



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

**CTRN**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**CRESCIMENTO E EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA EM DUAS  
GRAMÍNEAS (TIFTON 85 E GRAMÃO) IRRIGADAS SOB  
DIFERENTES ÁGUAS**

**HENRIQUE LIMA LESSA LÔBO**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**JUNHO, 2011**

**HENRIQUE LIMA LESSA LÔBO**

**CRESCIMENTO E EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA EM DUAS GRAMÍNEAS  
(TIFTON 85 E GRAMÃO) IRRIGADAS SOB DIFERENTES ÁGUAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:**

**ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**ORIENTADORES:**

Prof. Dr<sup>a</sup>. VERA LUCIA ANTUNES DE LIMA – UFCG/CTRN/UAEAg

**CAMPINA GRANDE - PARAIBA**

**JUNHO, 2011**



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

L799c      Lôbo, Henrique Lima Lessa.  
Crescimento e eficiência fotossintética em duas gramíneas (tifton 85 e gramão) irrigadas sob diferentes águas / Henrique Lima Lessa Lôbo. - Campina Grande, 2011.  
51 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.  
Orientador: Profa. Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima.  
Referências. /

1. Cynodons. 2. Irrigação. 3. Qualidade de Água.  
I. Título.

CDU 633.2(043)



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

HENRIQUE LIMA LESSA LÔBO

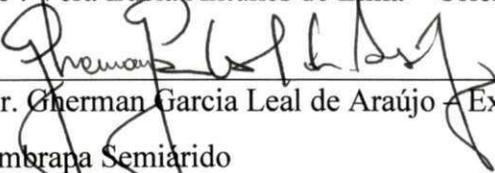
**CRESCIMENTO E EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA EM DUAS  
GRAMÍNEAS (TIFTON 85 E GRAMÃO) IRRIGADAS SOB  
DIFERENTES ÁGUAS**

BANCA EXAMINADORA

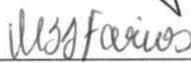
PARECER

  
\_\_\_\_\_  
Dr.<sup>a</sup> Vera Lúcia Antunes de Lima – Orientadora

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo – Examinador  
Embrapa Semiárido

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Dr.<sup>a</sup> Maria Sallydelândia S. de Farias – Examinadora

APROVADO

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

2011

A meus pais, Francisca e Valmir, minhas irmãs Gabriella e Susana, e minha tia Lucirene (*in memorian*), por sempre incentivarem o meu crescimento, ajudarem nos momentos mais difíceis de minha vida e nunca me deixarem abater.

## **Dedico**

Aos meus avós paternos Geraldo Lôbo (*in memorian*) e Gilka Lessa (*in memorian*) e maternos João Martins e Rita Cesário.

## **Ofereço**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS e JESUS CRISTO, por estar sempre ao meu lado, me protegendo e me guiando para o caminho da Luz, me presenteando com saúde, paz, amor, coragem e força para realizar esse trabalho, a fim de conquistar mais uma etapa em minha vida;

A meus pais, minhas irmãs, e todos meus familiares pelo carinho, apoio e estímulo;

Aos meus tios João Filho, Ana Margarida, Rita Horn, Martha, a meus primos Gabriel, Lucas e Aninha, pela paciência e carinho nos momentos difíceis;

Ao curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande do Centro de Tecnologia de Recursos Naturais, pela oportunidade na realização deste curso;

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos;

Aos meus orientadores Prof. Dr<sup>a</sup> Vera Lúcia Antunes de Lima e Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo por todos os ensinamentos transmitidos em minha orientação, pela valiosa contribuição acadêmica e pela amizade e incentivo;

A todos os professores que fazem parte do corpo docente da área de Irrigação e Drenagem, Vera, Hugo, José Dantas, Carlos Azevedo e Lúcia, por todos os ensinamentos;

A Luiz Carlos Hermes (Pesquisador Embrapa Meio Ambiente) pelo incentivo, amizade, companheirismo, pois se não fosse o incentivo dele isso não estaria acontecendo;

Agradecer ao Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) pelo apoio ao financiamento do experimento, através do projeto Viabilidade do Uso de Filtros Biológicos para Melhoria da Qualidade da Água e Reposição Hídrica em Tanques de Piscicultura. Plano de ação 09. Convenio SRHU/MMA/ATECEL/ BNDES nº 0620203-1.

À Embrapa Semiárido pelo espaço cedido para desenvolvimento do meu experimento;

Aos pesquisadores da Embrapa, Gherman Garcia Leal de Araújo, Everaldo Rocha Porto, Tadeu Vinhas Voltolini e aos assistentes de pesquisa José Bené e Marcos, pela ajuda e amizade.

Aos bolsistas da FAPESQ do Programa Água Doce e estagiários, Renata, Arnobio, Davy, Zuleide, Thais, Ítalo, Roberta e Lais, pela grande ajuda na pesquisa e pela amizade;

Aos meus amigos e companheiros de turma: Amílton, Doroteu, Epitácio Freire (*in memoriam*), Silvania Nascimento, Maria do Socorro Formiga, Junior, Eduardo Maciel e Iedo, pela valiosa convivência e amizade.

Aos amigos e amigas do curso de Engenharia Agrícola, Joelma Sales, Silvana Medeiros, Kaline Dantas, Navilta Veras, Aline, AARon, Nerandi e Pedro Henrique pela amizade e contribuição;

Aos meus amigos e amigas Wanessa, Waleska, Ana, Gustavo, Diogo, Renan, Marcelo, Délio, Vera, Wilson, Ivson, Alex Gama, Vitor, Andre, Aninha e Iohane pelo carinho e companheirismo que tiveram.

A todos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas, Marcos Carnaúba, Amanda Lima, Juliana Sheila, Blandina Mota, Rysleyne, Moises, Rafael, Hugo, Pedro e Vitor pela ajuda e amizade sincera;

A todos do Ministério do Meio Ambiente e Programa Água Doce, Renato Saraiva, Renato Angelim, Henrique Veiga, Solange Amarilis, Regina Gleice, Monica Rocha, Chica, Aline, Paulo, Shefora Henriques, Raniere Lira, Giovanne Monteiro, Rosemeire Montenegro, Biranele, Else, Danilo, Márcia e Sueli, pela paciência, ajuda e amizade;

A todos as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação profissional.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	i
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ii
<b>RESUMO</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	4
2.1 Objetivo Geral .....	4
2.2 Objetivos Específicos .....	4
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	5
3.1 As Culturas .....	5
3.1.1 Origem do Capim Tifton 85 .....	5
3.1.2 Origem do Capim Gramão .....	5
3.1.3 Descrição Botânica, Morfológicas e Fisiológicas .....	6
3.2 Requerimentos Ambientais .....	7
3.2.1 Clima e Solo .....	7
3.3 Principais Usos .....	8
3.4 Agricultura Irrigada .....	9
3.4.1 Reúso da Água na Irrigação .....	13
3.4.2 Uso e Manejo da Água Salina .....	16
3.5 Reuso de Água de Efluente de Piscicultura (Viveiro) .....	18
3.6 Estresse Salino na Eficiência Fotossintética das Plantas .....	18
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
4.1 Localização e caracterização experimental .....	21
4.2 Culturas utilizadas e formação de mudas .....	22

4.3 Tratamento e delineamento estatístico .....	22
4.4 Instalação e condução do experimento.....	23
4.5 Determinação das laminas de irrigação.....	25
4.6 Águas de irrigação.....	25
4.7 Variáveis analisadas .....	26
4.7.1 Altura de planta.....	26
4.7.2 Taxa de crescimento absoluto (TCA) .....	26
4.7.2.1 Taxa de crescimento absoluto em altura de planta.....	26
4.7.3 Taxa de crescimento relativo (TCR) .....	27
4.7.4 Taxa de crescimento relativo em altura de planta.....	27
4.8 Variáveis fisiológicas .....	28
4.9 Análises estatísticas.....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
5.1 Análise de Crescimento.....	29
5.1.1 Altura da planta.....	29
5.1.2 Taxa de Crescimento Absoluto (TCA).....	30
5.1.3 Taxa de Crescimento Relativo (TCR).....	32
5.2 Análise Fisiológica.....	34
5.2.1 Fotossíntese.....	34
5.2.2 Transpiração.....	36
5.2.3 Condutância Estomática .....	37
5.2.4 Concentração interna de CO <sub>2</sub> (C <sub>i</sub> ).....	39
5.2.5 Relação da Concentração Interna de CO <sub>2</sub> com a Concentração Ambiental (C <sub>i</sub> /C <sub>a</sub> ) . .....	41
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>

## **CRESCIMENTO E EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA EM DUAS GRAMÍNEAS (TIFTON 85 E GRAMÃO) IRRIGADAS SOB DIFERENTES ÁGUAS**

### **RESUMO**

A escassez de água no Semiárido nordestino é um problema que exige uma resposta prioritária. Sua causa está relacionada à baixa pluviosidade e irregularidade das chuvas da região e uma estrutura geológica que não permite acumular satisfatoriamente água no subsolo. Esta pesquisa visa analisar a influência de diferentes tipos de água no crescimento (altura, taxa de crescimento absoluta e relativa) e na eficiência fotossintética (fotossíntese, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO<sub>2</sub> e relação entre a concentração interna de CO<sub>2</sub> com a concentração ambiental) das espécies forrageiras Tifton 85 e Gramão, plantadas em vasos preenchidos com solo Argissolo Amarelo Eutrófico Abrúptico Plintico. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, disposto no esquema fatorial (3x2) com doze repetições, totalizando 72 unidades experimentais cujos fatores foram: três tipos de água e duas variedades. O cultivo foi realizado em ambiente protegido localizado na Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, no período de outubro de 2010 a janeiro de 2011. As gramíneas foram cultivadas em vasos irrigados com diferentes águas (abastecimento, poço e viveiro de peixe), com turno de rega a cada dois dias. Os resultados das análises realizadas demonstram que a água de viveiro de peixe promoveu maior altura de planta para as ambas as variedades. As melhores taxas de crescimento, absoluto e relativo, foram observadas nas plantas irrigadas com as águas de viveiro de peixe e poço. De modo geral as plantas responderam melhor a irrigação com a água proveniente do viveiro de peixes.

**Palavras chaves:** Cynodons, Irrigação, Qualidade de água.

**GROWTH AND PHOTOSYNTHETIC EFFICIENCY IN TWO DIFFERENT  
KINDS OF FORAGE SPECIES (TIFTON 85 AND GRAMÃO) UNDER  
DIFFERENT KIND OF IRRIGATION WATER**

**ABSTRACT**

Water scarcity in the semi-arid of the northeast of Brazil is a problem that requires a priority response. Its cause is related to low rainfall and irregular rainfall in the region and a geological structure that does not allow water be satisfactorily accumulated in the ground. This research aims to analyze the influence of different sorts of water in growth (height, growth rate, absolute and relative) and photosynthetic efficiency (photosynthesis, transpiration, stomatal conductance, internal CO<sub>2</sub> concentration and relationship between the internal concentration of CO<sub>2</sub> concentration environmental) of forage species: Tifton 85 and Gramão. They were planted in pots filled with soil eutrophic abrupt Plinthic Yellow Ultisol. The experimental design was completely randomized factorial design provisions of (3x2) with twelve repetitions, totaling 72 experimental units whose factors were: three types of water and two varieties. The grasses were grown in pots irrigated with different water (water supply, well and pond fish), with a rule turn every 2 days. Cultures were grown in a protected environment located at Embrapa Semi-Arid, Petrolina, Pernambuco, Brazil, from October 2010 to January 2011. The results of analysis carried out show that the water of fish farm promoted more height for both varieties. The best growth rates, absolute and relative, were observed in plants irrigated with the waters of fish farm and well. Generally, the plants respond better to irrigation with water from the fish farm.

**Keywords:** Cynodons, Irrigation, Water Quality.

## 1. INTRODUÇÃO

No âmbito mundial problemática da escassez de água, decorrente sobretudo, da contaminação dos recursos hídricos pelo lançamento de efluentes “in natura”, do gerenciamento inadequado e da má-distribuição, associados ao crescimento demográfico, vem exigindo maior atenção quanto às necessidades de uso de água, para as mais diversas finalidades.

O uso desordenado dos recursos hídricos vem há tempo sendo considerado uma das principais preocupações e requer atenção especial de todos os atores sociais. Vários países, já convivem com essa problemática, inclusive o Brasil, que, mesmo dispondo de extensos mananciais hídricos, segundo Trentin (2005) as reservas de água utilizável estão cada vez mais escassas, especialmente nas áreas onde se encontram os perímetros com culturas irrigadas. Também não podemos esquecer a região interiorana nordestina com seu histórico de escassez deste recurso (MELO, 2011).

Atentos a esse cenário e à possibilidade iminente de cobrança pela captação e consumo de água nos processos produtivos, definida na Lei no. 9.433, Art.5, como um dos instrumentos da política nacional de Recursos Hídricos, setores que lidam com a agricultura irrigadas, têm sido motivados para a pesquisa e desenvolvimento de tecnologia para a otimização do uso da água. Além do controle das perdas de água dos sistemas de irrigação outra via para economia de água está relacionada ao uso de águas servidas, especialmente, oriundas de esgoto doméstico e de atividades agropecuárias. Para uso destes efluentes deve-se atentar para os riscos de contaminação não só das águas superficiais mas também das águas subterrâneas, dos poluentes, do solo e dos usuários (LIMA, 2009).

De tal modo, MEDEIROS et al (2008), enfatizam que tanto a aquicultura como a agricultura irrigada são atividades que demandam um grande volume de água, em especial em regiões áridas e semiáridas onde a elevada taxa de evaporação contribui para intensificar a perda de água. Desta forma, a integração dessas duas atividades apresenta muitas vantagens econômicas e ecológicas, principalmente nos sistemas agrícolas dos pequenos produtores. A utilização de efluente de piscicultura na irrigação de plantas, não somente reduz o custo de obtenção da água, como também, a quantidade de fertilizantes químicos necessária às culturas.

Sendo assim, a tecnologia de reúso de águas se apresenta especialmente, para as regiões áridas e semiáridas, como uma das soluções mais alinhadas à proteção e à

conservação dos recursos hídricos. Portanto, o reúso pode ser absorvido como alternativa ao lançamento de efluentes em corpos hídricos, associado ao desenvolvimento sustentável dessas regiões que em geral, abrigam um vasto conjunto de reveses, dentre os quais o esgotamento do solo, perda da biodiversidade pela exploração predatória, surgimento de núcleos de desertificação, que tem ocasionado vários problemas, como a exclusão social de comunidades rurais e o êxodo rural, entre outros (LIMA, 2009).

