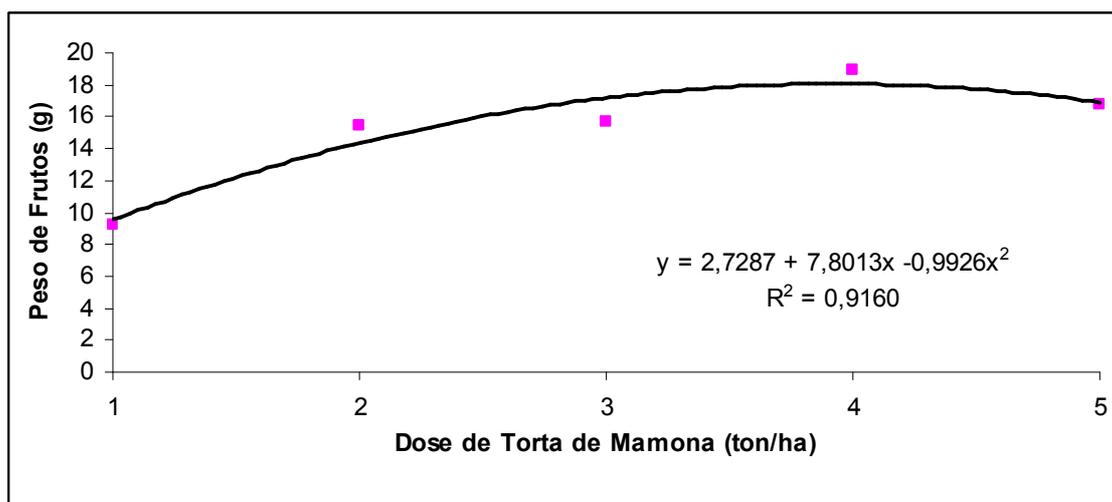


Figura 14 - Análise de regressão para a variável massa dos frutos (g) na relação de dependência dose de torta de mamona, Campina Grande, PB, 2009.

## **5 CONCLUSÕES**

Baseado nos dados apresentados e discutidos nesta pesquisa pode-se chegar às seguintes conclusões:

1. A cultivar CNPA G4 apresentou maiores médias de altura, diâmetro caulinar e área foliar e número de frutos, quando comparada com a cultivar CNPA G3.
2. De modo geral a água residuária tratada é uma boa fonte de nutrientes para as plantas de gergelim proporcionando maiores médias nas variáveis analisadas.
3. A torta de mamona pode ser aplicada como fonte de adubação orgânica para a cultura do gergelim, respondendo positivamente aos tratamentos com os níveis de adubação, com melhores médias à medida que se aumentava a dose de adubação até um ponto, indicando que possivelmente exista um limite até o qual as plantas respondam ao aumento da de adubação.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. 467 p.

ANGEKALIS, A.N.; MARECOS DO MONTE, M.H.F.; BONTOUX, L.; ASANO T. The status of wastewater reuse practice in the mediterranean basin: need for guidelines. **Water Resources, Bethesda**, v.33, p.2201-2217, 1999.

AL-NAKSHABANDI, G.A.; SAQQAR, M.M.; SHATANAWI, M.R.; FAYYAD, M.; ALHORANI, H. Some environmental problems associated with the use of treated wastewater for irrigation in Jordan. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 34, p.81-94, 1997.

ARRIEL, N.H.C; FIRMINO, P.T; BELTÃO, N.E. M; SOARES,J.J; ARAÚJO,A.E; SILVA,A.C; FERREIRA, G.B. Gergelim. Coleção Plantar . Embrapa Informação Tecnológica. Campina Grande, p.9-70, 2007.

ARRIEL, N.H. C.; ANDRADE, F. P.; VIEIRA, D. J.; COUTINHO, J. L. B.; OLIVEIRA, J.S.; AMABILE, R.; DANTAS, E. S. B.; PEREIRRA, J. R. Análise de adaptabilidade e estabilidade de produção de sementes em gergelim. **Revista de oleaginosas e fibrosas**. Campina Grande, v.4, n.3, p.181-191, 2000.

AZEVEDO, M. R. de Q. A. ; KÖNIG, A.; BELTRÃO, N. E. de M. ; AZEVEDO, C. A. V. de.; TAVARES, T. de L. ; SOARES, F. A. L.; Efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.2, n.1, p.63-68, jan.-mar., 2007, Recife, PE.

- AZEVEDO, D.M.O.; LIMA, E.F. (ed). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, 2001.350p.
- BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. B dos; BENATI, T.; FIRMINO, P. DE T. Importância Econômica e Social. In: ----- **O Agronegócio do Gergelim no Brasil**, EMBRAPA Algodão, Campina Grande, 2001, 348 p.
- BASTOS, R. K. X.; NEVES, J. C. L.; BEVILACQUA, P. D.; SILVA, C. V.; CARVALHO, G. R. M.. **Avaliação da contaminação de hortaliças irrigadas com esgotos sanitários**. In: XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002, Cancún, Mexico. XVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Trabajos técnicos. Ciudad de Mexico: AIDIS, 2002. p. 1-8.
- BASCONES, L.; RITAS, J. L. La nutrición mineral del ajonjolí. I. Extracción total de nutrientes. **Agronomía Tropical**, v.11, n.2, p.93-101, 1961.
- BELTRÃO, N. E. de M. **Torta de mamona (*Ricinus communis* L.): fertilizante e alimento**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. (Comunicado Técnico, 171).
- BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C.; LIMA, F. E. **Gergelim cultura no Trópico Semi-árido Nordeste: Sistema de Cultivo**. Campina Grande – PB: EMBRAPA-CNPA, 1994, 52 p. (Circular Técnico, 18).
- BELTRÃO, N. E. de M.; NÓBREGA, L. B. da; SOUZA, R. P. de; SOUZA, J. E. G. de. **Efeitos da adubação, configuração de plantio e cultivares na cultura do gergelim no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1989. 23 p. (EMBRAPACNPA. Boletim de Pesquisa, 21).
- BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. G. de.; PEREIRA, J. R. Fitologia. In: BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. eds. **O agronegócio do Gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicações para transferência de Tecnologia, 2001.cap.3.p.37-57.
- BISCARO, G. A. **Utilização de águas receptoras de efluentes urbanos em sistemas de irrigação localizada superficial e subsuperficial na cultura da alface**

**americana**. 2003, 130p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003.

BLUMENTHAL, U. J., PEASEY, A., PALACIOS, G. R., MARA, D. D. **Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture**: recommended revisions based on new research evidence. Disponível em <http://www.lboro.ac.uk/well>. Acesso em 20 jun 2008.

BON, J. H. Solubilização das proteínas da mamona por enzimas proteolíticas. 1977. 136p. Dissertação de Mestrado. UFRJ, Rio de Janeiro.

