

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DIÊGO NATHÃ BONIFÁCIO RODRIGUES**

**LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA, VIA  
FERTIRRIGAÇÃO, NA CULTURA DA FIGUEIRA NO SEMIÁRIDO CEARENSE**

**FORTALEZA**

**2009**

DIÊGO NATHÃ BONIFÁCIO RODRIGUES

LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA, VIA  
FERTIRRIGAÇÃO, NA CULTURA DA FIGUEIRA NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana

FORTALEZA

2009

R6111 Rodrigues, Diêgo Nathã Bonifácio  
Lâminas de irrigação e doses de adubação potássica, via fertirrigação, na cultura da figueira no semiárido cearense / Diêgo Nathã Bonifácio Rodrigues, 2009.  
76 f. ;il., color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinicius de Araújo Viana  
Co-orientadora: Profa. Dra. Albanise Barbosa Marinho  
Área de Concentração: Irrigação e drenagem  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Depto. de Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2009.

1. Figueira. 2. Irrigação – Manejo. 3. Roxo de Valinhos. I. Viana, Thales Vinicius de Araújo (Orient.). II. Marinho, Albanise Barbosa. III. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. IV. Título.

CDD 630

DIÊGO NATHÃ BONIFÁCIO RODRIGUES

LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA, VIA  
FERTIRRIGAÇÃO, NA CULTURA DA FIGUEIRA NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Aprovada em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2009

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana, (Orientador)

Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Pesq. Dra. Albanise Barbosa Marinho, (Co-orientadora)

Pesquisadora PNPd/CAPES/UFC

---

Prof. Dr. Solerne Caminha Costa

IFCE Limoeiro do Norte

A minha tia *Cleide*, por ser uma pessoa muito importante em minha vida e ao meu tio *Francisco José Bonifácio Moreno “Chico” in memoriam* um grande amigo que eu tive.

**OFEREÇO**

Aos meus pais, *Francisco Rodrigues Nunes* e *Ana Lúcia Bonifácio Moreno*, e principalmente ao meu avô *Geraldo Rodrigues Nunes*, pois devo a eles tudo o que sou hoje.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dá forças nos momentos mais difíceis da minha vida e me ajudar sempre que eu preciso.

Ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico CENTEC Sobral e hoje o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia IFCE Sobral, pela oportunidade de cursar a minha graduação em Tecnologia em Recursos Hídricos / Irrigação.

Aos Professores Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho, Dr. Manoel Valnir Júnior e Dr. Rodrigo Otávio Rodrigues de Melo Souza por terem acreditado em mim para conseguir cursar o mestrado.

Ao professor Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana por todo o apoio, amizade e pelos valiosos conselhos durante o curso, a Dra. Albanise Barbosa Marinho por ter tido a paciência em ser minha co-orientadora e ao Dr. Solerme Caminha Costa por ter aceitado participar da minha banca.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Banco no Nordeste pelo financiamento do projeto de pesquisa.

À Universidade Federal do Ceará – UFC, através do Departamento de Engenharia Agrícola por ter concedido à oportunidade de realizar o curso de mestrado.

À FIGOOD, na pessoa do Álvaro Adolfo Q. Guimarães Júnior, por ter cedido à área para realização do experimento e aos funcionários (as) Letícia, Carlinhos, Klésia, Rita, Rosa, Rejane, Wania e Roziana que ajudaram bastante repassando informações para que o experimento fosse bem sucedido.

Aos professores do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará em especial ao Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra e ao Dr. Raimundo Nonato Távora Costa, pela amizade e os conhecimentos a mim transmitidos.

Aos grandes amigos: Anna Karine e Marcos Mesquita, que no decorrer do curso deram forças para eu ter conseguido chegar até aqui, a Dona Zilmar por ter me acolhido como um filho e ao Luiz Henrique que um dia será um grande homem assim como o pai.

Aos grandes amigos: Eduardo Júnior, Flávio, Luiz Carlos e principalmente Tony Thiago que esteve presente nos momentos fáceis e difíceis durante a realização do curso.