Outra questão igualmente importante em relação aos recursos hídricos, na região semiárida brasileira, refere-se aos usos das águas subterrâneas que, na maioria das vezes, encontram-se armazenadas em fraturas do embasamento cristalino e em aluviões. Tais águas podem apresentar elevada concentração de sais em consequência do contato com o material de origem das rochas. Elevadas concentrações de sais podem tornar a água proibitiva ao consumo humano e mesmo para a agricultura. Na agricultura irrigada, a utilização indiscriminada dessas águas pode salinizar os solos (RHOADES et al., 2000).

Algumas tecnologias vêm sendo propostas para a recuperação e uso de águas salinas na agricultura. Dentre elas, as mais promissoras são o desenvolvimento de um plano de irrigação de culturas tolerantes à salinidade e/ou, o uso de duas fontes de água, sendo uma de alta qualidade e outra de baixa qualidade, de modo que sua mistura resulte uma água adequada ao uso agrícola (LIMA, 2010).

A utilização de gramíneas forrageiras tropicais melhoradas, tem-se mostrado bastante eficiente, devido, sem dúvida ao seu elevado potencial forrageiro, sua grande capacidade de adaptação às diversas condições edafoclimáticas brasileiras e por sua boa resposta às práticas de manejo associadas à intensificação no uso de insumos. Além disso, possuem alta capacidade fotossintética e fazem uso mais eficiente da água absorvida, no que diz respeito ao acúmulo de matéria seca, como exemplos a palma forrageira e várias gramíneas têm sido avaliadas, ao longo dos anos, para a formação de pastagens no semiárido buscando-se, sobretudo, elevada produtividade e persistência, dentre as quais se ressaltam a forrageira do capim Tifton 85 e o capim Gramão pertencentes ao gênero *Cynodons*.

A produção animal no semiárido por um longo período de tempo teve como sustentáculo da alimentação a vegetação nativa da caatinga. Entretanto, tem-se observado, no transcorrer das últimas cinco décadas um esforço para se produzir a alimentação do rebanho através do cultivo de plantas forrageiras.

Frente a este quadro que tangencia a escassez dos recursos hídricos, interligado à incompatibilidade entre geração e descarte dos resíduos líquidos e o uso de águas salinas o trabalho propõe contribuir para a compreensão da dinâmica e magnitude da questão que envolve a aplicação deste resíduo na atividade agrícola. Em outra dimensão, objetiva mostrar as potencialidades técnicas e ambientais desse rejeito, que podem tornar-se importantes alternativas na oferta de insumos para a agricultura, com vista a minimizar os danos causados por esses na saúde pública e ao meio ambiente.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a viabilidade técnica do uso da água residuárias de diferentes fontes no crescimento das espécies forrageiras (Tifton 85 e Gramão).

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar o tipo de água que proporcione maior crescimento e desenvolvimento vegetativo das culturas em ambiente protegido.
- Avaliar a concentração de fotossíntese das espécies, Tifton 85 e Gramão, quando submetida a diferentes tipos de água.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 As Culturas

##### 3.1.1 Capim Tifton 85

O capim Tifton 85 (*Cynodon* spp. L.), do gênero *Cynodon*, foi desenvolvido na “Coastal Plain Experiment Station (USDA – University of Georgia)”, localizada em Tifton, sul do Estado da Geórgia, tendo sido liberado para os agropecuaristas nos Estados Unidos, em maio de 1992 (BURTON e MONSON, 1993). Essa gramínea é o melhor híbrido F1 entre uma introdução sul-africana (PI 290884) e o Tifton 68 selecionado por sua alta produtividade e alta digestibilidade, quando comparado com a maioria das outras bermudas híbridas (PEDREIRA, 1996). Segundo BURTON e MONSON (1993) o Tifton 85 produziu 26% mais massa seca (MS) que o cultivar Coastal e foi 11% mais digestível. Os mesmos autores descreveram o Tifton 85, como um híbrido pentaploide estéril, de porte mais alto, com colmos maiores e folhas mais largas, de cor mais escura quando comparado com os outros híbridos de gramas bermudas, como o Coastal, o Tifton 44 e o Tifton 78.

O capim Tifton 85 constitui, quando bem manejado, uma alternativa viável em sistemas intensivos de produção, podendo ser utilizado para pastejo ou como forragem conservada, principalmente na forma de feno. A introdução dessa forrageira requer, sem dúvidas, uma atenção especial em relação à fertilidade do solo.

##### 3.1.2 Capim Gramão

O capim Gramão (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), originário da Índia e da África, foi criteriosamente selecionado nos Estados Unidos, visando melhorar algumas de suas características básicas. Neste processo de seleção foram obtidas cultivares, entre as quais a cultivar Callie, que, após aprovada em ensaios de campo, foi difundida em vários países de clima tropical, dentre eles o Brasil. A variedade Aridus, cultivar Callie, é uma gramínea que apresenta excelentes qualidades para a formação de pastagens cultivadas, enriquecimento de pastagens nativas e produção de feno, na região semiárida do Nordeste do Brasil (SOUSA et al., 2005).

No Brasil, a introdução do capim gramão foi realizada pela Embrapa, Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), através de mudas trazidas dos Estados Unidos em 1986. A partir de 1988, a gramínea foi distribuída para

vários outros centros da Embrapa, entre os quais o Centro de Pesquisa do Tropicó Semiárido (CPATSA) e o Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPIC), ambos no Nordeste.

### 3.1.3 Descrição Botânica, Morfológicas e Fisiológicas

As espécies acima citadas são classificadas como sendo gramíneas de ciclo fotossintético C<sub>4</sub>, subtropical, perene, que se caracterizam por apresentar um crescimento prostrado, ser estolonífera e rizomatosa (por isso agrupada como grama bermuda). Apresentam ainda colmos e folhas grossas de coloração verde bastante escura, estolões abundantes, verdes de tom arroxeado e rizomas grossos, porém em quantidade relativamente pequena. Suas inflorescências são pequenas e formadas por cinco racemos digitados no ápice da ráquis, não produzindo sementes viáveis em função de ser um híbrido interespecífico.

O *Cynodon* spp. Cv. Tifton 85 apresenta características como: porte mais elevado, colmos mais compridos, folhas mais extensa e de coloração verde mais escuro, além de estolões que se expandem rapidamente, possuindo rizomas grandes e em menor número do que das outras cultivares desse gênero (BURTON et al., 1993). Este gênero apresenta grande capacidade de adaptação a diferentes ambientes, vegetando entre os paralelos 35° N a 35° S, e em diversas condições de solo e clima, sendo classificada por alguns especialistas como "uma invasora onipresente e cosmopolita". Além de que, são plantas forrageiras que conciliam diversas características desejáveis como: (TONATO e PEDREIRA, 2003):

- Alta produtividade (produção anual de 20 a 25 Mg de matéria seca ha<sup>-1</sup>);
- Grande participação de folhas na massa total (20%);
- Alta densidade populacional de perfilhos (11.000 m<sup>-2</sup>);
- Rápida formação do estande inicial da pastagem, em função do vigoroso crescimento dos rizomas e estolões, ocupando rapidamente o solo;
- Grande flexibilidade de uso (pastejo, feno, silagem ou pré-secado);
- Baixa susceptibilidade a doenças e razoável tolerância à cigarrinha das pastagens;
- Adaptação a vários tipos de solo e a uma grande diversidade de climas;
- Alta capacidade de resposta às fertilizações;

- Alto valor alimentício em função de apresentar elevados níveis nutricionais e uma boa digestibilidade (55 a 60%) em relação às outras forrageiras;

O *Cynodon dactylon* (L.) Pers. é uma gramínea perene, de porte médio, alcançando até 1,0m de altura, estolonífera e rizomatosa, suas folhas são aveludadas ou glabras e inflorescência com 3 a 7 espigas em um ou dois verticilos, espiguetas de 2 a 3 mm de comprimento, glumas míticas e ráquis apresentando flóculos reduzidos (SOUSA et al., 1998).

### 3.2 Requerimentos Ambientais

Segundo Sousa et al. (1998) em avaliações agronômicas realizadas no CNPC, o capim Gramão apresentou excelentes características, como: resistência à seca, ao pisoteio, a pragas e doenças; alta produção de fitomassa pastável; fácil e rápido estabelecimento; agressividade no povoamento de áreas recém-semeadas; elevada palatabilidade e bom valor nutritivo. Estas características tendem a se tornar altamente recomendável para o semiárido nordestino.

O capim tifton 85, uma das espécies do gênero *Cynodon*, possui boas características de produção e elevada capacidade de crescimento, apresentando também grande potencial de uso como forrageira nas condições subtropicais e tropicais. Seu relvado atinge até 1m de altura e é forrageira resistente a cortes frequentes. A matéria seca produzida, em boas condições de manejo e adubação, é de boa qualidade, permitindo bom desempenho do animal na produção de leite e carne. Embora tenham sido realizados poucos trabalhos de pesquisa com essa gramínea no Brasil, ela tem demonstrado um bom desempenho, quando avaliada (CECATO e BORTOLO, 1999).

#### 3.2.1 Clima e Solo

Segundo Vilela (2009), os *Cynodons* se desenvolvem melhor em temperatura média de 37,5° C. No inverno a temperatura requerida mínima diurna é de 15°C, já a noturna é de 5°C e a precipitação pluviométrica de 625 a 1.750 mm/ano. Possuem alta tolerância à seca, respondendo bem a irrigação. Quanto ao frio a tolerância é alta, dependendo da variedade. Sua tolerância a solos mal drenados é satisfatória.

### 3.3 Principais Usos

Por apresentar produtividade e qualidades superiores, o capim Tifton 85 tem potencial para aumentar a produtividade animal. Em experimento de pastejo, HILL et al. (1993) observaram que o capim proporcionou 46% a mais de ganho de peso vivo por unidade de área quando comparado com o capim Tifton 78, um dos híbridos de capim bermuda mais produtivos e de mais alta qualidade, utilizados no sul dos Estados Unidos.

HILL et al. (2001) reuniram, também resultados experimentais que indicam que o capim tifton 85 pode ser vantajoso em fazendas de gado leiteiro. Esta alegação é justificada devido o fato que, embora a produção de leite possa ser um pouco menor do que a obtida com dietas convencionais à base de silagem de milho (*Zea mays L.*) ou feno de alfafa (*Medicago sativa L.*), a dieta incluindo a forragem do capim obtida diretamente no pasto ou conservada na forma de feno, pressecado ou silagem, pode reduzir o custo de produção de leite e, com isso, aumentar a rentabilidade do negócio.

Por outro lado, a exploração de espécies melhoradas, capazes de produzir em quantidade e com qualidade, deve ser encarada como fundamental. É neste cenário que as forrageiras do gênero *Cynodon* têm-se destacado, pois possuem elevado potencial de produção, bom valor nutritivo e grande flexibilidade de uso (FAGUNDES et al., 1999).

Segundo Franco (2003), o capim Tifton 85 quando bem manejado, constitui uma alternativa viável em sistemas intensivos de produção, podendo ser utilizada para pastejo ou como forragem conservada, principalmente na forma de feno. Sem dúvida, a introdução dessa forrageira requer uma atenção especial em relação à fertilidade do solo.

HILL et al. (1993) apresentaram resultados de três anos de experimentação no campo que mostram que o capim Tifton 85 produziu 26% mais massa seca de forragem e apresentou coeficiente de digestibilidade da matéria seca in vitro 11% maior do que o capim-bermuda Coastal, padrão de comparação para seleção de novos genótipos de *Cynodon* nos Estados Unidos. Sua alta digestibilidade foi confirmada in vivo em novilhos de corte (MANDEBVU et al., 1999) e vacas em lactação (WEST et al., 1997).

O capim gramão apresenta excelentes características agrônômicas, constituindo-se em boa opção para a formação de pastagens cultivadas, visando ao enriquecimento de pastagens nativas, e para a produção de feno.

### 3.4 Agricultura Irrigada

A agricultura irrigada ocupa uma área que corresponde a aproximadamente 17% das áreas aráveis do planeta, responsável, portanto, por 40% da produção mundial de alimentos. A irrigação usa aproximadamente 70% das águas retiradas do sistema global de rios, lagos e mananciais subterrâneos, os outros 30% são destinados a outros usos, tais como, industrial, doméstico, geração de energia, recreação, entre outros. Estimativas indicam que até o ano 2025, a irrigação deverá expandir entre 20 a 30% para atender a crescente demanda de alimentos. Assumindo que o padrão de alimentação irá melhorar em vários países, cogita-se um aumento de 40% na quantidade de grãos necessário a população mundial. Segundo Rebouças (1999), as projeções de áreas irrigadas no Brasil para 2020 são de aproximadamente de 4,4 a 4,8 milhões de hectares.

A irrigação no Brasil se desenvolve, segundo Tucci et al. (2001) partir de diferentes modelos de exploração. Nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste predominam a irrigação privada com ênfase no arroz irrigado (no Rio Grande do Sul) e em cereais (no Sudeste). Nessas áreas, o investimento depende, sobretudo, do retorno assegurado pelo produto irrigado. No Nordeste do Brasil, existe maior investimento em empreendimentos públicos, com o objetivo de promover o desenvolvimento regional, em uma área com grandes problemas sociais. Nesta região, o investimento em culturas tradicionais, como feijão e milho, não tem apresentado resultado econômico, o que tem levado ao desenvolvimento de projetos voltados para a fruticultura irrigada, que assegura maior valor agregado ao produto com maior rentabilidade econômica. Este processo alterou as características da demanda hídrica tanto na demanda sazonal, quanto no seu total anual. Esse tipo de cultura está se desenvolvendo junto a rios perenes, com grande disponibilidade, como o São Francisco.

A agricultura irrigada depende inteiramente da disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, entre as características mais importantes que qualificam um tipo de água quanto ao uso em irrigação, se destacam a concentração total de sais solúveis, a concentração relativa de sódio e a presença de elementos traços (LIMA, 2009).

Tradicionalmente, a água de irrigação é agrupada em várias classes qualitativas, em função das características acima mencionadas, cujo objetivo é orientar o usuário quanto às vantagens potenciais e aos problemas associados ao seu uso.

Considerando os efeitos potenciais de uma irrigação, de longo prazo, sobre o rendimento e a qualidade da produção agrícola, tal como também as mudanças no meio ambiente e nas características físico-químicas do solo, AYERS e WESTCOT (1991) classificaram a água em três grupos: sem restrição ao uso, com restrição suave a moderada, e restrição severa (Tabela 1). Dentre os parâmetros usados nesta classificação, destacam a salinidade, a sodicidade, a presença de íons tóxicos, os riscos diversos e o pH.