BRANDAO, L. P.; MOTA, S.; MAIA, L. F.. **Perspectivas do Uso de Efluentes de Lagoas de Estabilização em Irrigação**. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002, Vitória, ES. Anais do VI SIBESA. Rio de Janeiro : ABES, 2002.

CAMPOS, T. G. S. Adubação mineral do gergelim. EMBRAPA / CNPA. Relatório Técnico, 1986. Campina Grande.

CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Emitter and filter tests for wastewater reuse by drip irrigation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 68, p.135–149, 2004.

CARDOSO, H. E. A.; MANTOVANI, E. C.; COSTA, L. C. **As águas da agricultura**. Agroanalysis. Instituto Brasileiro de Economia/Centro de Estudos Agrícolas. Rio de Janeiro. 1998. p.27-28.

CHIERICE, G. O.; CLARO NETO. S. Aplicação Industrial do Óleo. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E. F. (eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Serviço de Comunicação Tecnológica, 2001. 350p.

CHRISTOFIDIS, D. **A água e a crise alimentar**. Disponível em: [www.iica.org.br/Aguatrab/ Demetrios%20Christofidis/P2TB01.htm](http://www.iica.org.br/Aguatrab/Demetrios%20Christofidis/P2TB01.htm). 1997. 14p.

- CHERNICHARO C. A. L.; MACHADO R. M. G. Feasibility of the UASB/AF system for domestic sewage treatment in developing countries. **Water Science and Technology**, 38, 8 – 9, pp. 325 – 332, 1999.
- CORRÊA, M. J. P.; SANTOS, R. A.; FERNANDES, V. L. B.; ALMEIDA, F. C. G. Exportação de nutrientes pela colheita do gergelim (*Sesamum indicum* L.) cv. Jori. **Ciência Agrônômica**. Vol. 26. no 1/2, p. 27-29. 1995.
- CRUZ, R. L.; BISCARO, G. A.; TRIGUEIRA, M. & GRASSI FILHO, H. **Diferentes níveis de adubação para a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em vasos e irrigada com água residuária - primeiro ciclo**. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 31, Salvador: UFBH, 29 jul. a 2 de ago. de 2002. CD-Rom.
- DASBERG, S.; BRESLER. **Drip Irrigation Manual**. Israel: International Irrigation Information. Center (IIIC), 1985. 95p.
- DINIZ, B. L. T. **Comparação entre a adubação química e orgânica na cultura de gergelim em condições de sequeiro no nordeste brasileiro**. 2004, 94f. Dissertação (Mestrado em manejo de solo e água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- DUARTE, A. S. **Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (*Capsicum annun* L.)** / Anamaria de Sousa Duarte. Tese de doutorado – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Piracicaba, 2006.
- DUARTE, A. S.; LIMA, V. L. A. ; VAN HAANDEL, A. C. **Microbiological Quality Evaluation of Pepper Irrigated with Treated Wastewater**. In: Annual international meeting ; cigr world congress, 15., 2002, San Francisco. ASAE, 2002. 4 p.
- ENSPHESPANHOL, I., **Potencial de Reuso de Água no Brasil - Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos**. III Encuentro de las Águas, 26 october 2001, December 2002 <[http://www.aguabolivia.org/situacionaguaX/IIIEncAguas/contenido/trabajos\\_verde/TC-158.ht](http://www.aguabolivia.org/situacionaguaX/IIIEncAguas/contenido/trabajos_verde/TC-158.ht)

- FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent**. Advanced Series in Agricultural Science. Berlin: Editora Spring-Verlang. 1991. 216p.
- FERNANDEZ, J. C. & GARRIDO, R. J. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002.
- FIRMINO, P. de T. **Gergelim**: Sistemas de produção e seu processo de verticalização, visando produtividade no campo e melhoria da qualidade da alimentação humana. Campina Grande, Embrapa-CNPA, 1996 (Prêmio Jovem Cientista).
- FRANKEL, E. N. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. **Food Chemistry**, v.71, n.3, p.255-259, 1996.
- FLORENCIO, L., KATO, M. T., MORAIS, J. C. Domestic sewage treatment in fullscale UASB plant at mangueira, Recife, Pernambuco. **Water Science and Technology**, London, UK, v.44, n.4, p.71-77.
- GADELHA, G. Q. **Níveis populacionais e adubação orgânica na cultura do Gergelim (*Sesamum indicum* L.)**. 2003.31 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Agronomia)- Centro de Ciências Agrárias, Universidade federal da Paraíba, Areia.
- HALALSHEH, M., SAWAJNEH, Z., ZU'BI, M., ZEEMAN, G., LIER, J., FAYYAD, M., LETTINGA, G. Treatment of strong domestic sewage in a 96 m<sup>3</sup> UASB reactor operated at ambient temperatures: two-stage versus single-stage reactor. **Bioresour Technol.** v. 96, n.5, p.577-585. 2005
- HARUVY, N. Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost-benefit analysis. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 66, p.133-119, 1997.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil. Agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.7, n.4, out/dez 2002, 75-95.

ITT INDUSTRIES – **Guide to global water issues**. Disponível em <http://www.itt.com/waterbook>. Acesso em 24 set. 2008

IFPRI & IWMI - INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE & INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE. **Re: Água e irrigação segundo IFPRI e IWMI**. In: Lista Fonte d'água. Florida Center for Environmental Studies. Relatório "Global Water Outlook to 2025: Averting an Impeding Crises". Publicação no Dia Mundial do Alimento. Washington D.C., 16 Out. 2002. Disponível na Internet: <<http://archives.ces.fau.edu/fontedagua.html>>. Citado: 22 Nov. 2008

LAGO, A. A.; CAMARGO, O. B. A.; SAVY FILHO, A. ; MAEDA, J. A. Maturação e produção de sementes de gergelim cultivar IAC-China. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 363-369, fev. 2001.

LEAR, B. Application of castor pomace and cropping of castor beans to soil to reduce nematode populations. **Plant Dis. Rep.**, v.43, n.4, p. 459-460, 1959.

LÉON S. G., CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias**. Tradução de H. R. Gheyi, A. König, B.S.O. Ceballos, F.A.V. Damasceno. Campinas Grande:UFPB, 1999. 110p.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia. Relações solo-planta**. São Paulo, SP. Editora Ceres, 1979. 262 p.

MALAVOLTA, E.; ROMERO, J. P. **Manual de Adubação**. 2 ed. São Paulo:ANDA,1975.338p.il.