E a todos os companheiros do mestrado e doutorado que por dois anos estiveram presentes em todas as aulas no departamento e principalmente nas aulas práticas

compartilhando bons momentos: Marcelo, Edivam, Olienaide e Ciro, Eveline, Leila, Nílvia, Fabrício, Fernando, Jefferson, Andréia, Antônio Henrique “Spooke Tocantins”, Hernanes “Biro biro”, Fabrício Gonçalves, Kelly, Elisângela, Ana Paula, Bruno, Clayton Moura, Clayton e Débora “Carioca”, Elisângela.

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará em especial: Toinha, Maurício, Aninha e Maria de Fátima.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

*"A principal meta da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas, não simplesmente repetir o que outras gerações já fizeram. Homens que sejam criadores, inventores, descobridores. A segunda meta da educação é formar mentes que estejam em condições de criticar, verificar e não aceitar tudo que a elas se propõe."*

***Jean Piaget***

## RESUMO

RODRIGUES, Diêgo Nathã Bonifácio, Universidade Federal do Ceará. Agosto de 2009. **Efeito de lâminas de irrigação e doses de adubação potássica, via fertirrigação, na cultura do figo no semiárido cearense.** Orientador: Thales Vinicius de Araujo Viana. Examinadores: Albanise Barbosa Marinho e Solerne Caminha Costa.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as variáveis de crescimento e de produção da figueira, cultivar Roxo de Valinhos, sob o efeito de diferentes níveis de irrigação e de doses crescentes de adubação potássica, aplicadas via fertirrigação, nas condições edafoclimáticas do Distrito de Irrigação Jaguaribe Apodi (DIJA), Limoeiro do Norte, Ceará. Foram conduzidos dois distintos trabalhos, denominados de I e II, em uma área experimental da empresa Figood, Quadra 3, lote 41, no município de Limoeiro do Norte (05°20' S, 38°5' W, 143 m). O delineamento experimental dos dois experimentos foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, definidos em função do nível de irrigação (experimento I) e da dose de adubação potássica (experimento II). No experimento I, os tratamentos corresponderam a 50; 75; 100; 125 e 150% da evaporação medida no tanque classe A (ECA) e, no experimento II, os tratamentos foram definidos em função da adubação potássica: 50; 75; 100; 125 e 150% da recomendação da análise de solo (RAS). Nos dois experimentos, foram avaliadas as variáveis: altura da planta, diâmetro do caule, comprimento dos ramos, peso dos frutos, número de frutos, diâmetro de frutos e teor de sólidos solúveis totais (SST). Verificou-se no experimento I que a figueira não sofreu influência dos níveis de irrigação para: altura da planta, diâmetro do caule, comprimento dos ramos, peso dos frutos, diâmetro dos frutos e teor de SST, no entanto houve influência no número de frutos com o tratamento 125% da ECA, resultando num número de frutos máximo estimado em 24 planta<sup>-1</sup>. A produtividade respondeu significativamente à aplicação de diferentes lâminas de irrigação, atingindo valores máximos estimados de 1.552,74 kg ha<sup>-1</sup> com uma lâmina de 1.647,06 mm. A eficiência do uso da água apresentou um melhor resultado com a lâmina de equivalente ao tratamento 100% da ECA, com um valor estimado de 1,02 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>. No experimento II, os resultados obtidos demonstraram que a aplicação de doses diferenciadas de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> aplicadas via fertirrigação na cultura da figueira variedade Roxo de Valinhos, na Chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará, não alterou significativamente nenhuma das variáveis analisadas. Como os resultados não foram significativos para as variáveis analisadas quanto as dosagens de potássio, o produtor deve aplicar a dosagem mínima analisada (50% da recomendação da análise de solo) devido a grande quantidade de potássio existente no solo da região, além de reduzir os custos de produção e diminuir o risco de salinização do solo.

**Palavras-chave:** *Ficus carica* L. Roxo de Valinhos. Manejo de irrigação.

## ABSTRACT

RODRIGUES, Diêgo Nathã Bonifácio, Universidade Federal do Ceará. (2009). **Effect of irrigation levels and doses of potassium via fertigation, in the cultivation of figs in the semi-arid region of the brazilian state of Ceará.** Advisor: Thales Vinicius de Araujo Viana. Council members: Albanise Barbosa Marinho e Solerne Caminha Costa.