**Tabela 1 - Diretrizes para a interpretação da qualidade de água para irrigação**

Problema Potencial	Unidades	Grau de restrição ao uso		
		Nenhum	Leve a moderado	Severo
<b>Salinidade</b>				
CEa <sup>1</sup>	dS/m	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
SDT <sup>2</sup>	mg/L	< 450	450 – 2000	> 2000
<b>Infiltração</b>				
RAS <sup>3</sup> = 0 – 3 e CEa		> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
= 3 – 6		> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
= 6 – 12		> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
= 12 – 20		> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
= 20 – 40		> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9
<b>Toxicidade de íons específicos</b>				
<b>Sódio (Na)</b>				
Irrigação por superfície	RAS	< 3,0	3,0 – 9,0	> 9,0
Irrigação por aspersão	meq/L	< 3,0	> 3	
<b>Cloretos (Cl)</b>				
Irrigação por superfície	meq/L	< 4,0	4,0 – 10,0	> 10,0
Irrigação por aspersão	meq/L	< 3,0	> 3,0	
Boro (B)	mg/L	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
<b>OUTROS</b>				
Nitrogênio (NO <sub>3</sub> – N) <sup>4</sup>	mg/L	< 5,0	5,0 – 30,0	> 30,0
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	meq/L	< 1,5	1,5 – 8,5	> 8,5
pH		Faixa normal: 6,50 – 8,40		

Fonte: Ayers & Westcot, 1991.

1Condutividade elétrica da água medida a 25 °C, expressa em deciSiemens por metro;

2Sólidos dissolvidos totais;

3RAS – Relação de Adsorção de Sódio;

4Nitrogênio expresso na forma de nitrato expressos em termos de nitrogênio elementar.

No contexto de resposta das plantas, a salinidade refere-se à presença de uma concentração excessiva de sais solúveis, capaz de afetar as propriedades coligativas da solução do solo na região de desenvolvimento do sistema radicular, especialmente em razão da elevação de seu potencial osmótico (FAGERIA, 1985; LÄUCHLI e EPSTEIN, 1990).

Os efeitos danosos da salinidade são decorrentes da influência dos íons sobre a atividade da água do solo, a qual afeta o estado da água na planta e/ou, os efeitos diretos dos íons sobre as funções bioquímicas e fisiológicas das células (Hasegawa et al, 1986). Estes efeitos podem resultar em diversas respostas fisiológicas, inclusive redução na turgescência, inibição das atividades enzimáticas, inibição da fotossíntese e indução de deficiência de determinados íons, em decorrência de mecanismo de transporte e seletividade inadequados (HASEGAWA et al., 1986; RHOADES et al., 1992; LIMA, 1998).

A condutividade elétrica, CEa, medida às temperatura de 25 °C; os sólidos dissolvidos totais, SDT, a concentração total de cátions solúveis, TCS, e a concentração total de ânions solúveis, TAS, são as medidas mais usadas para expressar e avaliar a salinidade ou a quantidade de sais solúveis na água. Por razões de conveniência analíticas e por apresentar uma precisão adequada, a condutividade elétrica da água, vem sendo amplamente usada como um indicador de salinidade, sendo expressa à temperatura padrão de 25 °C, a fim de permitir comparações com as leituras tomadas sob condições climáticas distintas (BOUWER e IDELOVITCH, 1987; PESCOD, 1992; LIMA, 1998).

Os principais solutos encontrados na água de irrigação são os cátions de sódio, cálcio, magnésio e potássio e os ânions cloreto, sulfato, carbonato, bicarbonato, fluoreto e nitrato (RICHARDS, 1954; CHRISTIANSEN et al., 1977; FAGERIA, 1985; PRATT e SUAREZ, 1990; RHOADES et al., 1992). Outros constituintes, que contribuem para tornar a qualidade da água salina ainda pior, segundo TANJI (1990), incluem B, Sr, Li, SiO<sub>2</sub>, Rb, F, Mo, Mn, Ba, e Al.

Leprun, 1983, citado por MEDEIROS (1992), observou, para as condições do Nordeste, que a salinidade da água varia, em média, na ordem de açudes < rios < cacimbões < poços rasos, havendo, ainda, grande variação na composição da água de açudes, entre a estação chuvosa e a seca. O autor observou que a composição iônica das diferentes fontes é a seguinte: Na > Ca > Mg > K e Cl > HCO<sub>3</sub> > SO<sub>4</sub>.

Para AUDRY e SUASSUNA (1995), muitos insucessos verificados na agricultura irrigada, no Nordeste, podem estar associados à falta de critério na escolha de culturas adequadas às condições edafoclimáticas vigentes e a não observação da época do ano em que a água se torna escassa e simultaneamente mais salina.

A sodicidade da água refere-se à elevada atividade do íon sódio, em relação aos íons cálcio e magnésio. A solução do solo, quando excessivamente sódica, promove a desagregação e dispersão dos minerais de argila em partículas muito pequenas, que obstruem os poros do solo. Mediante as sucessivas irrigações, forma-se uma camada superficial selada, reduzindo, deste modo, a permeabilidade do solo. Sob tais condições, a velocidade de infiltração da água no solo diminui, drasticamente, aumentando os riscos de erodibilidade do solo (IRURTIA e PEINEMANN, 1986; HILLEL, 1970; AYERS e WESTCOT, 1991; LAL e STEWART, 1994). A consequência direta da redução da infiltração sobre as culturas torna-se evidente, quando a água de irrigação não consegue atravessar a superfície do solo à velocidade suficiente para permitir a renovação da água consumida pelas culturas, entre duas irrigações, originando um déficit hídrico que resultará em perda de produtividade da cultura. Para assegurar a infiltração suficiente de água, entre eles os problemas secundários originados como resultado de irrigações prolongadas, deve-se considerar a formação de crostas, a invasão de ervas daninhas, a podridão de sementes, os transtornos de nutrição e, em alguns casos, a incidência de mosquitos e outros vetores de doenças (AYERS e WESTCOT, 1991).

Além dos riscos associados à salinidade e ao sódio, já mencionados, determinados íons, podem causar toxidez em diferentes espécies de plantas, quando presentes na solução do solo em concentrações acima daquelas toleradas, para aquela espécie. Dentre esses íons, destacam-se o cloreto o sódio e o boro (TANJI, 1990; AYERS e WESTCOT, 1991; RHOADES, 1990; PESCOD, 1992).

Os íons apresentam diferentes níveis de toxidez, como o boro, por exemplo, que mesmo sendo um micronutriente essencial às plantas, quando em concentração tão pequena quanto 0,2 mmol/l, pode ser tóxico a certas plantas, ao passo que concentrações de cloretos de até 200 mmol/l podem ser toleradas por algumas culturas MAAS (1990).

Praticamente, todas as águas contêm certos elementos químicos em concentrações relativamente baixas, que são elementos traço. Normalmente estes componentes não são tóxicos às plantas, mas podem acumular-se no vegetal vindo a ser

tóxico aos seus consumidores. Tais elementos incluem o Selênio, Arsênio e Molibdênio. Estes elementos, embora não sejam incluídos nas análises de rotina para classificação da água de irrigação, devem ser considerados especialmente quando se usam águas residuais.

O pH é um indicador da acidez ou de alcalinidade de um ambiente. No caso da água de irrigação, o pH normal varia entre 6,5 e 8,4. Águas cujos valores de pH estão fora dessa faixa podem criar desequilíbrios nutricionais ou conter íons tóxicos.

#### 3.4.1 Reuso da água na irrigação

No Brasil, as reservas de água utilizável estão cada vez mais escassas, especialmente onde são mal distribuídas, como na região semiárida do nordeste e porções do cerrado brasileiro (TRENTIN, 2005). Nestas regiões a irrigação tem sido alvo de interesse por ser de fundamental importância para a produção agrícola (LIMA et al., 2004). No entanto, nestas áreas, a demanda agrícola pode competir acentuadamente com outras modalidades de uso, inclusive para o abastecimento humano.

Neste cenário, onde surgem e tendem a se multiplicar problemas envolvendo a disputa pelo uso da água (BERNARDO, 1997), a possibilidade de aproveitamento de efluentes surge como fonte alternativa para ampliar a demanda hídrica. Embora a agricultura irrigada demande grande quantidade de água, a atividade pode tolerar águas de qualidade inferior, quando comparada com as necessidades das indústrias e uso doméstico (TRENTIN, 2005).

Água residuária é um termo usado para caracterizar os dejetos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas, tais como as de uso doméstico, atividades comercial, industrial, as de estabelecimentos públicos, áreas agrícolas; de superfície, de infiltração, pluviais e outros efluentes sanitários (VAN HAANDEL e LETTINGA, 1994; JORDÃO e PESSOA, 1995; BRAGA et al., 2002).

O poder poluente das águas residuárias domésticas será maior, quanto mais elevada for a concentração de matéria orgânica. Essa concentração é medida principalmente pela Demanda Bioquímica e Oxigênio - DBO e Demanda Química de Oxigênio - DQO (MENDONÇA, 1990).

De acordo com Sousa e Leite (2003), os esgotos domésticos além de apresentar elementos contaminantes, possuem nutrientes suficientes para o desenvolvimento das

culturas, apresentam altas concentrações de carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, elementos indispensáveis às plantas.

Dentre os principais sistemas de disposição de águas residuárias no solo (irrigação, infiltração, percolação e escoamento à superfície), a irrigação de culturas tem sido o método mais acessível e eficiente, particularmente, nos países em desenvolvimento onde não há uma política para o custo de tratamento das águas residuárias (FEIGIN et al., 1991).

A substituição das fontes de coleta de água para os múltiplos usos é atualmente uma das alternativas mais adequadas para satisfazer as demandas menos restritivas, liberando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres. Com efeito, as águas ditas de qualidade inferior podem, através do uso de tecnologias apropriadas, servir como fonte alternativa e como uma das soluções para o problema da falta de água (FREIRE, 2011).

A utilização de esgotos tratados na indústria e na agricultura com água de qualidade inferior já é uma realidade em muitos países, localizados nas regiões áridas e semiáridas, a exemplo dos Estados da Califórnia, Arizona, Nevada e Colorado, nos Estados Unidos e em alguns países do Oriente Médio. Sabe-se ainda que essa prática também encontra lugar onde se buscam políticas de preservação de mananciais de água para abastecimento humano a exemplo da Austrália, Japão, Grécia, Itália e Portugal (SILVA e HESPANHOL, 2002).

No Brasil, especificamente na região Nordeste, onde existe escassez de água e o período chuvoso dura, geralmente, cerca de três meses do ano, exige e carece de técnicas de convivência com a seca, como, por exemplo, construção de barreiros, captação de água subterrânea, captação de água de chuva, barragem subterrânea e utilização de águas residuárias. A ausência de políticas públicas eficientes e continuadas de gestão de recursos hídricos e de geração de empregos e renda entre outras vêm consubstanciar a manutenção da pobreza na região Nordeste. A falta de água estimula o êxodo rural da população nordestina economicamente ativa e constitui uma das principais razões para que essa região seja considerada uma das mais pobres do país (SOUSA et al., 2006).

A Lei nº 9.433/97, de 08/01, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), também oferece fundamentos jurídicos para a racionalização do uso da água, e consequentemente condicionantes legais para o reúso da água, alternativa viável na preservação e conservação ambiental. A Lei tem como um de seus objetivos

“a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável”. Define também, como conteúdo mínimo dos planos de recursos hídricos, “as metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis”. Já com relação à cobrança, tem com o objetivo “incentivar a racionalização do uso da água”.

No Brasil, a Resolução CONAMA 20/1986, revogada pela 357 de 17 de março de 2005, trata da classificação das águas de acordo com suas utilizações e respectivos padrões de qualidade.

O CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos) publicou, em 2010 a Resolução 121/2010 que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para regulamentar e estimular a prática de reúso direto não potável de água, em todo território nacional. De acordo com o texto, a aplicação de água de reúso para fins agrícolas e florestais não pode apresentar riscos ou causar danos ambientais e à saúde pública. Além disso, o produtor da água de reúso é responsável pelas informações constantes da caracterização e monitoramento da qualidade desta água.

Com base nesta ótica, os esgotos tratados têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas e de irrigação, entre outros.

Os sistemas de reúso, segundo Hespanhol (2003) podem quando bem planejados e com suas operações implementadas adequadamente, podem representar e trazer uma série de ganhos sociais e melhorias para o meio ambiente. Essa possibilidade indica que uma boa gestão para o reúso de água tanto de origem doméstica, como de outras atividades como é o caso dos efluentes de piscicultura, podendo, segundo Melo (2011) representar muitas vantagens para a região semiárida paraibana, entre elas:

- A minimização das descargas desses efluentes nos corpos hídricos;
- A preservação das redes de recursos superficiais e subterrâneas, especialmente nas áreas em que há grandes índices de utilização de aquíferos, onde os resíduos podem agir provocando a intrusão salina do terreno;
- A preservação do solo, com o acúmulo de húmus e o aumento da sua resistência à erosão, que pode significar o aumento da produção de alimentos e conseqüentemente, a elevação dos níveis de saúde, a qualidade de vida e melhoramento das condições sociais.

Evidentemente que a gestão desses recursos deve ser bem planejada para evitar riscos à sociedade e ao meio ambiente. Portanto, é importante que a legislação seja consultada e que as resoluções sejam cumpridas, para que as intervenções espaciais tenham êxito sem causar impactos ao meio ambiente nem ao ser humano.

Segundo Beekman (1996) como a demanda pela água continua a aumentar, o retorno das águas servidas e seu reuso vêm-se tornando um componente importante no planejamento, desenvolvimento e utilização dos recursos hídricos, tanto em regiões áridas, como em regiões úmidas. A utilização das águas servidas para propósitos de uso não potável, como na agricultura, representa um potencial a ser explorado em substituição à utilização de água tratada e potável. Por meio do planejamento integrado dos recursos águas natural e águas servidas, a reutilização pode propiciar suficiente flexibilidade suficiente para o atendimento das demandas de curto prazo, assim como, assegurar o aumento da garantia no suprimento de longo prazo.

Embora a aplicação de resíduos ao solo esteja se tornando mais difundida como regulamento das autoridades para proteger a qualidade de água, ainda não está bem claro se, de fato o solo é o local mais apropriado para receber todos os resíduos gerados pela ação antrópica (CAMERON et al., 1997).

Feigin et al. (1991) consideram o reuso agrícola mediante aplicação de efluentes na irrigação de cultivos agrícolas e parques, como o propósito mais razoável e mais praticável do reuso. Isto se baseia principalmente na elevada demanda hídrica do setor agrícola, o qual é responsável por aproximadamente 70% do total de água captado podendo chegar a até 85 % em áreas de clima seco, figurando como a atividade que mais consome recursos hídricos (AYERS e WESTCOT, 1999; HESPANHOL, 2002; CHRISTOFIDIS, 2003; CAPRA e SCICOLONE, 2004).

Hespanhol (2003) relata que o setor agrícola depende de água em um nível muito elevado e para que a sustentabilidade da produção de alimentos possa ser mantida, critérios inovadores de gestão devem ser estabelecidos e implementados em curto prazo. Com isso, o tratamento e o reuso de águas de qualidade inferior, constituem os mais atuais instrumentos mais atuais para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos nacionais.