- MOURSI, M. A.; ABDEL GAWAD, A.A. Growth and Chemical composition of Sesame in sand culture with different concentrations of nitrogen and phosphorus in nutrient solution. **Field Crop. Abstracts**. 25 (1):128. 1972.
- MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso de Água**. São Paulo: Editora Manole, 2003. 576p.
- SOUSA, J. T.; VAN HAANDEL.; A. C.;CAVALCANTI, P. F. F.; FIGUEIREDO, A. M. F. **Efluentes tratados utilizados na agricultura**. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Curitiba-PR, Brasil, p.1-12, 2003.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; CARVALHO E SILVA, W. L. e CARRIJO, O. A. **Tensiômetro para manejo da irrigação em hortaliças**. Boletim técnico. EMBRAPA/CNPH. Brasília, dez. 1998.
- METCALF & EDDY INC. **Wastewater Engineering: treatment, Disposal and Reuse**. 40th ed. New York: Mc. Graw-Hill, 2003. 1819p.
- OLIVEIRA, A. M. G.; DANTAS, J. L. L. **Composto Orgânico**, Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1995, 12 p. (Embrapa- CNPMF. Circular Técnico).
- OSAKI, F. **Calagem e Adubação**. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola,1991.503p.
- PEREIRA, J. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; ARRIEL, N. H. C.; OLIVEIRA, J. N de. Adubação Orgânica no Cariri Cearense. In: Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido, 3, 2001, Campina Grande. **Captação de água de chuva e Cultivos apropriados ao semi-árido**. Campina Grande: Embrapa Algodão/ Embrapa Semi-árido, 2001, (CD-ROM).
- PESCOD, M. B. **Wastewater treatment and use in agriculture**. Rome, 1992. 125p. (FAO irrigation and drainage paper, 47).

- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo. A agricultura em regiões tropicais.** São Paulo, SP. Livraria Nobel, 1980. 541 p.
- RAM, R.; CATLIN, D.; ROMERO, J.; COWLEY, C. Sesame: new approaches for crop improvement. In: JANICK, J.; SIMON, J. E. (Ed.). **Advances in new crops.** Portland : Timber Press, 1990. p. 225-228.
- RAO, M. A.; YASEEN, M. The effect of different levels of nitrogen phosphorus and potassium on sesamum (*Sesamum indicum* L.) **Andha Agricultural Journal**, V. 27, n. 5/7, p. 286-289, 1980.
- RODRIGUES, G. S.; IRIAS. L. J. M. Considerações sobre os Impactos Ambientais da Agricultura Irrigada. Jaguariúna, SP. Julho, 2004. circular tecnica 7. Embrapa meio ambiente.
- SAVY FILHO, A.; CAMARGO, O. B. de A.; BANZATTO, N. V. Gergelim (*Sesamum indicum* L.). In: FAHL, J. I.; CAMARGO, M. B. P. de; PIZZINATO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T. de; DEMARIA, I. C.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas.** 6. ed. rev. atual. Campinas : Instituto Agrônomo, 1998. 396 p. (Boletim, 200).
- SEVERINO, L. S. **O que sabemos sobre a Torta de Mamona.** Embrapa Informação Tecnológica.. Campina Grande. p.9-31 2005.
- SILVA, L. C. **Cultura do gergelim.** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA,1993. 15P (Treinamento para assistentes de pesquisa do sistema cooperativo de pesquisa agropecuária. Campina Grande,PB, ago., 1993).
- SILVA, A. J. **Efeito Residual das Adubações Orgânica e Mineral na Cultura do Gergelim (*Sesamum Indicum*, L) em Segundo ano de Cultivo.** 2006, 61 f. Dissertação (Mestrado em manejo de solo e água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

- SOUSA, R. P. de; SOUZA, J. E. G. de. **Efeitos da adubação, configuração de plantio e cultivares na cultura do gergelim no nordeste do Brasil**. Campina Grande: Embrapa AlgodãoPA, 1988. 23p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa, 21).
- SCHULTEN, H.; HEMPFLING, R. Influence of agricultural soil management on humus composition and dynamics: classical and modern analytical techniques. **Plant and Soil**, v. 142, 1992. p. 259-271.
- SAVY FILHO, A.; BANZATO, N. V.; BARBOZA, M. Z.; MIGUEL, A. M. R. O.; DAVI, L. O. de C.; RIBEIRO, F. M. Mamona. In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Oleaginosas no estado de São Paulo: análise e diagnóstico**. Campinas, 1999. 39p. (CATI. Documento Técnico, 107).
- SEVERINO, L. S. COSTA, F. X.; BELTAO, N. E. M.; LUCENA, A. M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciência da Terra** v.5, n.1, 2004.
- SHUVAL, H., ADIN, A., FATTAL. B., RAWITZ, E.; YEKUTIEL, P. **Health Effects of Wastewater Irrigation and their Control in Developing Countries**. Geneva :The World Bank. Integrated Resource Recovery, 1985. 340p. (Project Series Number GLO/80/004)
- TORRES, P. & FORESTI, E. (2001). Domestic sewage treatment in a pilot system composed of UASB and SBR reactor. **Water Science and Technology**. v. 44, n. 4, p. 247-253.
- VERSIANI, B. M.; JORDÃO, E. P., JÚNIOR, I. V., DEZOTTI, M. W. de C. e AZEVEDO, J. P. S. Fatores intervenientes no desempenho de um reator UASB submetido a diferentes condições operacionais In. Anais 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Cuiabá , 2005.
- VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte:

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243p.

WEISS, E. A. Sesame. In: Oil seed crops. London: Longman, 1983, p.282-340.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world.** WMO. Genebra, 1997.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture: report of a WHO scientific group.** Geneva, 1989. 74p. (WHO Technical Report Series, 778).