The objective of this study was to evaluate growth and production variables of the Roxo de Valinhos fig, under the effect of different irrigation levels and increasing doses of potassium applied by fertigation at the conditions reigning in the Distrito de Irrigação Jaguaribe Apodi (DIJA), Limoeiro-CE. We conducted two separate studies, named I and II in an experimental area of the company Figood, Block 3, Lot 41 in the city of Limoeiro do Norte (05 ° 20 'S, 38 ° 5' W, 143 m). The design of the two experiments was randomized blocks with five treatments and four replicates, depending on the level of irrigation (experiment I) and depending on the dose of potassium fertilization (experiment II). In the first experiment, treatments consisted of irrigation level equivalent to 50%, 75%, 100%, 125% and 150% of the amount evaporated as measured in an evaporation pan class A (PCA). As to the second experiment, the treatments were defined in relation to nitrogen fertilization: 50%, 75%, 100%; 125% and 150% of the recommended nitrogen dosage (from the soil analysis). In both experiments, the variables were evaluated: plant height, stem diameter, branch length, fruit weight, fruit number, fruit diameter and total soluble solids (TSS). It was determined from the results of the first experiment that the tree was neither influenced by levels of irrigation in the plant height, nor in its stem diameter, nor in branch length, nor in fruit weight, nor in fruit diameter nor even in TSS. However, there was influence on the number of fruits from the treatment with the product from 125% PCA, resulting in a maximum number of fruit estimated at 24 fruits per plant. The yield responded significantly to application of different irrigation levels, reaching maximum values of 1552.74 kg ha<sup>-1</sup> with a depth of 1647,06 mm. The efficiency of water use was better with the depth of irrigation equivalent to 100% of the PCA, with an estimated value of 1.02 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>. In experiment II, the results demonstrated that the application of different doses of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> applied through fertigation in the culture of Roxo de Valinhos fig, in the Chapada do Apodi, Limoeiro-Ce, did not significantly alter any of the analysed variables. As the results were not significant for any variable at the tested dosages of potassium, the producer must apply the minimum dosage tested (50% of the recommendation of the analysis of soil) due to the large amount of potassium in the soil of the region, in order to reduce production costs and reduce the risk of soil salinization.

**Keywords:** *Ficus carica* L. Roxo de Valinhos, Irrigation management.

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b>	Caracterização do solo da área experimental nas profundidades de 0 - 20 e 20 -40 cm. Limoeiro do Norte, Ceará, 2007 .....	31
<b>TABELA 2</b>	Tratamentos, vazão e número de gotejadores planta <sup>-1</sup> .....	34
<b>TABELA 3</b>	Doses de sulfato de potássio e sulfato de amônio aplicadas em função dos tratamentos para os meses de Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro no Experimento I.....	39
<b>TABELA 4</b>	Doses de sulfato de potássio e sulfato de amônio aplicadas em função dos tratamentos para os meses de Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro no Experimento II .....	39
<b>TABELA 5</b>	Esquema da análise de variância.....	41
<b>TABELA 6</b>	Valores de evaporação do tanque classe A (ECA) e precipitação (P), durante a realização do experimento .....	43
<b>TABELA 7</b>	Valores de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (Vv) a 2,0 m de altura, Limoeiro do Norte, Ceará, 2008.....	44
<b>TABELA 8</b>	Precipitação e lâminas de irrigação aplicadas mensalmente (mm) durante o período experimental de julho a dezembro de 2008.....	45
<b>TABELA 9</b>	Resumo da análise de variância para as características da figueira: altura da planta (cm), diâmetro do caule (cm) e comprimento dos ramos (cm), no período de julho a dezembro de 2008.....	47
<b>TABELA 10</b>	Resumo da análise de variância para as variáveis: peso dos frutos (g), número dos frutos, diâmetro dos frutos (cm) e teor de sólidos solúveis totais (°Brix) nos frutos, Experimento I, no período de julho a dezembro de 2008 .....	50
<b>TABELA 11</b>	Resumo da análise de variância para o parâmetro produtividade da figueira, Experimento I, no período de julho a dezembro de 2008 .....	55
<b>TABELA 12</b>	Eficiência do uso da água para a cultura da figueira para a região da chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará.....	57
<b>TABELA 13</b>	Resumo da análise de variância para as características da figueira: altura da planta (cm), diâmetro do caule (cm) e comprimento dos ramos (cm), Experimento II, no período de julho a dezembro de 2008.....	59