#### 3.4.2 Uso e manejo da água salina

A prática da irrigação é relativamente flexível em relação à qualidade da água, ou seja, algumas culturas podem ser irrigadas com água de qualidade inferior, isto é, que possui elevado teor de sais, com perdas pouco significativas em seus rendimentos, uma vez que alguns problemas relacionados à qualidade da água podem ser solucionados mediante o emprego de práticas adequadas de manejo, como lixiviação dos sais, instalação de sistema de drenagem para remoção dos sais da área ocupada pelo sistema radicular, seleção de culturas tolerantes, irrigações frequentes e mistura de águas, dentre outras (LIMA, 2009).

RHOADES et al. (1992) apresentam exemplos ilustrativos relativos a vasta experiência no uso de água salina na irrigação, sob diferentes condições, demonstrando que águas com teores salinos muito superiores àqueles recomendados para as águas classificadas como adequadas para irrigação podem, de fato, ser usadas efetivamente para produzir alimentos, selecionando adequadamente as culturas e cultivando-as sob condições adequadas de manejo.

Em Israel, onde o solo é, permeável e apresenta boa drenagem, tem-se irrigado com água de CE de até  $5,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Em algumas situações, a água é previamente diluída antes de ser usada. A lixiviação adotada varia entre 25 e 30% da evapotranspiração. Na Tunísia, o governo criou um centro de pesquisa que utiliza a água salina em irrigação. Estações experimentais foram estabelecidas visando representar as várias combinações de solo, clima e composição de água de irrigação existente no país. A água de irrigação usada possui CE variando entre 2,8 e  $9,2 \text{ dS m}^{-1}$ . Os valores de RAS são, geralmente, baixos ( $<10$ ). Alcançaram-se bons rendimentos, mediante certos cuidados com o manejo (RHOADES et al. 1992).

No Egito, RHOADES et al. (1992) reportam que o governo adota a seguinte política: a água de drenagem pode ser usada quando o valor de CE é de até  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ . As águas com condutividade elétrica acima deste valor só poderão ser usadas quando misturadas às águas do rio Nilo. Na Índia, a água salina tem sido usada continuamente. Em áreas irrigadas, observa-se que não ocorre elevação da salinidade do solo, mesmo em longo prazo, em razão das chuvas de monções comuns naquelas regiões.

RHOADES et al. (1992), concluíram analisando algumas áreas irrigadas no sudoeste dos Estados Unidos, onde água de baixa qualidade é utilizada por um período de 70 a 100 anos sem ocorrência de degradação dos solos, ou declínio aparente da produtividade, concluíram que o sucesso alcançado ocorreu em virtude das práticas adequadas de manejo do sistema solo-água-planta e seleção apropriada das culturas.

Naquelas áreas, os irrigantes demonstraram que é possível ajustar o sistema produtivo a qualquer água disponível, mesmo na presença de altos níveis de sódio.

Em longo prazo, a sustentabilidade da agricultura irrigada exige que os sais transportados para a zona radicular das culturas, pela água de irrigação, não acumulem acima de determinados níveis. Desse modo, é sempre necessário certo excesso de água de irrigação para remover, por percolação, os sais acumulados (BRESLER et al., 1982; SMITH e HANCOCK, 1986).

### 3.5 Reúso de água de efluente de piscicultura (Viveiro)

A piscicultura é uma atividade que cresce em um ritmo de aproximadamente 30% ao ano no Brasil. Este índice é muito superior ao obtido pela grande maioria das atividades rurais mais tradicionais, como a pecuária e a agricultura, fato que alerta para os impactos ambientais causados pelas atividades piscícolas (HUSSAR e BASTOS, 2008). Os efluentes gerados nessa atividade são quase em sua totalidade são dispostos no ambiente sem nenhum tratamento prévio, o que tem trazido algumas consequências negativas para o ambiente (GENTELINE, 2007).

Em aquicultura intensiva as rações empregadas apresentam elevados teores de nutrientes e apenas uma fração do alimento disponível é digerido pelos organismos. Esse alimento não consumido é convertido em sólidos orgânicos em suspensão, dióxido de carbono, amônia, fosfato e em outros compostos, que associados as excretas e as fezes proporcionam um aporte considerável de matéria orgânica e inorgânica aos ecossistemas aquáticos. Apesar do efluente de aquicultura apresentar grande volume com baixo teor de nutrientes quando comparado com os efluentes de origem doméstica, seu lançamento direto e contínuo nos ambientes límnicos, pode resultar em uma bioacumulação crônica e eutrofização com consequências ecológicas negativas sobre o meio ambiente aquático (KUBITZA, 1999).

### 3.6 Estresse salino na eficiência fotossintética das plantas

Em muitas áreas do mundo as plantas são, com frequência, sujeitas à alta salinidade do solo. O conhecimento de como as plantas respondem ao estresse salino pode exercer papel importante no estabelecimento de culturas em condições salinas. A fotossíntese junto com o crescimento celular está entre os processos primários a serem afetados pelo estresse salino (CHAVES et al., 2009).

Os efeitos do estresse salino sobre a fotossíntese são diretos (como a limitação da difusão de CO<sub>2</sub> através do estômato e do mesófilo e as alterações no metabolismo fotossintético), ou indiretos, tais como, estresse oxidativo devido à superimposição de múltiplos estresses, como por exemplo, o estresse hídrico (CHAVES et al., 2009).

Na prática, a redução nas taxas de fotossíntese e na transpiração (Robinson et al. 1997), tem sido atribuída aos decréscimos na condutância estomática (Brugnoli e Lauteri, 1991) e no conteúdo total de clorofila e carotenóides (Greenway e Munns, 1980; Parida e DAP, 2005), bem como ao acúmulo nos cloroplastos dos íons Na<sup>+</sup> e/ou Cl<sup>-</sup>, que afetam desfavoravelmente os processos bioquímicos e fotoquímicos envolvidos na fotossíntese (PLAUT, 1995, MUNNS e TESTER, 2008).

Na maioria das halófitas e glicófitas, o controle do fechamento estomático é alterado pela inabilidade das células-guarda em excluir, principalmente, os íons Na<sup>+</sup>, provocando distúrbios nas relações hídricas da planta (PLAUT, 1995; ROBINSON et al., 1997).

O fechamento estomático, em condições de salinidade, desempenha um papel adaptativo porque controla o transporte de íons tóxicos até os tecidos fotossintetizantes, evitando, ao mesmo tempo, a perda de água por transpiração (Neumann, 1997; Robinson et al, 1997; Chaves et al., 2009). No entanto, Hasegawa et al. (2000) apontaram que, pela necessidade da planta fixar o CO<sub>2</sub>, essa seria uma estratégia insustentável a longo prazo.

Substratos salinos reduzem a disponibilidade hídrica, e conseqüentemente a absorção de água. Dessa forma, reduz também a pressão radicular que é a força motora do transporte de água e solutos, através do xilema (Munns, 2002). Esse déficit hídrico induzido pela salinidade pode diminuir a atividade fotossintética a partir da redução na abertura estomática e por efeitos em níveis de reações associadas aos cloroplastos (CHAVES et al., 2009).

O fechamento estomático associado com tensão hídrica restringe a assimilação do carbono em consequência, a captação de energia luminosa pode ocorrer em excesso daquela requerida para fixação de carbono e resultar, até em danos ao aparelho fotossintético, limitando o processo da fotossíntese como um todo e, em contrapartida, a produtividade (Oliveira, 1995). O aumento da fotorrespiração (Cornic e Briantais, 1991) e a maior oxidação a partir da rota das pentoses monofosfatadas (Scheuermann et al., 1991) têm sido relatados como prováveis mecanismos de dissipação do excesso de energia fotoquímica em plantas sob tensão hídrica. Ambos os mecanismos podem gerar

CO<sub>2</sub> e prover o ciclo, que deve consumir o excesso de energia e manter altas taxas de transporte de elétrons, protegendo o fotossistema de danos (OLIVEIRA, 1995).

De acordo com Dionisio-Sese e Tobita (2000), o fechamento estomático pode reduzir a concentração interna CO<sub>2</sub> e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. No entanto, uma correlação positiva entre condutância estomática e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> sugere que a condutância estomática é um fator primário na limitação da fotossíntese em plantas sob estresse salino. Já Everard et al. (1994) sugerem que os fatores estomáticos são geralmente mais significante em salinidade médias e limitações de fatores não estomáticos são mais relevantes em altos níveis salinos. Efeitos diretos da salinidade sobre a fixação de CO<sub>2</sub> podem refletir em vários impactos, dois dos quais podem ser substancialmente observados: (i) uma reduzida concentração de clorofila das folhas de plantas cultivadas em concentração de NaCl maior que 100 mM, (ii) decréscimos de íons essenciais tais como Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> nas células do mesofilo (NETONDO et al., 2004).

Bongi e Loreto (1989) correlacionando a capacidade do mesofilo foliar e a condutância a fase difusiva líquida de água em oliveira (*Olea europea* L.) submetida a estresse salino combinado com déficit hídrico, observaram que apesar da condutância estomática ter sido menor em déficit hídrico, a limitação predominante da fotossíntese foi devido à capacidade do mesofilo de fixar CO<sub>2</sub>. Estes autores atribuíram ainda a mudanças morfológicas e fisiológicas como responsáveis pela redução na fixação de CO<sub>2</sub>. O decréscimo na pressão parcial de CO<sub>2</sub> nos cloroplastos sob estresse salino e estresse hídrico, resultou na limitação de assimilação de CO<sub>2</sub> pela ribulose 1,5-bisfosfato carboxilase e na redução da regeneração da ribulose 1,5-bisfosfato.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização e caracterização experimental

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2010 a janeiro de 2011 na casa de vegetação da Empresa de Pesquisa Agropecuária – Embrapa - Semiárido, distante 40 km do centro de Petrolina, PE. As coordenadas geográficas são 09° 04' 13'' S de latitude e 40° 19' 13'' W de longitude, uma altitude de 371 metros acima do nível do mar.



**Figura 1.** Localização da Embrapa Semiárido – Cidade de Petrolina, Pernambuco.

Fonte: Google earth, [www.v-brazil.com](http://www.v-brazil.com)

Segundo a Classificação climática de Köppen-Geiger, nesta região o clima se apresenta como tropical semiárido, tipo BshW, seco e quente na parte norte, e semiárido quente estépico na parte sul, caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas.

Segundo Borges et. al (2009), a região apresenta média pluviométrica anual de 538,7 mm, com temperaturas médias anuais e máximas e mínimas de 32,46 e 20,87°C, e umidade relativa média do ar de 65%.

#### 4.2 Culturas utilizadas e formação de mudas

As mudas de Tifton 85 (*Cynodon spp.L*) e do Gramão (*Cynodon dactylon (L.) Pers.*), foram obtidas a partir de plantas dessas espécies encontradas no campo experimental da Embrapa Semiárido com idade de aproximadamente 120 dias.

#### 4.3 Tratamento e delineamento estatístico

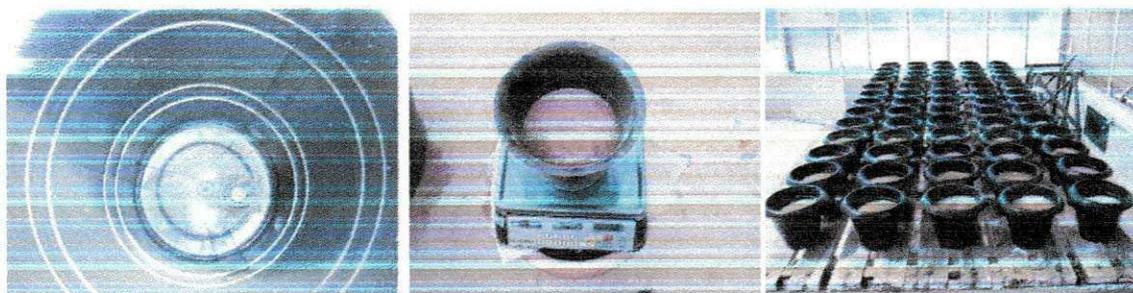
O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, disposto no esquema fatorial (3 x 2) com doze repetições, totalizando 72 unidades experimentais, sendo as tipologias de água de irrigação: abastecimento, poço e viveiro. Foram utilizados dois tipos de variedades de *Cynodon*: Tifton 85 e Gramão, como pode ser observado no croqui a seguir (Figura 2).



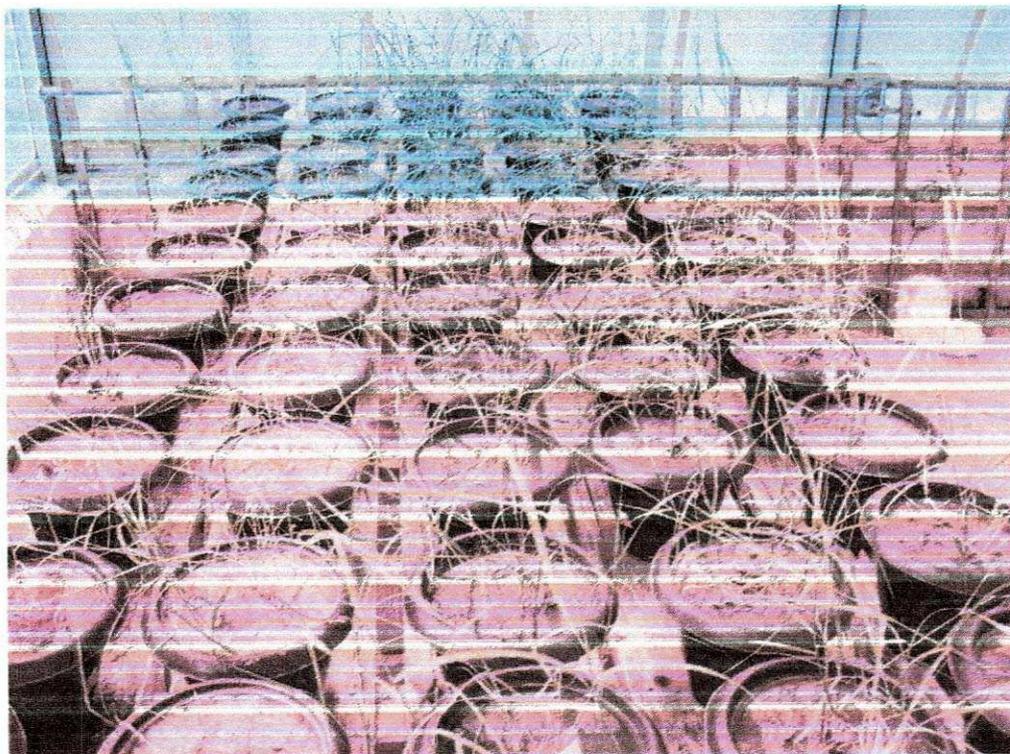
**Figura 2.** Croqui do experimento instalado em casa de vegetação

#### 4.4 Instalação e condução do experimento

O experimento se iniciou com a distribuição dos vasos em bancadas localizadas na casa de vegetação. Foram utilizados recipientes de 3L, no total de 72 (setenta e duas) unidades experimentais. Na extremidade inferior de cada recipiente foi feita uma perfuração de 16 mm, à qual foi acoplado um anel de vedação junto com o adaptador para o encaixe da mangueira. Para drenagem foram utilizadas uma tela de nylon e uma pequena camada de pedra, além de um recipiente de 2L.