## **7. ANEXOS**



Dados Meteorológicos da Estação Climatológica Principal

Estação  
Latitude

Campina Grande  
07°13 S

Estado  
Longitude

Paraíba  
35°53 W

Janeiro  
547.56m

Ano 2008

Dias	Pres.09hs	Pres.15hs	Pres.21hs	Pres.Média	Temp.09hs	Temp.15hs	Temp.21hs	Temp.Mx	Temp.Mm	Temp. Média	U.R.09hs	U.R.15hs	U.R.21hs
	mb	mb	mb	mb	°C	°C	°C	°C	°C	°C	%	%	%
1	952,9	948,5	951,4	950,9	24,4	30,2	23,5	31,0	20,0	24,5	82	42	78
2	952,3	949,7	952,6	951,5	24,5	31,4	23,3	31,8	19,6	24,5	72	39	86
3	953,7	950,3	954,0	952,7	25,3	30,7	23,7	31,8	20,6	25,0	69	48	85
4	954,4	951,8	954,8	953,7	25,9	30,2	23,3	31,3	21,8	25,1	74	54	91
5	954,0	951,0	953,9	953,0	25,5	30,5	23,3	31,1	20,4	24,7	73	46	87
6	952,7	950,7	952,7	952,0	25,1	30,9	23,9	31,7	20,6	25,0	70	45	78
7	952,5	948,9	951,6	951,0	24,5	31,3	24,2	31,8	20,5	25,0	81	51	89
8	951,5	948,2	951,2	950,3	25,9	30,5	23,5	32,1	21,8	25,4	75	50	85
9	951,4	947,1	949,6	949,4	26,1	30,8	23,0	32,1	20,9	25,0	67	39	81
10	950,3	947,2	950,2	949,2	25,4	30,6	23,2	31,5	19,9	24,6	71	45	87
1º período	952,6	949,3	952,2	951,4	25,3	30,7	23,5	31,6	20,6	24,9	73	46	85
11	951,2	949,4	951,6	950,7	24,6	29,2	23,6	30,3	21,5	24,7	79	62	86
12	952,5	948,8	951,2	950,8	23,9	30,8	23,5	31,4	21,3	24,7	87	52	86
13	951,3	948,3	951,2	950,3	22,9	29,2	22,6	30,2	21,4	23,9	98	62	97
14	951,3	949,0	950,8	950,4	21,6	27,2	21,8	27,4	20,4	22,6	98	66	96
15	951,8	947,8	951,1	950,2	24,9	28,4	22,8	29,3	20,8	24,1	74	63	88
16	951,2	948,9	951,5	950,5	24,8	23,6	21,8	28,2	20,7	23,5	75	93	98
17	952,0	949,0	951,7	950,9	22,1	26,0	22,3	26,5	21,5	22,9	97	78	97
18	953,1	950,0	951,9	951,7	25,1	29,1	22,7	29,4	21,4	24,3	89	60	93
19	952,3	949,1	951,3	950,9	24,3	29,8	23,0	30,0	20,3	24,1	79	50	84
20	952,1	948,5	950,2	950,3	25,2	30,6	24,2	31,5	20,7	25,2	79	54	88
2º período	951,9	948,9	951,3	950,7	23,9	28,4	22,8	29,4	21,0	24,0	86	64	91
21	952,3	948,2	951,1	950,5	24,1	30,6	23,9	31,2	22,3	25,1	91	61	92
22	952,4	948,4	950,9	950,6	25,5	30,9	24,0	31,5	22,5	25,5	82	56	92
23	951,3	949,0	951,3	950,5	24,5	28,2	23,9	29,6	22,3	24,8	88	63	91
24	951,8	949,4	950,9	950,7	24,5	27,9	23,1	30,4	21,9	24,6	91	71	96
25	951,4	948,3	950,7	950,1	25,2	31,1	24,0	31,7	21,6	25,3	80	49	88
26	951,4	948,3	950,7	950,1	25,6	29,7	23,8	31,0	21,4	25,1	76	59	85
27	951,9	949,3	951,6	950,9	22,8	27,1	23,4	27,9	21,3	23,8	94	71	85
28	952,2	949,4	951,2	950,9	25,7	30,2	23,7	31,2	21,3	25,1	71	52	83
29	950,2	947,7	949,0	949,0	25,3	29,5	24,2	30,3	20,7	24,9	76	63	92
30	949,4	946,4	948,1	948,0	23,9	26,6	22,9	28,9	21,8	24,1	90	79	97
31	948,1	945,6	947,4	947,0	24,4	27,8	23,6	29,6	21,5	24,5	87	73	93
3º período	951,1	948,2	950,3	949,9	24,7	29,1	23,7	30,3	21,7	24,8	84,2	63,4	90,4
Soma	2855,6	2846,4	2853,7	2851,9	73,9	88,2	70,0	91,3	63,3	73,7	243	173	266
Média	951,9	948,8	951,2	950,6	24,6	29,4	23,3	30,4	21,1	24,6	81	58	89
Máxima	954,4	951,8	954,8	953,7	26,1	31,4	24,2	32,1	22,5	25,5	98	93	98
Mínima	948,1	945,6	947,4	947,0	21,6	23,6	21,8	26,5	19,6	22,6	67	39	78

Vel. V. Média	Precip.	Evap.	Insol.
m/s	mm	ml	Hora
4,4	0,0	7,0	10,3
3,3	0,0	7,4	9,5
4,5	0,0	6,3	10,7
5,3	0,0	8,5	9,0
4,5	0,0	7,1	8,7
4,4	0,0	7,7	10,2
3,5	0,0	9,5	6,9
4,9	0,0	6,1	9,9
5,1	0,0	8,9	10,2
3,9	0,0	10,5	9,9
2,8	0,0	79,0	95,3
4,5	0,0	8,5	6,2
3,7	3,4	6,0	7,7
3,8	1,6	5,0	6,3
4,0	4,6	4,5	2,5
4,2	4,1	4,6	5,8
3,7	0,0	4,9	4,0
4,8	30,8	1,6	1,4
3,8	1,5	1,7	6,1
3,3	0,0	3,8	9,5
3,3	0,0	5,0	9,0
3,9	46,0	45,6	58,5
2,7	0,0	5,7	5,8
2,9	0,0	4,3	6,7
3,7	0,0	5,0	5,9
3,0	4,2	4,5	4,2
3,9	0,8	3,0	9,3
3,9	0,0	5,8	10,2
4,2	0,4	7,0	3,8
3,9	0,0	5,0	10,5
3,9	0,0	7,0	7,6
3,7	0,0	5,0	4,2
3,5	5,2	3,8	4,7
3,6	10,6	56,1	72,9
11,9	56,6	180,7	226,7
3,8	1,8	5,8	7,3
5,7	30,8	10,5	10,5
2,2	0,0	1,6	1,4



Dados Meteorológicos da Estação Climatológica Principal

Estação  
Latitude

Campina Grande  
07°13 S

Estado  
Longitude

Paraíba  
35°53 W

Fevereiro  
547.56m

Ano 2008

Dias	Pres.09hs	Pres.15hs	Pres.21hs	Pres.Média	Temp.09hs	Temp.15hs	Temp.21hs	Temp.Mk	Temp.Mm	Temp. Média	UR09hs	UR15hs	UR21hs
	mb	mb	mb	mb	°C	°C	°C	°C	°C	°C	%	%	%
1	951,1	949,0	950,5	<b>950,2</b>	24,1	27,1	23,1	27,7	21,9	<b>24,0</b>	86	68	86
2	952,4	949,3	952,9	<b>951,5</b>	25,0	30,1	23,1	30,6	21,0	<b>24,6</b>	74	52	90
3	954,1	950,9	953,3	<b>952,8</b>	24,1	30,3	23,1	31,0	21,3	<b>24,5</b>	83	53	88
4	952,7	948,9	952,7	<b>951,4</b>	25,4	30,3	23,4	31,7	21,9	<b>25,2</b>	78	53	86
5	954,1	950,9	953,6	<b>952,9</b>	25,3	30,1	23,6	31,1	21,3	<b>25,0</b>	73	46	84
6	954,3	951,6	954,0	<b>953,3</b>	25,1	30,3	23,6	31,2	21,3	<b>25,0</b>	74	46	85
7	955,4	951,0	953,8	<b>953,4</b>	25,3	31,8	24,2	32,5	21,6	<b>25,6</b>	80	47	86
8	954,3	950,3	952,4	<b>952,3</b>	25,9	31,9	24,2	32,2	22,0	<b>25,7</b>	76	42	87
9	952,2	949,0	950,9	<b>950,7</b>	25,2	31,8	24,2	32,1	21,8	<b>25,5</b>	81	43	85
10	952,0	948,9	951,6	<b>950,8</b>	24,9	31,3	23,6	32,0	20,9	<b>25,0</b>	79	45	85
1º período	<b>953,3</b>	<b>950,0</b>	<b>952,6</b>	<b>951,9</b>	<b>25,0</b>	<b>30,5</b>	<b>23,6</b>	<b>31,2</b>	<b>21,5</b>	<b>25,0</b>	<b>78</b>	<b>50</b>	<b>86</b>
11	952,2	949,0	951,9	<b>951,0</b>	25,2	31,1	23,6	32,5	21,6	<b>25,3</b>	78	49	92
12	952,5	949,3	951,6	<b>951,1</b>	24,9	29,2	23,9	30,8	22,0	<b>25,1</b>	83	56	89
13	952,0	948,8	951,4	<b>950,7</b>	25,3	30,8	24,2	32,2	21,3	<b>25,4</b>	80	49	86
14	951,6	949,1	951,1	<b>950,6</b>	25,7	30,6	24,1	31,5	<b>20,5</b>	<b>25,2</b>	72	52	87
15	951,2	948,1	950,3	<b>949,9</b>	25,3	30,7	24,1	31,7	21,3	<b>25,3</b>	81	54	81
16	951,1	948,6	950,9	<b>950,2</b>	23,9	22,6	22,9	29,4	21,3	<b>24,1</b>	90	97	97
17	952,2	949,9	952,8	<b>951,6</b>	24,0	28,9	23,5	29,5	21,6	<b>24,4</b>	86	59	92
18	953,2	951,5	953,4	<b>952,7</b>	25,8	31,3	24,2	31,5	22,3	<b>25,6</b>	76	46	89
19	953,5	950,2	952,8	<b>952,2</b>	25,4	31,3	23,5	31,9	22,0	<b>25,3</b>	78	48	89
20	951,8	948,4	951,1	<b>950,4</b>	25,3	31,4	24,1	32,3	21,8	<b>25,5</b>	80	48	84
2º período	<b>952,1</b>	<b>949,3</b>	<b>951,7</b>	<b>951,1</b>	<b>25,1</b>	<b>29,8</b>	<b>23,8</b>	<b>31,3</b>	<b>21,6</b>	<b>25,1</b>	<b>80</b>	<b>56</b>	<b>89</b>
21	952,4	949,0	952,1	<b>951,2</b>	25,7	32,3	23,8	33,3	21,5	<b>25,6</b>	81	44	83
22	954,6	950,7	953,0	<b>952,8</b>	25,2	32,2	23,1	32,8	21,8	<b>25,2</b>	80	45	88
23	954,7	951,0	952,9	<b>952,9</b>	26,0	31,9	23,6	32,4	21,4	<b>25,4</b>	74	50	92
24	954,2	950,3	952,0	<b>952,2</b>	26,3	33,1	23,9	33,2	22,3	<b>25,9</b>	78	46	90
25	952,7	948,6	950,9	<b>950,7</b>	26,9	31,9	24,3	32,5	22,1	<b>26,0</b>	75	50	94
26	951,4	947,7	951,7	<b>950,3</b>	26,7	33,1	25,0	<b>33,7</b>	22,1	<b>26,5</b>	77	46	91
27	952,2	948,4	951,3	<b>950,6</b>	25,5	32,1	25,6	32,8	22,2	<b>26,3</b>	83	52	84
28	951,8	947,9	951,1	<b>950,3</b>	27,1	31,8	25,2	32,4	22,0	<b>26,4</b>	75	56	87
29	951,8	948,4	950,9	<b>950,4</b>	26,3	30,4	24,8	31,9	22,7	<b>26,1</b>	84	58	92
30													
31													
3º período	<b>952,9</b>	<b>949,1</b>	<b>951,8</b>	<b>951,2</b>	<b>26,2</b>	<b>32,1</b>	<b>24,4</b>	<b>32,8</b>	<b>22,0</b>	<b>25,9</b>	<b>79</b>	<b>50</b>	<b>89</b>
Soma	<b>2858,3</b>	<b>2848,4</b>	<b>2856,1</b>	<b>2854,2</b>	<b>76,3</b>	<b>92,4</b>	<b>71,8</b>	<b>95,3</b>	<b>65,1</b>	<b>76,1</b>	<b>237</b>	<b>155</b>	<b>264</b>
Média	<b>952,8</b>	<b>949,5</b>	<b>952,0</b>	<b>951,4</b>	<b>25,4</b>	<b>30,8</b>	<b>23,9</b>	<b>31,8</b>	<b>21,7</b>	<b>25,4</b>	<b>79</b>	<b>52</b>	<b>88</b>
Máxima	<b>955,4</b>	<b>951,6</b>	<b>954,0</b>	<b>953,4</b>	<b>27,1</b>	<b>33,1</b>	<b>25,6</b>	<b>33,7</b>	<b>22,7</b>	<b>26,5</b>	<b>90</b>	<b>97</b>	<b>97</b>
Mínima	<b>951,1</b>	<b>947,7</b>	<b>950,3</b>	<b>949,9</b>	<b>23,9</b>	<b>22,6</b>	<b>22,9</b>	<b>27,7</b>	<b>20,5</b>	<b>24,0</b>	<b>72</b>	<b>42</b>	<b>81</b>