**Figura 3 - Montagem do Experimento**



**Figura 4 - 20 dias após a plantio**

O solo retirado para utilização no experimento foi do campo experimental da caatinga na Embrapa Semiárido, tendo-se coletado  $1\text{m}^3$ , passando-o posteriormente, por

uma peneira de 2 mm, sendo, em seguida, coletada uma amostra para ser analisada no Laboratório de Análise de Solo e Planta da Embrapa Semiárido. Através da análise realizada, o solo foi classificado como: Argissolo Amarelo eutrófico abruptico plintico, textura franco-arenosa (EMBRAPA, 2006). A caracterização físico-química do solo foi determinada através da metodologia proposta pela EMBRAPA (1997), cujos resultados se encontram nas Tabela 2.

**Tabela 2.** Características físico-químicas do solo utilizado no experimento.

Descrição	Valor
Mat. Orgânica (g/kg)	9,52
H <sub>2</sub> O – 1:2,5	5,8
Extrato Saturado (dS/m)	0,17
Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )	3,2
Potássio (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,33
Cálcio (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,6
Magnésio (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1
Sódio (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,02
Alumínio (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,15
Ac. Potencial (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2,14
Soma de Bases (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2,95
Cap. Troca Cátions (cmolc/dm <sup>3</sup> )	5,09
Sat. Bases (%)	58
Cobre (mg/dm <sup>3</sup> )	1
Ferro (mg/dm <sup>3</sup> )	20,1
Manganês (mg/dm <sup>3</sup> )	15,1
Zinco (mg/dm <sup>3</sup> )	1,5
Densidade do Solo (kg/dm <sup>3</sup> )	1,51
Densidade das partículas (kg/dm <sup>3</sup> )	2,59
Porosidade Total (%)	
Areia Total (g/kg)	643,69
Argila (g/kg)	107,34
Silte (g/kg)	248,97

Análise realizada no Laboratório de Análise de Solo e Planta, EMBRAPA Semiárido, Petrolina, PE

O plantio ocorreu de forma direta, nos vasos, após seleção de sua parte vegetativa mais nova, quatro estalões foram igualmente distribuídos por vaso, no dia

26/10/2010, a 3 cm de profundidade. Após o plantio os vasos foram deixados em capacidade de campo.

Após 40 dias do plantio foi feito, nos vasos um corte para uniformização das plantas deixando-as com 10 cm de altura do solo.

#### 4.5 Determinação das lâminas de irrigação

A irrigação foi procedida de modo a manter constante o valor entre 80% e 100% da capacidade de campo.

As plantas foram irrigadas a cada 2 dias, mantendo-se o solo em capacidade de campo.

#### 4.6 Águas de irrigação

Os tipos de água utilizada para irrigação dos *Cynodon* foram: Água de abastecimento (AB); água de poço (AP) e água de viveiro de peixe (AV).

A água de abastecimento foi proveniente da rede de abastecimento da Embrapa Semiárido, retirada na quantidade desejada na hora da irrigação por meio de baldes.

A água de poço proveio de um poço que fica no campo experimental da caatinga, onde era armazenada em bombonas de 200L e depois transferidas para caixas de água de 250L, devidamente tampadas para evitar a contaminação por espécies indesejadas.

A terceira água utilizada era a mesma de poço, que abastecia um viveiro com capacidade de 1000L e com 10 peixes, rica em resíduos provindos da ração diária, de acordo com sua biometria. Esta água era renovada semanalmente em 70%, já que, diariamente teria que ser renovados 10%, para que os peixes fossem mantidos em condições naturais de sobrevivência.

#### 4.7 Variáveis analisadas

##### 4.7.1 Altura de planta

A altura das plantas foi mensurada a cada 15 dias, a partir de 45 dias após o plantio (DAP) até os 75 DAP. A determinação foi feita com uso de fita métrica (cm), adotando-se como critério a distância entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal do ramo principal de cada variedade.

#### 4.7.2 Taxa de crescimento absoluto (TCA)

Taxa de crescimento absoluto TCA ou taxa de crescimento da cultura é a variação ou incremento em altura, biomassa ou área entre duas amostragens, em relação ao tempo, de acordo com Silva et al. (2000).

##### 4.7.2.1 Taxa de crescimento absoluto em altura de planta

A taxa de crescimento absoluto para a altura de planta (AP) foi determinada a partir dos resultados da variável de crescimento altura de plantas, Equação 1, nos períodos 45, 60 e 75, DAP, de acordo com a metodologia proposta por Silva et al. (2000).

$$TCA(AP) = \frac{AP_2 - AP_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Eq. 1}$$

em que:

TCA AP = Taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (cm dia<sup>-1</sup>);

AP1 = Altura da planta no tempo t<sub>1</sub> (cm cm dia<sup>-1</sup>);

AP2 = Altura da planta no tempo t<sub>2</sub> (mm mm dia<sup>-1</sup>);

#### 4.7.3 Taxa de crescimento relativo (TCR)

A TCR descreve a fase exponencial do crescimento de uma planta anual. Nos cálculos de TCR se admite que o novo crescimento é simplesmente uma função da matéria seca existente. A TCR é uma medida da eficiência da produção de nova matéria seca sobre a já existente e é também chamada de taxa de crescimento específica, Silva et al. (2000).

##### 4.7.4 Taxa de crescimento relativo em altura de planta

Seguindo os mesmos procedimentos utilizados na determinação da taxa de crescimento absoluto em altura, obteve-se a taxa de crescimento relativo dessa variável (TCR AP), conforme Silva et al. (2000), aplicando-se a equação 2:

$$TCR(AP) = \frac{\ln AP_2 - \ln AP_1}{t_2 - t_1}$$

Eq. 2

em que:

TCR AP = Taxa de crescimento relativo em altura de plantas (cm dia<sup>-1</sup>);

TCR DC = Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (mm dia<sup>-1</sup>).

#### 4.8 Variáveis fisiológicas

##### 4.8.1 Fotossíntese, Transpiração, Condutância e Concentração interna de CO<sub>2</sub>

As medidas de troca gasosa foram realizadas na primeira folha (mais jovem) junto ao ápice, nos diversos tratamentos, aos 70, 77, 84 dias após Plantio (DAP), utilizando-se um medidor de fotossíntese (LI-6400XT - LI-COR). Estas medidas de trocas já envolvem transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO<sub>2</sub>.

#### 4.9 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram tabulados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise de variância utilizando-se o software estatístico ASSISTAT (Silva & Azevedo, 2006). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade e serão discutidos a seguir.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Características das Águas utilizadas para irrigação

Na Tabela 3, estão às concentrações dos elementos presentes na água de abastecimento, efluente de viveiro de peixe e água de poço usadas na irrigação, podendo observar que os teores de fósforo foram maiores no efluente de viveiro de peixe, comparando-se com a água de abastecimento e água de poço. Por outro lado verificou baixos teores de nitrogênio em todas as águas utilizadas para irrigação.

Observou alta salinidade do efluente de viveiro de peixe e água de poço oferecendo riscos para irrigação, com restrições para irrigação em culturas moderadamente tolerantes a tolerantes, deve-se usar solos que tenha uma boa drenagem, devendo-se aplicar um excesso de água para uma boa lixiviação e usar matéria orgânica.

Em relação aos compostos nitrogenados, os valores médios de nitrito e nitrato não apresentando nenhuma restrição de uso uma vez que altas concentrações desses compostos estão associadas aos processos de excreção dos peixes e à matéria orgânica oriunda de alimentos não digeridos e da própria biota aquática (LEE; LAWRENCE, 2001).

**Tabela 3.** Análises físico-químicas da água utilizadas no experimento.

<i>Parâmetros analíticos</i>	<i>Unidades</i>	<i>Água Abastecimento</i>	<i>Água Viveiro</i>	<i>Água Poço</i>
Acidez Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	142	7	44
Alcalinidade Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	60,49	202,94	213,67
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L N	0,04	0,02	0,04
Clorofila $\alpha$	$\mu$ g/L	3.310	202.940	2.460
Cor Verdadeira	mg Pt/L	3	36,3	8,5
Fósforo Total	mg/L P	0,09	0,81	0,03
Ferro Dissolvido	mg/L Fe	0,13	2,8	2,34
Nitrato	mg/L N	2,6	0,69	4,12
Nitrito	mg/L N	0,03	0,01	0,02
pH		7,37	7,56	7,58
Salinidade	%	0,1	4,9	1,6
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	81	5.922,00	2.551,00
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L S	0,8	0,8	1,6
Turbidez	UNT	0,83	35,5	21,1

Análise realizada no Laboratório Ambiental do Instituto do Meio Ambiente, IMA, Maceió, A

## 5.2 Análise de Crescimento

### 5.2.1 Altura da planta

No resumo da análise de variância das alturas (Tabela 3), verificou-se que houve efeito significativo da interação entre os fatores estudados, tipos de água e gramíneas, sobre o crescimento em altura das plantas apenas aos 45 Dias Após Plantio (DAP). Nos outros períodos avaliados houve efeito significativo isolado dos tipos de água e das espécies de gramíneas estudadas.

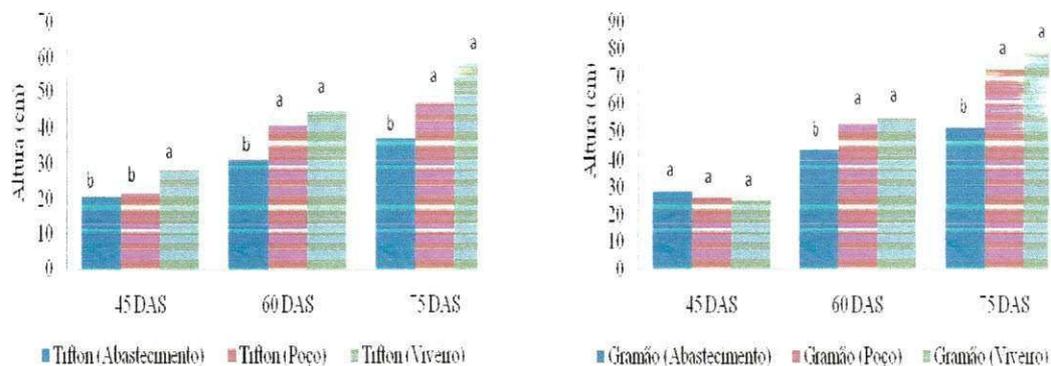
**Tabela 4:** Resumo da análise de variância da altura de Tifton e Gramão aos 45, 60 e 75 dias após o plantio, irrigadas com diferentes tipos de água

Fontes de variação	G.L.	Altura (cm)		
		45 DAP	60 DAP	75 DAP
Tipos de água (A)	2	21,75 <sup>ns</sup>	410,26 <sup>**</sup>	1475,50 <sup>**</sup>
Gramíneas (G)	1	89,44 <sup>*</sup>	1019,66 <sup>**</sup>	3143,68 <sup>**</sup>
Interação (AxG)	2	80,34 <sup>*</sup>	3,79 <sup>ns</sup>	75,05 <sup>ns</sup>
Tratamentos	5	58,72 <sup>*</sup>	369,55 <sup>**</sup>	1248,95 <sup>**</sup>
Resíduo	24	15,64	47,86	99,02
CV (%)		15,74	15,46	17,25
<b>Fatores Águas</b>		<b>Valores Médios (cm)</b>		
Água de abastecimento		24,62 a	37,55 b	44,55 b
Água de poço		23,96 a	46,75 a	59,69 a
Água de viveiro		26,98 a	49,87 a	68,52 a
<b>Gramíneas</b>				
Tifton		23,39 b	38,89 b	47,44 b
Gramão		26,84 a	50,55 a	67,91 a

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = não significativo a 5% de probabilidade

Observou-se que a utilização de água de viveiro de peixe aumentou o crescimento em altura das espécies (Figura 5) nos três períodos avaliados o que pode ter sido devido provavelmente, ao suprimento de nitrogênio na água, uma vez que segundo Nunes (2002) os fertilizantes utilizados no cultivo de organismos aquáticos possuem capacidade de aumentar as concentrações de nitrogênio e fósforo na água. No experimento de Diana e Lin (1998) foram aplicados, semanalmente 2,8 g.m<sup>-2</sup> de esterco de galinha, 5,63 g.m<sup>-2</sup> de uréia e 1,75 g.m<sup>-2</sup> de superfosfato triplo (correspondendo a 2,90 mg.L<sup>-1</sup> de N e 1,00 mg.L<sup>-1</sup> de P) e conseguiram excelentes níveis de fertilização. Para as condições do Nordeste brasileiro, teores de Fósforo e Nitrogênio na água superiores a 0,1 e 0,7 mg.L<sup>-1</sup>, foram recomendados por Ordög (1988) com a finalidade

de se obter um aumento da produção primária e, conseqüentemente, do alimento natural.



**Figura 5** - Altura de plantas de Tifton 85 (*Cynodon spp.L*) e de Gramão (*Cynodon dactylon (L.) Pers.*) irrigadas com água de abastecimento, água de poço e água de viveiro de peixe, aos 45, 60 e 75 dias após plantio

O nitrogênio influencia a taxa de expansão quanto a divisão celular determinando, desta forma, o tamanho final das folhas, o que faz com que o nitrogênio seja um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa. Um acréscimo no suprimento de nitrogênio, como observado pelas concentrações na análise da água de viveiro (Tabela 3), estimula o crescimento, atrasa a senescência e muda a morfologia das plantas e, além disso, o aumento nos níveis de adubação nitrogenada causa um aumento significativo no conteúdo de clorofila das folhas (FERNÁNDEZ et al., 1994).

### 5.2.2 Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

O resumo da análise de variância da Taxa de Crescimento Absoluto em altura (TCA) de Tifton e Gramão (Tabela 4) demonstra efeito significativo para os fatores isolados, tipos de água e gramíneas aos 60 e 75 DAP e para interação dos fatores aos 45 DAP.