Vel.V.21hs	Vel. V. Média	Precip.	Evap.	Insol.
m/s	m/s	mm	ml	Hora
2,3	<b>2,6</b>	1,5	3,7	1,7
3,3	<b>4,2</b>	0,0	4,1	10,4
3,3	<b>3,1</b>	0,0	4,9	9,2
4,8	<b>4,7</b>	0,0	6,5	10,7
2,8	<b>3,3</b>	0,0	7,0	10,5
4,5	<b>3,6</b>	0,0	9,0	11,4
4,0	<b>3,7</b>	0,0	8,0	9,8
4,6	<b>4,3</b>	0,0	7,5	9,6
3,6	<b>3,1</b>	0,0	7,9	10,4
4,0	<b>3,2</b>	0,0	7,6	9,9
<b>3,7</b>	<b>2,8</b>	<b>1,5</b>	<b>66,2</b>	<b>93,6</b>
5,0	<b>5,2</b>	0,0	6,7	10,1
3,8	<b>4,0</b>	0,0	6,7	4,7
4,8	<b>4,7</b>	0,0	7,5	9,0
5,0	<b>4,0</b>	0,0	8,0	9,6
3,3	<b>3,3</b>	0,0	7,8	7,8
3,3	<b>3,8</b>	<b>6,8</b>	6,0	5,1
4,1	<b>4,4</b>	2,7	4,5	3,5
5,0	<b>4,3</b>	0,0	6,0	10,4
2,8	<b>3,9</b>	0,0	8,0	10,2
4,0	<b>3,8</b>	0,0	7,5	9,8
<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	<b>9,5</b>	<b>68,7</b>	<b>80,2</b>
5,6	<b>4,2</b>	0,0	4,0	9,9
5,8	<b>3,8</b>	0,0	7,6	10,3
4,5	<b>3,5</b>	0,0	6,8	10,7
3,3	<b>2,7</b>	0,0	6,8	10,4
3,8	<b>3,3</b>	0,0	6,5	10,3
3,5	<b>3,1</b>	0,0	7,6	10,7
3,3	<b>2,6</b>	0,0	6,7	4,0
3,8	<b>3,8</b>	0,0	5,7	8,1
3,3	<b>3,6</b>	0,0	6,0	7,5
<b>4,1</b>	<b>3,4</b>	<b>0,0</b>	<b>57,7</b>	<b>81,9</b>
<b>11,9</b>	<b>11,1</b>	<b>11,0</b>	<b>192,6</b>	<b>255,7</b>
<b>4,0</b>	<b>3,6</b>	<b>0,4</b>	<b>6,6</b>	<b>8,8</b>
<b>5,8</b>	<b>5,5</b>	<b>6,8</b>	<b>9,0</b>	<b>11,4</b>
<b>2,3</b>	<b>2,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,7</b>	<b>1,7</b>



Dados Meteorológicos da Estação Climatológica Principal

Estação  
Latitude

Campina Grande  
07°13 S

Estado  
Longitude

Paraíba  
35°53 W

Março  
547.56m

Ano 2008

Dias	Pres.09hs	Pres.15hs	Pres.21hs	Pres.Média	Temp.09hs	Temp.15hs	Temp.21hs	Temp.Mk	Temp.Mm	Temp. Média	UR09hs	UR15hs	UR21hs	Vel.V.21hs	Vel. V. Média	Precip.	Evap.	Insol.
	rnb	rnb	rnb	rnb	°C	°C	°C	°C	°C	°C	%	%	%	m/s	m/s	mm	ml	Hora
1	951,3	947,2	950,5	<b>949,7</b>	25,1	31,5	24,6	32,1	22,3	<b>25,7</b>	86	51	84	3,0	<b>3,4</b>	0,0	6,5	10,3
2	951,5	947,6	950,7	<b>949,9</b>	25,0	31,5	24,3	32,3	22,3	<b>25,6</b>	84	51	83	3,6	<b>4,1</b>	0,0	8,0	9,2
3	951,7	948,1	951,9	<b>950,6</b>	26,6	32,4	24,7	32,8	22,0	<b>26,2</b>	74	47	89	5,0	<b>3,5</b>	0,0	7,5	9,6
4	951,3	947,8	950,9	<b>950,0</b>	26,6	33,9	24,9	<b>34,1</b>	21,6	<b>26,4</b>	78	48	92	5,1	<b>3,5</b>	0,0	7,0	9,4
5	951,9	946,9	949,8	<b>949,5</b>	26,4	32,8	24,6	33,1	22,4	<b>26,2</b>	76	42	93	5,3	<b>3,8</b>	0,0	7,5	8,0
6	950,4	946,2	949,3	<b>948,6</b>	26,4	33,2	24,5	33,8	21,6	<b>26,2</b>	75	42	91	5,0	<b>3,5</b>	0,0	7,4	9,5
7	952,0	949,5	951,6	<b>951,0</b>	26,3	32,5	24,8	33,2	22,3	<b>26,3</b>	74	45	83	4,0	<b>3,6</b>	0,0	7,1	8,8
8	952,5	950,4	952,2	<b>951,7</b>	25,8	25,1	23,4	30,6	22,6	<b>25,2</b>	80	85	94	3,8	<b>4,3</b>	0,0	7,8	6,3
9	953,4	949,4	951,7	<b>951,5</b>	25,0	30,9	24,4	31,5	21,4	<b>25,3</b>	86	51	74	4,5	<b>3,8</b>	1,9	5,6	9,3
10	952,4	949,0	951,2	<b>950,9</b>	26,5	32,2	24,6	32,4	22,1	<b>26,0</b>	75	56	83	4,3	<b>3,8</b>	0,0	6,9	9,9
1º período	<b>951,8</b>	<b>948,2</b>	<b>951,0</b>	<b>950,3</b>	<b>26,0</b>	<b>31,6</b>	<b>24,5</b>	<b>32,6</b>	<b>22,1</b>	<b>25,9</b>	<b>79</b>	<b>52</b>	<b>87</b>	<b>4,4</b>	<b>2,8</b>	<b>1,9</b>	<b>71,3</b>	<b>90,3</b>
11	952,0	948,4	951,0	<b>950,5</b>	26,6	29,3	24,4	33,2	21,6	<b>26,0</b>	77	65	94	4,8	<b>4,6</b>	0,0	6,5	10,1
12	952,1	950,3	952,1	<b>951,5</b>	24,1	28,2	23,6	28,2	22,1	<b>24,3</b>	98	69	98	2,5	<b>2,2</b>	2,8	5,0	2,8
13	952,6	949,5	951,4	<b>951,2</b>	25,8	32,2	24,3	32,6	21,5	<b>25,7</b>	81	45	88	4,5	<b>3,3</b>	26,3	2,5	10,7
14	951,2	949,7	951,4	<b>950,8</b>	26,2	33,1	25,2	33,3	21,6	<b>26,3</b>	85	51	84	3,0	<b>2,7</b>	0,0	6,2	10,2
15	951,9	948,8	951,5	<b>950,7</b>	25,3	31,6	23,3	32,2	22,1	<b>25,2</b>	82	48	83	3,3	<b>3,2</b>	0,0	5,3	10,4
16	952,6	949,1	952,6	<b>951,4</b>	26,2	30,4	23,2	32,5	<b>20,6</b>	<b>25,1</b>	70	53	85	3,3	<b>2,8</b>	0,0	6,6	8,2
17	952,4	948,0	952,1	<b>950,8</b>	24,8	31,2	24,3	31,8	21,5	<b>25,3</b>	80	43	87	3,0	<b>3,4</b>	0,5	4,5	9,3
18	952,8	949,5	952,5	<b>951,6</b>	26,0	30,2	21,7	32,3	21,8	<b>24,7</b>	76	54	98	1,1	<b>2,2</b>	0,3	4,7	7,9
19	951,7	948,0	951,7	<b>950,5</b>	25,7	29,6	23,7	30,9	21,0	<b>25,0</b>	76	64	95	4,0	<b>3,2</b>	<b>73,9</b>	4,2	7,2
20	952,2	948,8	952,7	<b>951,2</b>	22,0	27,3	22,0	28,4	20,8	<b>23,0</b>	94	70	97	2,5	<b>2,1</b>	17,9	3,2	3,3
2º período	<b>952,2</b>	<b>949,0</b>	<b>951,9</b>	<b>951,0</b>	<b>25,3</b>	<b>30,3</b>	<b>23,6</b>	<b>31,5</b>	<b>21,5</b>	<b>25,1</b>	<b>82</b>	<b>56</b>	<b>91</b>	<b>3,2</b>	<b>3,0</b>	<b>121,7</b>	<b>48,7</b>	<b>80,1</b>
21	952,6	948,5	951,4	<b>950,8</b>	23,9	26,2	22,2	28,3	22,2	<b>23,8</b>	86	71	96	2,8	<b>3,2</b>	0,9	2,1	5,3
22	952,7	949,3	951,9	<b>951,3</b>	22,8	25,7	23,3	27,7	21,3	<b>23,7</b>	92	85	95	3,1	<b>2,1</b>	4,4	2,9	3,1
23	951,4	947,9	951,4	<b>950,2</b>	24,2	28,9	23,5	29,2	21,6	<b>24,4</b>	88	67	93	4,5	<b>3,2</b>	2,0	2,0	5,0
24	952,6	948,6	952,5	<b>951,2</b>	25,3	30,3	23,1	30,9	22,2	<b>24,9</b>	84	57	95	2,1	<b>2,4</b>	4,8	2,6	7,2
25	952,6	948,4	952,7	<b>951,2</b>	25,2	29,2	21,2	30,1	22,3	<b>24,0</b>	82	61	98	0,0	<b>1,5</b>	0,0	3,2	4,8
26	951,6	948,1	951,1	<b>950,3</b>	25,2	26,2	23,5	28,9	21,3	<b>24,5</b>	84	70	93	1,1	<b>2,0</b>	64,4	2,3	5,1
27	950,9	946,7	949,6	<b>949,1</b>	25,6	28,1	23,7	29,5	21,5	<b>24,8</b>	80	67	93	3,0	<b>3,1</b>	6,9	2,0	9,7
28	950,3	948,3	950,1	<b>949,6</b>	25,2	24,1	22,9	28,1	21,6	<b>24,1</b>	84	81	93	2,5	<b>2,5</b>	16,6	3,5	3,8
29	951,0	947,5	950,1	<b>949,5</b>	24,5	25,5	23,1	27,8	22,0	<b>24,1</b>	83	79	97	1,6	<b>2,9</b>	0,0	2,5	4,7
30	950,5	947,3	950,3	<b>949,4</b>	22,9	27,3	22,7	27,4	21,2	<b>23,4</b>	94	73	96	0,8	<b>2,6</b>	15,2	2,2	4,3
31	950,6	946,5	949,7	<b>949,9</b>	23,8	25,9	22,7	26,4	21,6	<b>23,4</b>	91	76	95	2,3	<b>2,6</b>	8,3	1,8	1,4
3º período	<b>951,5</b>	<b>947,9</b>	<b>951,0</b>	<b>950,1</b>	<b>24,4</b>	<b>27,0</b>	<b>22,9</b>	<b>28,6</b>	<b>21,7</b>	<b>24,1</b>	<b>86</b>	<b>72</b>	<b>95</b>	<b>2,2</b>	<b>2,6</b>	<b>123,5</b>	<b>27,1</b>	<b>54,4</b>
Soma	<b>2855,5</b>	<b>2845,1</b>	<b>2853,9</b>	<b>2851,5</b>	<b>75,7</b>	<b>88,9</b>	<b>70,9</b>	<b>92,7</b>	<b>65,2</b>	<b>75,1</b>	<b>247</b>	<b>180</b>	<b>272</b>	<b>9,7</b>	<b>9,2</b>	<b>247,1</b>	<b>147,1</b>	<b>224,8</b>
Média	<b>951,8</b>	<b>948,4</b>	<b>951,3</b>	<b>950,5</b>	<b>25,2</b>	<b>29,6</b>	<b>23,6</b>	<b>30,9</b>	<b>21,7</b>	<b>25,0</b>	<b>82</b>	<b>60</b>	<b>91</b>	<b>3,2</b>	<b>3,1</b>	<b>8,0</b>	<b>4,7</b>	<b>7,3</b>
Máxima	<b>953,4</b>	<b>950,4</b>	<b>952,7</b>	<b>951,7</b>	<b>26,6</b>	<b>33,9</b>	<b>25,2</b>	<b>34,1</b>	<b>22,6</b>	<b>26,4</b>	<b>98</b>	<b>85</b>	<b>98</b>	<b>5,3</b>	<b>5,1</b>	<b>73,9</b>	<b>8,0</b>	<b>10,7</b>
Mínima	<b>950,3</b>	<b>946,2</b>	<b>949,3</b>	<b>948,6</b>	<b>22,0</b>	<b>24,1</b>	<b>21,2</b>	<b>26,4</b>	<b>20,6</b>	<b>23,0</b>	<b>70</b>	<b>42</b>	<b>74</b>	<b>0,0</b>	<b>0,6</b>	<b>0,0</b>	<b>1,8</b>	<b>1,4</b>