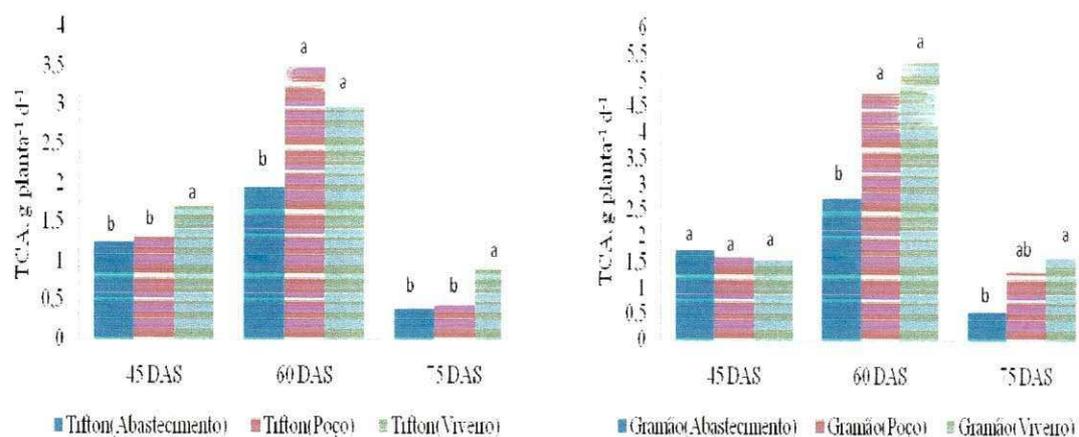
**Tabela 5:** Resumo da análise de variância da Taxa de Crescimento Absoluto em altura (TCA) de Tifton e Gramão aos 45, 60 e 75 dias após a plantio, irrigadas com diferentes tipos de água

Fontes de variação	G.L.	TCA		
		45 DAP	60 DAP	75 DAP
Tipos de água (A)	2	0,08 <sup>ns</sup>	10,91 <sup>**</sup>	1,51 <sup>**</sup>
Gramíneas (G)	1	0,32 <sup>*</sup>	16,48 <sup>**</sup>	2,58 <sup>**</sup>
Interação (AxG)	2	0,29 <sup>*</sup>	1,61 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>
Tratamentos	5	0,21 <sup>*</sup>	8,3 <sup>**</sup>	1,27 <sup>**</sup>
Resíduo	24	0,05	1,1	0,14
CV (%)		15,83		
<b>Fatores Águas</b>				
Água de abastecimento		1,48 a	2,33 b	0,46 b
Água de poço		1,44 a	4,11 a	0,88 ab
Água de viveiro		1,61 a	4,17 a	1,24 a
<b>Gramíneas</b>				
Tifton		1,40 b	2,80 b	0,56 b
Gramão		1,61 a	4,28 a	1,15 a

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = não significativo a 5% de probabilidade

Observa-se que a água de viveiro de peixe e a água de poço utilizado na irrigação, promoveram os maiores crescimentos absolutos em Tifton e Gramão (Figura 6) quando comparados com água de abastecimento, provavelmente, em função do aporte de nutrientes promovido pela utilização de água residuária, principalmente, nitrogênio e fósforo (Tabela 3) (NUNES, 2002).

Castro et al (2003) relataram, pesquisando a produtividade do tomate em função da utilização de efluente de viveiro de peixes relatou que o fósforo deve ter sido o fator decisivo para o aumento da frutificação, nos tratamentos irrigados com efluentes de piscicultura. Pois segundo Filgueira (2003), o fósforo favorece o desenvolvimento do sistema radicular do tomate e promove a abundância de florescimento, estimulando a frutificação, elevando a produtividade e aumentando o tamanho dos frutos.



**Figura 6** – Taxa de Crescimento Absoluto em altura (TCA) de plantas de Tifton 85 (*Cynodon spp.L*) e de Gramão (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) irrigadas com água de abastecimento, água de poço e água de viveiro de peixe, aos 45, 60 e 75 dias após plantio

### 5.2.3 Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

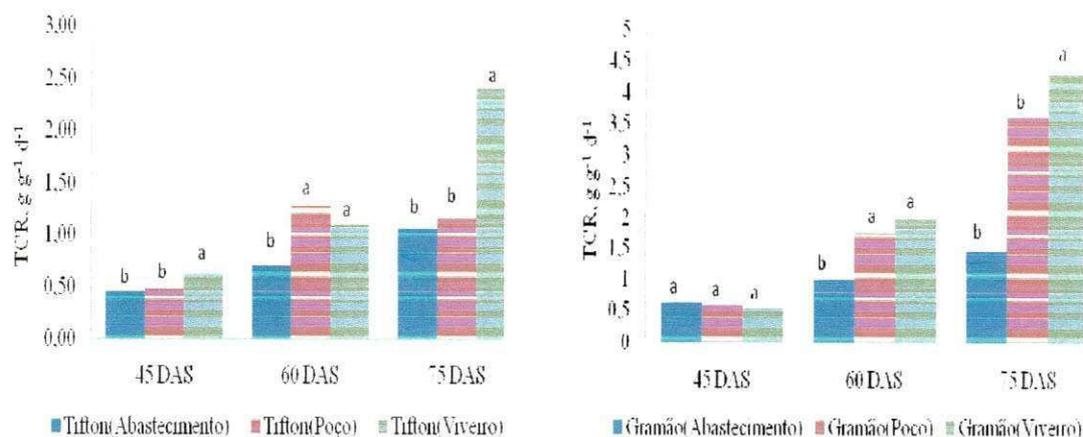
Conforme está demonstrado na Tabela 5 de resumo da análise de variância da Taxa de Crescimento Relativo em altura (TCR), ocorreu efeito significativo da interação entre os fatores, tipos de água e gramíneas, aos 45 DAP e efeito isolado aos 60 e 75 DAP.

**Tabela 6:** Resumo da análise de variância da Taxa de Crescimento Relativo em altura (TCR) de Tifton e Gramão aos 45, 60 e 75 dias após a plantio, irrigadas com diferentes tipos de água

Fontes de variação	G.L.	TCR		
		45 DAP	60 DAP	75 DAP
Tipos de água (A)	2	0,01 <sup>ns</sup>	1,48 <sup>**</sup>	11,09 <sup>**</sup>
Gramíneas (G)	1	0,04 <sup>*</sup>	2,24 <sup>**</sup>	19,01 <sup>**</sup>
Interação (AxG)	2	0,03 <sup>*</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	2,83 <sup>ns</sup>
Tratamentos	5	0,02 <sup>*</sup>	1,13 <sup>**</sup>	9,37 <sup>**</sup>
Resíduo	24	0,007	0,15	1,08
CV (%)		15,74	29,70	44,59
<b>Fatores Águas</b>		<b>Valores Médios</b>		
Água de abastecimento		0,54 a	0,86 b	1,26 b
Água de poço		0,53 a	0,51 a	2,38 ab
Água de viveiro		0,59 a	1,53 a	3,36 a
<b>Gramíneas</b>				
Tifton		0,52 b	1,03 b	1,54 b
Gramão		0,59 a	1,58 a	1,13 a

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Observou-se o mesmo comportamento da Taxa de Crescimento Relativo em altura (TCR) (Figura 7) das espécies estudadas quando submetidas à irrigação com água do poço (1,6 dS/m) e água de viveiro de peixe (4,9 dS/m). A taxa de crescimento relativo (TCR) representa o incremento em altura por altura já existente, se tornando uma ferramenta valiosa no entendimento das adaptações das plantas sob condições de estresse promovido no presente trabalho pela alta salinidade apresentada pelo efluente de viveiro de peixe e água de poço, por se tratar de um indicador de eficiência (Ludwig et al., 2010).



**Figura 7** – Taxa de Crescimento Relativo em altura (TCR) de plantas de Tifton 85 (*Cynodon spp.L*) e de Gramão (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) irrigadas com água de abastecimento, água de poço e água de viveiro de peixe, aos 45, 60 e 75 dias após plantio

### 5.3 Análise Fisiológica

#### 5.3.1 Fotossíntese

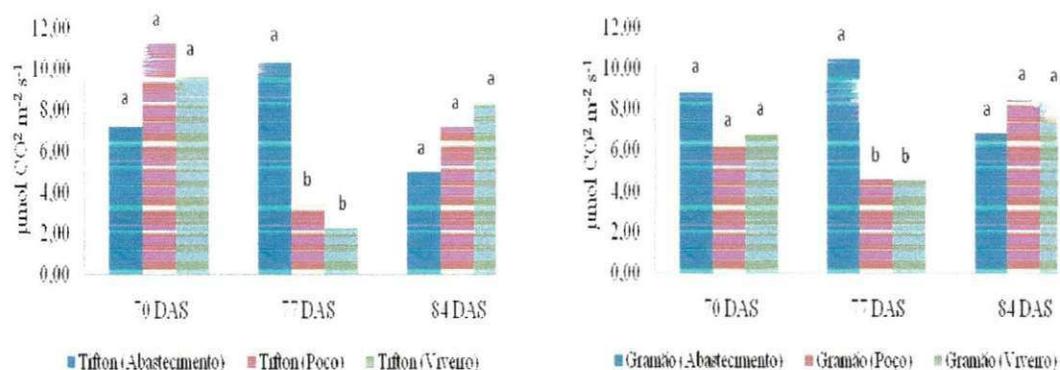
Com relação ao efeito da irrigação com diferentes tipos de água na fotossíntese de Tifton e Gramão pode-se observar através do resumo da análise de variância para essa variável, que houve efeito significativo apenas para tipos de água aos 77 DAP (Tabela 6).

A água de abastecimento foi a que melhor contribuiu para a eficiência fotossintética do Tifton e Gramão quando comparado com a água de poço e água de viveiro de peixe (Figura 8). Fato que pode ter ocorrido devido, provavelmente, a concentração de sais dissolvidos nessas águas (Tabela 3). Werneck et al. (1999) relatam que a limitação principal do uso de águas residuária na agricultura é sua composição química (totais de sais dissolvidos presença de íon tóxico e concentração relativa de sódio) e a tolerância das culturas a este tipo de efluente. Segundo Pizarro (1990), os sais solúveis contidos nas águas de irrigação podem, em certas condições climáticas, salinizar o solo e modificar a composição iônica no complexo sortivo, alterando as características físicas e químicas do solo, como o regime de umidade, aeração, nutrientes, desenvolvimento, vegetativo e produtividade.

**Tabela 7:** Resumo da análise de variância da fotossíntese de Tifton e Gramão aos 70, 77 e 84 dias após a plantio, irrigadas com diferentes tipos de água

Fontes de variação	G.L.	Fotossíntese		
		70 DAP	77 DAP	84 DAP
Tipos de água (A)	2	1,41 <sup>ns</sup>	150,87 <sup>**</sup>	15,66 <sup>ns</sup>
Gramíneas (G)	1	33,70 <sup>ns</sup>	11,10 <sup>ns</sup>	8,21 <sup>ns</sup>
Interação (AxG)	2	29,04 <sup>ns</sup>	5,60 <sup>ns</sup>	2,18 <sup>ns</sup>
Tratamentos	5	8,78 <sup>ns</sup>	318,45 <sup>**</sup>	8,78 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	21,88	249,78	21,88
CV (%)		53,04	54,5	63,78
<b>Fatores Águas</b>		<b>Valores Médios</b>		
Água de abastecimento		7,96 a	10,39 b	5,91 a
Água de poço		8,70 a	3,95 a	7,81 a
Água de viveiro		8,19 a	3,40 a	8,27 a
<b>Gramíneas</b>				
Tifton		9,34 a	5,31 a	6,81 a
Gramão		7,22 a	6,52 a	7,85 a

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = não significativo a 5% de probabilidade



**Figura 8** – Fotossíntese de Tifton 85 (*Cynodon spp.L*) e de Gramão (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) irrigadas com água de abastecimento, água de poço e água de viveiro de peixe, aos 70, 77 e 84 dias após plantio

De maneira geral, a salinidade pode ser considerada fator limitante ao crescimento e desenvolvimento das plantas (Rhoades et al. 1997) por afetar vários processos fisiológicos, dentre os quais a fotossíntese, reduzindo assim a produção e alocação de biomassa (Shannon et al. 1994). Isto ocorre porque o estresse salino, mais propriamente associado ao acúmulo de NaCl nos tecidos, promove redução nos

processos de síntese de ATP acoplada à fase fotoquímica da fotossíntese, além de promover alterações no processo respiratório, assimilação do nitrogênio e metabolismo de proteínas (Munns, 2002).

### 5.3.2 Transpiração

De acordo com os resultados do resumo da análise de variância para transpiração de Tifton e Gramão verifica-se efeito significativo para tipos de água aos 70 e 77 DAP e para o fator gramíneas apenas aos 84 DAP, não sendo observado nenhuma interação entre os fatores nos três períodos avaliados (Tabela 7).

**Tabela 8:** Resumo da análise de variância da transpiração de Tifton e Gramão aos 70, 77 e 84 dias após a plantio, irrigadas com diferentes tipos de água

Fontes de variação	G.L.	Transpiração		
		70 DAP	77 DAP	84 DAP
Tipos de água (A)	2	8,89*	8,41**	1,87 <sup>ns</sup>
Gramíneas (G)	1	0,001*	2,67 <sup>ns</sup>	2,84*
Interação (AxG)	2	0,66 <sup>ns</sup>	2,29 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>
Tratamentos	5	3,82 <sup>ns</sup>	4,36**	1,44 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	1,85	0,70	0,66
CV (%)		41,68	58,1	27,43
<b>Fatores Águas</b>		<b>Valores Médios</b>		
Água de abastecimento		2,18 b	2,45 a	2,52 a
Água de poço		3,85 a	1,11 b	2,62 a
Água de viveiro		3,76 a	0,7 b	3,32 a
<b>Gramíneas</b>				
Tifton		3,26 a	1,12 a	2,51 b
Gramão		3,27 a	1,72 a	3,13 a

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = não significativo a 5% de probabilidade

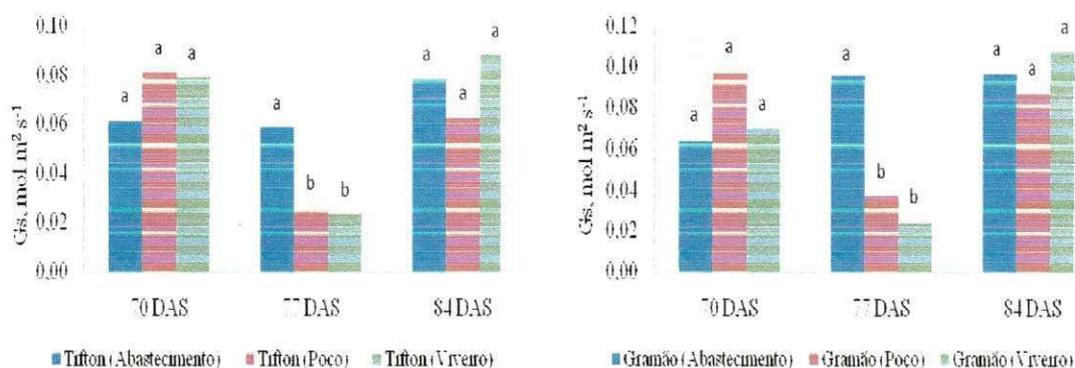
Inicialmente (70 DAP) houve uma transpiração maior das espécies estudadas quando irrigadas com água de poço e água de viveiro de peixe, em se comparando a água de abastecimento (Figura 9), o que manteve consequentemente uma maior ascensão maior de seiva bruta ou inorgânica (água e sais), desde as raízes até as folhas favorecendo a absorção dos nutrientes disponíveis para as plantas (KUMAR; TRIPATHI, 1990). Entretanto, com 77 DAP ocorreu uma redução drástica na transpiração quando as espécies de Tifton e Gramão foram irrigadas com água de poço e água de viveiro ocasionado, sem dúvidas, ao fechamento dos estômatos em resposta

**Tabela 9:** Resumo da análise de variância da condutância estomática de Tifton e Gramão aos 70, 77 e 84 dias após a plantio, irrigadas com diferentes tipos de água

Fontes de variação	G.L.	Condutância		
		70 DAP	77 DAP	84 DAP
Tipos de água (A)	2	0,0018 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>**</sup>	0,0014 <sup>ns</sup>
Gramíneas (G)	1	0,00005 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,0032 <sup>ns</sup>
Interação (AxG)	2	0,00036 <sup>ns</sup>	0,0007 <sup>ns</sup>	0,00005 <sup>ns</sup>
Tratamentos	5	0,00089 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>**</sup>	0,0012 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	0,00095	0,0006	0,0008
CV (%)		40,84	55,97	33,04
Fatores Águas		Valores Médios		
Água de abastecimento		0,06 a	0,7 a	0,08 a
Água de poço		0,08 a	0,3 b	0,07 a
Água de viveiro		0,07 a	0,2 b	0,09 a
Gramíneas				
Tifton		0,07 a	0,03 a	0,07 a
Gramão		0,06 a	0,05 a	0,09 a

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = não significativo a 5% de probabilidade

Assim, pode-se perceber que o movimento estomático é o meio mais rápido de que a planta dispõe para se ajustar às variações ambientais a que os órgãos fotossintéticos são submetidos (Passioura, 1982). Condições propícias à fixação de carbono favorecem a abertura do estômato, enquanto condições propícias à perda de água lhe favorecem o fechamento. A regulação da abertura estomática ocorre por mecanismos complexos (Raschke, 1979), parecendo agir, no entanto, no sentido de minimizar as perdas de água, limitando de forma menos intensa o influxo de CO<sub>2</sub> (Cowan; Troughton, 1971), ou seja, os estômatos parecem funcionar no sentido de otimizar a relação E/A (COWAN, 1982; FARQUHAR; SHARKEY, 1982).



**Figura 10** – Condutância Estomática de Tifton 85 (*Cynodon spp.L*) e de Gramão (*Cynodon dactylon (L.) Pers.*) irrigadas com água de abastecimento, água de poço e água de viveiro de peixe, aos 70, 77 e 84 dias após plantio

#### 5.3.4 Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci)

De acordo com o resumo da análise de variância da concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) (Tabela 9) observa-se efeito significativo para as interações dos fatores analisados, tipos de água e gramíneas aos 77 e 84 DAP.

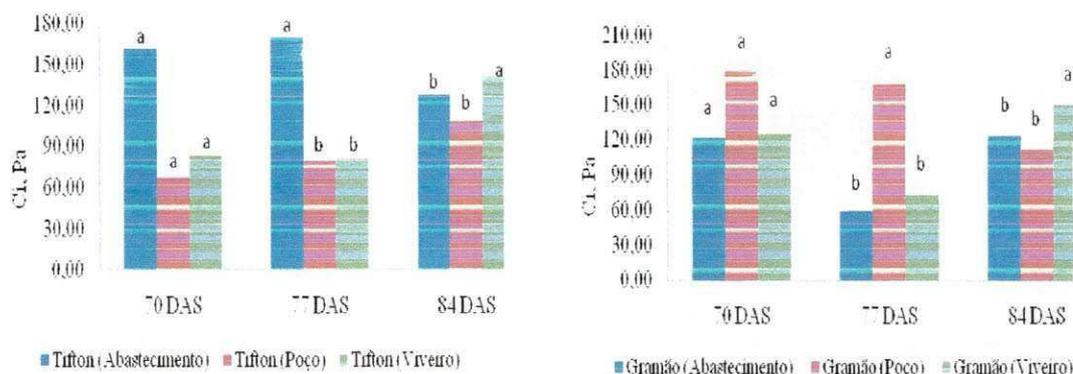
A irrigação com água de abastecimento propiciou maior concentração interna de CO<sub>2</sub> para Tifton aos 77 DAP, o mesmo não ocorrendo para a espécie Gramão (Figura 11) cuja maior concentração foi obtida com água de poço. Este fato pode ter sido, provavelmente, pela diminuição da fotossíntese (Figura 9) uma vez que segundo Raschke (1979), caso não ocorra queda na atividade metabólica da fixação de CO<sub>2</sub> (fotossíntese), é esperada uma redução na concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) quando a condutância estomática diminui, o que foi observado nessa espécie (Figura 8).

**Tabela 10:** Resumo da análise de variância da concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) de Tifton e Gramão aos 70, 77 e 84 dias após a plantio, irrigadas com diferentes tipos de água

Fontes de variação	G.L.	Ci		
		70 DAP	77 DAP	84 DAP
Tipos de água (A)	2	3517,62 <sup>ns</sup>	6080,03 <sup>ns</sup>	3268,66 <sup>ns</sup>
Gramíneas (G)	1	10786,34 <sup>ns</sup>	690,91 <sup>ns</sup>	59,78 <sup>ns</sup>
Interação (AxG)	2	14188,17 <sup>ns</sup>	24834,26 <sup>ns</sup>	116,74 <sup>ns</sup>
Tratamentos	5	9238,58 <sup>ns</sup>	12503,90 <sup>ns</sup>	1366,11 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	4609,46	11794,29	4769,63
CV (%)		40,84	50,42	54,20
<b>Fatores Águas</b>		<b>Valores Médios</b>		
Água de abastecimento		141,70 a	114,51 a	125,93 a
Água de poço		123,14 a	123,48 a	109,97 a
Água de viveiro		104,19 a	77,00 a	146,05 a
<b>Gramíneas</b>				
Tifton		141,70 a	109,80 a	125,90 a
Gramão		123,14 a	100,20 a	128,73 a

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = não significativo a 5% de probabilidade

Aos 84 DAP verifica-se que a concentração interna de CO<sub>2</sub> foi maior, tanto para Tifton como Gramão, sob irrigação com água de viveiro de peixe (Figura 11), devido possivelmente, ao processo de salinização do solo pela água residuária uma vez que alguns autores atribuem a manutenção aproximadamente constante do Ci durante o estresse salino a uma condutância estomática não uniforme, ao longo do mesófilo foliar (GUNASEKERA; BERKOWITZ, 1992).



**Figura 11** – Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) de Tifton 85 (*Cynodon spp.L*) e de Gramão (*Cynodon dactylon (L.) Pers.*) irrigadas com água de abastecimento, água de poço e água de viveiro de peixe, aos 70, 77 e 84 dias após plantio

### 5.2.5 Relação da Concentração Interna de CO<sub>2</sub> com a Concentração Ambiental (Ci/Ca)

O resumo da análise de variância para a relação da concentração interna de CO<sub>2</sub> com a concentração ambiental (Ci/Ca) revela que não houve efeito significativo para nenhum dos fatores analisados, tipos de água, gramínea nem sua interação (Tabela 10) em todos os períodos avaliados.

**Tabela 11:** Resumo da análise de variância da relação da concentração interna de CO<sub>2</sub> com a concentração do ambiente (Ci/Ca) de Tifton e Gramão aos 70, 77 e 84 dias após a plantio, irrigadas com diferentes tipos de água

Fontes de variação	G.L.	Ci Ca		
		70 DAP	77 DAP	84 DAP
Tipos de água (A)	2	0,006 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
Gramíneas (G)	1	0,14 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>
Interação (AxG)	2	0,13 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>
Tratamentos	5	0,08 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	0,04	0,17	0,06
CV (%)		52,68	51,97	52,84
<b>Fatores Águas</b>		<b>Valores Médios</b>		
Água de abastecimento		0,39 a	0,35 a	0,50 a
Água de poço		0,40 a	0,50 a	0,28 a
Água de viveiro		0,35 a	0,31 a	0,49 a
<b>Gramíneas</b>				
Tifton		0,31 a	0,38 a	0,45 a
Gramão		0,45 a	0,40 a	0,47 a

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ns = não significativo a 5% de probabilidade.

## 6. CONCLUSÃO

- O crescimento das culturas nos intervalos de tempo estudados, foi maior com a aplicação de água de viveiro em comparação com a água de poço e de abastecimento.
- A água de abastecimento influenciou positivamente na eficiência fotossintética para o Tifton e Gramão.
- A qualidade de água não influenciou na relação entre a concentração interna de  $\text{CO}_2$  e a concentração ambiental.
- As culturas irrigadas com água de abastecimento apresentaram melhores valores para fotossíntese enquanto os melhores resultados para transpiração foram obtidos quando se usou água de poço.

## 7. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos: classificação, NBR 10004. Rio de Janeiro, 2004.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A. Qualidade da Água na Agricultura. Tradução: GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1).

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A. Qualidade da água na agricultura. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem 29 (Revisado). Campina Grande: UFPB. trad: Gheyí, H. R.; Medeiros, J. F.; Damasceno, F. A. V. 1999, 218p.

AUDRY, P.; SUASSUNA, J. A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão do Nordeste: caracterização, variação sazonal, limitação do uso. Recife: CNPq, 1995.

BEEKMAN, G. B. Qualidade e conservação da água. In: ENCONTRO NACIONAL DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1996, Brasília. Anais... Brasília: Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996.

BERNARDO, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. In: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Brasília, 1997.

BONGI, G.; LORETO, F.; Gas-Exchange Properties of Salt-Stressed Olive (*Olea europaea* L.) Leaves. Plant Physiology, v. 90, n. 4, p. 1408-1416, 1989.

BORGES, A.L.; SILVA, A.L. da; BATISTA, D. da C.; MOREIRA, F.R.B.; FLORI, J.F.; OLIVEIRA, J.F. de M.; ARAÚJO, J.L.P.; PINTO, J.M.; CASTRO, J.M. da C.; MOURA, M.S.B de; AZOUBEL, P.M.; CUNHA, T.J.F.; SILVA, S. de O e; CORDIRO, Z.J.M. Sistema de Produção da Bananeira Irrigada. Sistema de Produção, 4.jul. 2009. Embrapa Semiárido.

BOUWER, H.; IDELOVITCH, E. Quality requirements for irrigation with sewage water. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v. 113, p. 516-525, 1987.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I; CONEJO, J. G. L. Introdução a Engenharia Ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357/2005, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Oficial da União, 18 de março de 2005, p. 58-63.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 20/1986, de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Diário Oficial da União, 30 de julho de 1986, p. 11356-11361.

BRASIL. Resolução CNRH nº212/2010, de 16 de dezembro de 2010. Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH no 54, de 28 de novembro de 2005.

BRESLER, E., Mc NEAL, B. L., CARTER, D. L. Saline and sodic soils. Berlin: W. Germany, 1982. 236 p.

BRUGNOLI, E., LAUTERI, M. Effects of salinity on stomatal conductance, photosintetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C3 nonhalophytes. *Plant Physiology*, v. 95, n. 2, p. 628-635, 1991.

BURTON, G. W.; MONSON, W. G. Registration of "Tifton 85" bermudagrass. *Crop Science*, Madison, v. 33, p. 644-645, 1993.

CASTRO, R. S.; AZEVEDO, C.B.; BEZERRA NETO, F.; TORQUATO, J. E. Produtividade do tomate cereja cultivado em sistema orgânico, irrigado com efluente de piscicultura. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n.2, Suplemento CD, jul., 2003.

CAMERON, K.C.; DI, H.J.; McLAREN, R.G. Is soil an appropriate dumping ground for our waster. *Australian Journal of Soil Research*, Collingwood, v.35, p.995-1035, 1997.

CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Emitter and filter tests for wastewater reuse by drip irrigation. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.68, n.2, p.135-149, 2004.

CECATO, U.; BORTOLO, M. Importância econômica das espécies forrageiras na produção animal. Gênero *Cynodon*. In: II Curso de Produção e Utilização de Pastagens Módulo I. Maringá: CPAE, 1999. P.15-20.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, v. 103, n. 4, p. 551-560, 2009.

CHRISTIANSEN, J. E.; OELSEN, E. C.; WILLARDSON, L. S. Irrigation water quality evaluation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v.103, n.2, p.155-169, 1977.

CORNIC, G.; BRIANTAIS, J.M. Partitioning of photosynthetic CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> reduction in a C3 leaf (*Phaseolus vulgaris* L.) at different CO<sub>2</sub> concentrations during drought stress. *Planta*, v. 183, n. 2, p.178-184, 1991.

COWAN, I.R. Regulation of water use in relation to carbon gain in higher plants. In: LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; OSMOND, C.B. & ZIEGLER, H., eds. *Physiological plant ecology*. II. Water relations and carbon assimilation. Berlin, Springer-Verlag, 1982. v. 12B, p. 589-613. (Encyclopedia of plant physiology).

COWAN, I.R. & TROUGHTON, J.H. The relative role of stomata in transpiration and assimilation. *Planta*, Berlin, 97(4):325-336, 1971.

CHRISTOFIDIS, D. Água, ética, segurança alimentar e sustentabilidade ambiental. Bahia Análise & Dados, Salvador, v.13, n.Especial, p.371-382, 2003.

DIANA, J. S; LIN, C. K. The effects of fertilization and water management on growth and production of Nile Tilapia in deep ponds during the dry season. Journal of the World Aquaculture Society, Baton Rouge, v. 29, n. 4, p. 405-413, 1998.

DIONISIO-SESE M.L.; TOBITA S. Effects of salinity on sodium content and photosynthetic responses of rice seedlings differing in salt tolerance. Journal of Plant Physiology 2000;157:54-58.

EVERARD, J. D.; GUCCI, R.; KANN, S. C.; FLORE, J. A.; LOESCHNER, W. H. Gas exchange and carbon partitioning in the leaves of celery (*Apium graveolens* L.) at various levels of root zone salinity. Plant Physiology, v. 106, n. 1, p. 281-292, 1994.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise do solo. 2. Ed. Rio de Janeiro; EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. P. 247-247, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

FAGERIA, N.K. Salt tolerance of rice cultivars. Plant and Soil, Dordrecht, v.88, p.237-243, 1985.