Dados Meteorológicos da Estação Climatológica Principal

Estação  
Latitude

Campina Grande  
07°13 S

Estab  
Longitude

Paraíba  
35°53 W

Mês  
Altitude

Abril  
547,50m

Ano 2008

	Res03hs	Res15hs	Res21hs	ResMédia	Temp03hs	Temp15hs	Temp21hs	TempMx	TempMn	Temp Média	UR03hs	UR15hs	UR21hs
Das	nb	nb	nb	nb	°C	°C	°C	°C	°C	°C	%	%	%
1	901	980	989	<b>983</b>	246	278	234	284	213	<b>242</b>	84	67	94
2	9510	9464	9499	<b>9491</b>	238	271	230	288	222	<b>242</b>	88	74	94
3	9509	9472	9504	<b>9495</b>	239	280	231	285	218	<b>241</b>	89	60	85
4	9511	9474	9508	<b>9498</b>	254	285	239	<b>300</b>	203	<b>247</b>	75	65	93
5	9515	9481	9506	<b>9501</b>	249	272	225	290	217	<b>241</b>	83	74	92
6	9523	9486	9514	<b>9508</b>	251	252	221	288	209	<b>238</b>	81	84	98
7	9523	9495	9514	<b>9511</b>	230	232	220	264	210	<b>229</b>	95	88	96
8	9531	9502	9524	<b>9519</b>	233	247	228	277	213	<b>236</b>	93	86	97
9	9537	9502	9514	<b>9518</b>	219	270	229	274	206	<b>231</b>	97	82	94
10	9510	9475	9495	<b>9493</b>	241	271	237	279	205	<b>240</b>	80	64	90
1ºperíodo	<b>9517</b>	<b>9483</b>	<b>9508</b>	<b>9503</b>	<b>240</b>	<b>266</b>	<b>229</b>	<b>283</b>	<b>212</b>	<b>239</b>	<b>87</b>	<b>74</b>	<b>93</b>
11	9500	9472	9491	<b>9488</b>	245	243	227	265	215	<b>236</b>	85	85	93
12	9509	9473	9504	<b>9495</b>	253	287	232	287	216	<b>244</b>	81	63	93
13	9511	9486	9514	<b>9504</b>	241	246	228	274	213	<b>237</b>	88	93	95
14	9524	9486	9519	<b>9510</b>	249	261	232	284	206	<b>241</b>	85	77	95
15	9533	9491	9516	<b>9513</b>	253	273	232	284	206	<b>241</b>	80	66	94
16	9534	9490	9529	<b>9518</b>	242	285	228	290	220	<b>242</b>	87	63	93
17	9540	9490	9532	<b>9521</b>	257	281	231	287	213	<b>244</b>	76	64	90
18	9527	9489	9522	<b>9513</b>	243	276	230	278	213	<b>239</b>	87	71	95
19	9523	9486	9518	<b>9509</b>	247	282	232	289	216	<b>243</b>	80	69	92
20	9533	9492	9521	<b>9515</b>	247	287	234	290	220	<b>245</b>	83	63	90
2ºperíodo	<b>9523</b>	<b>9486</b>	<b>9517</b>	<b>9509</b>	<b>248</b>	<b>272</b>	<b>231</b>	<b>283</b>	<b>214</b>	<b>241</b>	<b>83</b>	<b>71</b>	<b>93</b>
21	9533	9497	9524	<b>9518</b>	252	278	235	291	225	<b>248</b>	77	65	89
22	9520	9484	9516	<b>9507</b>	255	281	232	285	209	<b>243</b>	80	66	89
23	9522	9503	9509	<b>9511</b>	242	211	216	265	216	<b>231</b>	92	96	94
24	9523	9485	9511	<b>9506</b>	247	278	238	283	200	<b>241</b>	88	72	95
25	9515	9482	9509	<b>9502</b>	244	281	229	283	223	<b>242</b>	88	60	93
26	9509	9483	9512	<b>9501</b>	240	276	222	281	203	<b>234</b>	82	63	91
27	9515	9491	9514	<b>9507</b>	239	229	211	278	<b>195</b>	<b>227</b>	92	94	96
28	9514	9492	9506	<b>9504</b>	230	258	228	278	208	<b>234</b>	92	80	95
29	9512	9478	9508	<b>9499</b>	242	264	228	278	216	<b>238</b>	87	71	95
30	9523	9477	9503	<b>9501</b>	249	272	238	282	213	<b>244</b>	72	67	88
31													
3ºperíodo	<b>9519</b>	<b>9487</b>	<b>9511</b>	<b>9506</b>	<b>244</b>	<b>263</b>	<b>228</b>	<b>280</b>	<b>211</b>	<b>238</b>	<b>85</b>	<b>73</b>	<b>93</b>
Soma	<b>2859</b>	<b>2856</b>	<b>2856</b>	<b>2857</b>	<b>732</b>	<b>801</b>	<b>688</b>	<b>846</b>	<b>636</b>	<b>718</b>	<b>255</b>	<b>219</b>	<b>279</b>
Média	<b>920</b>	<b>9485</b>	<b>9512</b>	<b>9506</b>	<b>244</b>	<b>267</b>	<b>229</b>	<b>282</b>	<b>212</b>	<b>239</b>	<b>85</b>	<b>73</b>	<b>93</b>
Máxima	<b>9540</b>	<b>9503</b>	<b>9532</b>	<b>9521</b>	<b>257</b>	<b>287</b>	<b>239</b>	<b>300</b>	<b>225</b>	<b>248</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	<b>98</b>
Mínima	<b>9500</b>	<b>9464</b>	<b>9491</b>	<b>9488</b>	<b>219</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>264</b>	<b>195</b>	<b>227</b>	<b>72</b>	<b>60</b>	<b>85</b>

UR Média	Vel.V03hs	Vel.V15hs	Vel.V21hs	Vel. V Média	Preip	Esp	Insd.
%	m/s	m/s	m/s	m/s	mm	ml	Hra
85	10	33	21	<b>21</b>	00	22	58
88	18	16	33	<b>22</b>	00	28	38
80	16	20	23	<b>20</b>	56	21	76
82	08	09	36	<b>18</b>	00	35	86
85	15	31	16	<b>21</b>	00	36	83
90	18	18	20	<b>19</b>	00	39	79
94	31	20	16	<b>22</b>	60	23	12
93	21	18	16	<b>18</b>	165	18	38
92	35	16	45	<b>32</b>	<b>285</b>	18	34
81	31	18	28	<b>26</b>	01	27	88
87	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>557</b>	<b>267</b>	<b>592</b>
89	31	33	16	<b>27</b>	00	30	31
83	25	25	25	<b>25</b>	02	22	49
93	23	33	20	<b>25</b>	00	28	33
88	15	20	15	<b>17</b>	03	20	67
84	25	33	30	<b>29</b>	00	25	87
84	18	21	31	<b>23</b>	01	35	96
80	45	33	30	<b>36</b>	00	40	96
87	33	25	33	<b>30</b>	00	45	42
83	30	30	25	<b>28</b>	02	30	78
82	31	38	30	<b>33</b>	00	30	88
85	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>08</b>	<b>305</b>	<b>667</b>
80	36	46	31	<b>38</b>	00	41	95
81	31	33	26	<b>30</b>	19	37	68
94	31	31	08	<b>23</b>	18	29	10
88	21	30	28	<b>26</b>	119	08	92
84	31	35	30	<b>32</b>	05	25	99
82	30	25	30	<b>28</b>	00	39	100
95	21	48	35	<b>35</b>	00	16	33
91	31	31	28	<b>30</b>	12	16	37
87	28	40	25	<b>31</b>	1,1	22	23
79	33	26	28	<b>29</b>	00	27	70
86	<b>29</b>	<b>35</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>184</b>	<b>260</b>	<b>627</b>
288	<b>77</b>	<b>84</b>	<b>78</b>	<b>80</b>	<b>759</b>	<b>832</b>	<b>1886</b>
86	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>63</b>
95	<b>45</b>	<b>48</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>285</b>	<b>45</b>	<b>100</b>
79	<b>08</b>	<b>09</b>	<b>08</b>	<b>08</b>	<b>00</b>	<b>08</b>	<b>10</b>