FAGUNDES, J.L.; DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SBRISSIA, A.F.; CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, L.F.M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. Scientia Agricola, v.56, n.4, p.1141-1150, 1999.

FARQUHAR, G.D. & SHARKEY, T.D. Stomatal conductance and photosynthesis. Annual Review of Plant Physiology, Boca Raton, 33:317-345, 1982.

FEIGIN, A.; BIELORAI, H.; DAG, Y.; KIPNIS.; GISKIN, M. The nitrogen factor in the management of effluent-irrigated soil. Soil Science, v.125, p.248-254, 1978.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. Irrigation with treated sewage effluent: Management for environmental protection. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224p.

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

FERNÁNDEZ, S.; VIDAL, D.; SIMÓN, E.; SUGRAÑES, L. Radiometric characteristics of *Triticum aestivum* cv. Astral under water and nitrogen stress. International Journal of Remote Sensing, London, v. 15, n. 9, p. 1867-1884, 1994

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2003. 412p. il.

FRANCO, H.C.J. Avaliação agronômica de fontes e doses de fósforo para o capim-tifton 85. Jaboticabal, 2003. 94f. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP.

FREIRE, E. de A. Crescimento inicial do pinhão manso em função da irrigação com água residuária e adubação orgânica. Campina Grande, 2011. 77p. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da UFCG.

GENTELINI, A. L. Tratamento de efluente de piscicultura orgânica utilizando macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (Mart. Solms) e *Egeria densa* (Planchon). Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola. Maringá: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2007.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, v. 31, p. 149-190, 1980.

GUNASEKERA, D. & BERKOWITZ, G.A. Heterogenous stomatal closure in response to leaf water deficits is not a universal phenomenon. *Plant Physiology*, 98:660-665, 1992.

HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.D. and HANDA, A.K. Cellular mechanism of salinity tolerance. *HortScience*, v.21, p.1317-1324, 1986.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: Agricultura, indústria Municípios, Recargas de Aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Vol 7. n. 4. 75-95p, Out/Dez 2002.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Bahia análise & Dados*, v.13, n. especial, p.411-437, 2003.

HILL, G.M.; GATES, R.N.; BURTON, G.W. Forage quality and grazing steers performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermudagrass pastures. *Journal of Animal Science*, v.71, p.3219-3225, 1993.

HILL, G.M.; GATES, R.N.; WEST, J.W. Advances in bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. *Journal of Animal Science*, v.79, p.E48 - E58, 2001. (E. Suppl.).

HILLEL, D. Solo e água, fenômenos e princípios físicos. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1970. 231p.

HUSSAR, G. J.; BASTOS, M. C. Tratamento de efluente de piscicultura com macrófitas aquáticas flutuantes. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v.5, n.3, p.274-285, 2008.

IRURTIA, B.; PEINEMANN, N. Efecto de la relación de adsorción de sodio y la concentración de sales sobre la conductividad hidráulica de diferentes suelos. *Ciencia del Suelo*, Buenos Aires, v.2, p.165-177, 1986.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C. Tratamento de esgotos domésticos. Rio de Janeiro, RJ: ABES, 1995. 683p.

KUBITZA, F. *Qualidade da água na produção de peixes*. 3ª ed. Jundiaí – SP, Divisão de Biblioteca e Documentação – Campus “Luiz de Queiroz”/USP, 1999.

KUMAR, A.; TRIPATHI, R. P. Relation of leaf-water potencial, diffusice resistance, transpiration rate and canopy temperature in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. New Nelli. v. 60. n. 2. p. 128-131. feb. 1990.

LAL, R., STEWART, B.A. Soil processes and water quality. Boca Raton: Florida: Lewis Publishers, 1994. 398p.

LÄUNCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: Tariji, K.K. (ed), *Agricultural Salinity Assessment and Management*. American Society of Civil Engineers. 1990. p. 113-137.

LEE, P.G ; LAWRENCE, A.L. Feed management for recirculation of aquaculture system. *Advocate*, 4(1): 27-28, 2001.

LIMA, V.L.A. Efeitos da qualidade da água de irrigação e da fração de lixiviação sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições de lisímetro de drenagem. Viçosa, MG: UFV. 1998. 87p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>>. Acesso em: 17 jun. 2011.

LIMA, V. L. A. de, Reúso de Água para Irrigação em Zonas Áridas. In: *Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas*. UFRB, 2000. Cap 6 p. 145-162.

LIMA, V. L. A., Drenagem agrícola no manejo dos solos afetados por sais. In: *Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados*. Fortaleza: INCTSal. 369-381. 2010.

LIMA, V. L. A.; MEIRA FILHO, A. S.; FURTADO, D. A. Água na Agricultura. In: LIMA, Vera Lúcia Antunes; CHAVES, Lúcia Helena Garófalo. *Qualidade da Água: Leis, qualidades, recomendações*. 1ª ed. Campina grande, PB; Gráfica Agenda, 2008.

LUDWIG F, GUERRERO AC; FERNANDES DM; VILLAS BOAS RL. 2010. Análise de crescimento de gábera de vaso conduzida em diferentes substratos. *Horticultura Brasileira*, v.28, n.1, p70-74, 2010.

MAAS, E. V. Crop salt tolerance. In: Tanji, K. K. (ed.) Agricultural salinity assessment and management manual. New York: ASCE, 1990. chap. 13, p. 262-304.

MANDEBVU, P.; WEST, J.W.; HILL, G.M.; GATES, R.N.; HATFIELD, R.D.; MULLINIX, B.G.; PARKS, A.H.; CAUDLE, A.B. Comparison of Tifton 85 and Coastal bermudagrasses for yield, nutrient traits, intake, and digestion by growing beef steers. *Journal of Animal Science*, v.77, p.1572-1586, 1999.

MEDEIROS, J.F. de. Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados do RN, PB e CE. Campina Grande: UFPB, 1992. 173p. Dissertação Mestrado

MEDEIROS, M.A.; FREITAS, A.V.L.; GUIMARÃES, I.P.G.; MADALENA, J.A.S.; MARACAJÁ, P.B. produção de mudas de tomateiro em bandejas multicelulares e irrigadas com efluente de piscicultura. *Revista Verde (Mossorô - RN - Brasil)*. v.3, n.3, p.59-63 de abril/junho de 2008

MELO, A. A. O uso de água residuária e composto orgânico no cultivo do algodão a partir de uma visão socioambiental. 2011. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande-PB.

MENDONÇA, S. R. Lagoas de areação e aeradas mecanicamente. João Pessoa: UFPB.,1990. p 235 – 277.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environment*, v. 25, 239-250, 2002.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.

NETONDO, G. W.; ONYANGO, J. C.; BECK, E. Sorghum and Salinity I. Response of Growth, Water Relations, and Ion Accumulation to NaCl Salinity. *Crop Science*, v. 44, n. 3, p. 797-805, 2004.

NEUMANN, P. Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant, Cell and Environment*, v. 20, n. 9, p. 1193-1198, 1997.

NUNES, A. J. P., Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarão marinho. *Revista Panorama da Aquicultura*. Rio de Janeiro, v. 12, n.71, p.27-39, março/abril 1998.

OLIVEIRA, J. G. Acompanhamento da fotossíntese líquida e da cinética de emissão de fluorescência da clorofila a de plantas de café (*Coffea arabica* L.) submetidas a um ciclo de suspensão e restabelecimento da irrigação. 1995. 55 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

OLIVEIRA, A.P.P.; ROSSIELLO, R.O.P.; GALZERANO, L.; COSTA JÚNIOR, J.B.G.; SILVA, R.P.; Morenz, M.J.F. Respostas do capim-Tifton 85 a aplicação de nitrogênio, cobertura do solo, índice de área foliar e interceptação da radiação solar. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.62, n.2, p.429-438, 2010.

ORDÖG, V. Proporção e concentração ideal dos nutrientes na água dos viveiros de alevinagem. In: VI SIMPÓSIO LATINOAMERICANO E V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, Florianópolis, 1988. Anais..., Florianópolis : ABRAq, 1990. p. 163-168.

PASSIOURA, J.B. Water in the soil-plant-atmosphere continuum. In: LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; OSMOND, C.B. & ZIEGLER, H., eds. *Physiological plant ecology*. II. Water relations and carbon assimilation. Berlin, Springer-Verlag, 1982. v. 12B, p. 5-33. (Encyclopedia of plant physiology).

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.

PLAUT, Z. Photosynthesis in plant/crops under water and salt stress. In: PESSARAKLI, M. (Ed), *Handbook of Plant and Crop Physiology*. Arizona: Marcel-Dekker, Inc., 1995, p. 587-603.

PEDREIRA, C. G. S. Avaliação de novas gramíneas do gênero *Cynodon* para a pecuária do sudeste dos Estados Unidos. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. Anais... p.111-125.

PESCOD, M.B. e ARAR, A. Treatment and use of sewage effluents for irrigation. Butterworths, Londres. 1992.

PIZARRO, F. Riegos localizados de alta frecuencia. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2ª edición, 471p, 1990.

PRATT, P.F., SUAREZ., D.L., Irrigation water quality assessments. In: TANJI, K.K. Agricultural salinity assessment and management. New York: ASCE, 1990, Cap. 11, p.220-236.

RASCHKE, K. Movements using turgor mechanisms. In: HAUPT, W. & FEINLEIB, M.E., eds. *Physiology of movements*. Berlin, Springer-Verlag, 1979. v. 7, p.383-441. (Encyclopedia of plant physiology).

REBOUÇAS, A. C. Água Doce no Mundo e no Brasil, In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G., (Org.), *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*, São Paulo – SP, Editora Escrituras. 1999.

RHOADES, J. D. Overview: Diagnosis of salinity problems and selection of control practices. In: TANJI, K. K. Agricultural salinity assessment and management. New York: ASCE, 1990. Cap.2. p. 18-41.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. The use of saline waters for crop production. Rome: FAO, 1992. 133 p. (Irrigation and Drainage Paper, 48).

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. The use of saline waters for crop production *FAO Irrigation and Drainage* v. 48, Rome, Italy, 1997. Versão eletrônica.

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48 revisado).

RICHARDS, L. A. (Ed). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, DC: United States Salinity Laboratory Staff, USDA, 1954. 160p. (Agriculture Handbook, 60).

ROBINSON, M. F.; V'ERY, A. A.; SANDERS, D.; MANSFIELD, T. A. How can stomata contribute to salt tolerance? *Annals of Botany*, v. 80, n. 4, p. 387-393, 1997.

SCHEUERMANN, R.; BIEHLER, K.; STUHLFAUTH, T.; FOCK, H. Simultaneous gas exchange and fluorescence measurements indicate differences in response of sunflower, bean and maize to water stress. *Photosynthesis Research*, v. 27, n. 3, p. 198-197, 1991.

SHANNON, M.C. Grieve, C.M., Francois, L.E. Whole-plant response to salinity. In: Wilkinson, R.E. Ed. *Plant environment interactions*. Marcel Dekker Inc., New York, USA, pp. 199-244, 1994.

SILVA, L. C. AMORIM NETO, M. S. BELTRÃO, N. E. de M. Recomendações Técnicas para o cultivo e época de plantio de mamona cv. BRS 149 Nordestina na micro região de Irecê, Bahia. Campina Grande; Embrapa Algodão, 2000. 6p. (Comunicado Técnico, 112).

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. M.; AMORIM NETO, M. S. Análise do crescimento de comunidades vegetais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000. 46 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 34).

SILVA, L. C. & RAO, V. R. T. Avaliação de métodos para estimativa de coeficientes da cultura de amendoim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande. v.10, n.1, p.128-131, 2006

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. A New Version of the Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando Anais... Orlando: American Society of Agricultural Engineers, p.393-396. 2006.

SILVA, J.P.; HESPANHOL, I. Reuso de água : efluentes tratados como Água de processo na indústria de curtimento de couros – estudo de caso : ETA Franca (SABESP)- distrito Industrial de Franca . In: V SIMPÓSIO DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA. 2002, São Paulo. Anais... NISAM, 2002.p.1-14

SILVA, M.M.P. da; VASQUEZ, H.M.; BRESSAN-SMITH, R; SILVA, J.F.C. da; ERBESDOBLER, E.D'A.; ANDRADE JUNIOR, P.S.C. de; Eficiência fotoquímica de gramíneas forrageiras tropicais submetidas à deficiência hídrica. *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.1, p.67-74, 2006

SOUSA, F.B. de; CARVALHO F.C. de; ARAÚJO FILHO, J.A. de; Capim Gramão: uma opção para o Nordeste Brasileiro. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 2005. 04 p. (Circular Técnica, 14).

SOUSA, F.B. de; SILVA, N.L. da; ARAÚJO FILHO, J.A. de; Recomendações para formação e utilização de pastagens de capim-gramão. Sobral: EMBRAPA-CNPC, p.1-3, dez. 1998. (Comunicado Técnico, 47).

SOUSA, J.T.; HENRIQUE, N.I.; LEITE, D.V.; LOPES, W.S. Tratamento de águas residuárias: uma proposta para a sustentabilidade ambiental. Revista de Biologia e Ciências da Terra, p. 90–97, 2006.

SOUSA, J. T., LEITE, V. D. Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura. ed. Campina Grande: EDUEP, 2003. 103p.

TANJI, K. K. Agricultural salinity assessment and management. New York: ASCE 1990.

TRENTIN, C. V. Diagnóstico voltado ao planejamento do uso de águas residuárias para irrigação, nos cinturões verdes da região metropolitana de Curitiba-PR. 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

TONATO, F.; PEDREIRA, C.G.S. O Capim Tifton 85. Disponível em: <http://www.planoconsultoria.com.br/site/circular7.htm>. Acessado 06 de fevereiro de 2011.

TUCCI, C. E. M; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O.M. Gestão da água no Brasil, Brasília : UNESCO, 2001.156p.

VAN HAANDEL, A.; LETTINGA, G. Tratamento anaeróbio de esgotos: Um manual para regiões de clima quente. Campina Grande, PB, 1994.

VILELA, H. Série Gramíneas Tropicais – Gênero Cynodon (Bermuda – Capim). Portal Agronomia. Disponível em: [http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_gramineas\\_tropicais\\_cynodon.htm](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_cynodon.htm). acessado em 10 de março de 2011.

WERNECK, J. E. F. L.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O estado das águas no Brasil: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos. Geneva: Organização Meteorológica Mundial. 1999, 334p.

WEST, J.W.; HILL, G.M.; GATES, R.N.; MULLINIX, B.G. Effects of dietary forage source and amount of forage addiction on intake milk yield and digestion by lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, v.80, p.1656–1655, 1997.