<b>TABELA 14</b>	Resumo da análise de variância para as variáveis: peso dos frutos (g), número dos frutos, diâmetro dos frutos (cm) e produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ), Experimento II, no período de julho a dezembro de 2008 .....	62
------------------	---	----

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b>	Croqui geral da área, mostrando as delimitações dos experimentos I e II .....	32
<b>FIGURA 2</b>	Ilustração de um bloco da área experimental .....	33
<b>FIGURA 3</b>	Distribuição dos gotejadores em função de cada tratamento no experimento .....	34
<b>FIGURA 4</b>	Delineamento do experimento II .....	35
<b>FIGURA 5</b>	Cabeçal de controle.....	36
<b>FIGURA 6</b>	Disposição das linhas de irrigação sob as linhas de plantio .....	37
<b>FIGURA 7</b>	Registro na entrada de cada linha lateral de cada experimento .....	37
<b>FIGURA 8</b>	Sistema de injeção de fertilizantes.....	38
<b>FIGURA 9</b>	Esquema de medição das características de crescimento das plantas da figueira no decorrer do experimento.....	40
<b>FIGURA 10</b>	Variação da temperatura (°C) e da umidade relativa do ar (%) durante o período de julho a dezembro de 2008 .....	44
<b>FIGURA 11</b>	Variação das lâminas de irrigação aplicadas referentes a cada tratamento (mm) e da precipitação mensal (mm) ocorrida durante o experimento .....	46
<b>FIGURA 12</b>	Evolução da altura média das plantas (cm) de todos os tratamentos em função dos dias após a poda (DAPd) .....	48
<b>FIGURA 13</b>	Evolução do diâmetro médio do caule (cm) em todos os tratamentos em função dos dias após a poda (DAPd) .....	48
<b>FIGURA 14</b>	Evolução do comprimento médio dos ramos (cm) em todos os tratamentos em função dos dias após a poda (DAPd).....	49
<b>FIGURA 15</b>	Peso médio dos frutos (g) da figueira em função das lâminas de irrigação, em dois meses de colheita.....	51
<b>FIGURA 16</b>	Número de frutos por planta na figueira em função das lâminas de irrigação, em dois meses de colheita.....	52
<b>FIGURA 17</b>	Comportamento do diâmetro médio dos frutos (cm) da figueira em função das lâminas de irrigação .....	53
<b>FIGURA 18</b>	Teor de SST dos frutos da figueira em função das lâminas de irrigação .....	54
<b>FIGURA 19</b>	Produtividade da figueira (kg ha <sup>-1</sup> ) em função das lâminas de irrigação, em dois meses de colheita.....	55

<b>FIGURA 20</b>	Eficiência do uso da água para as lâminas de irrigação na figueira nos diferentes níveis de irrigação, em dois meses de colheita .....	58
<b>FIGURA 21</b>	Evolução da altura média das plantas (cm) em função de todos os tratamentos aplicados durante o experimento de fertirrigação potássica.....	60
<b>FIGURA 22</b>	Evolução do diâmetro médio do caule (cm) em função de todos os tratamentos aplicados durante o experimento de fertirrigação potássica.....	60
<b>FIGURA 23</b>	Evolução do comprimento médio dos ramos (cm) em função de todos os tratamentos aplicados durante o experimento de fertirrigação potássica.....	61
<b>FIGURA 24</b>	Valores médios do peso dos frutos (g) nas diferentes doses de fertirrigação potássica.....	63
<b>FIGURA 25</b>	Valores médios do número de frutos nas diferentes doses de fertirrigação potássica.....	64
<b>FIGURA 26</b>	Valores médios do diâmetro dos frutos (cm) nas diferentes doses de fertirrigação potássica.....	64
<b>FIGURA 27</b>	Valores médios para a produtividade da figueira ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) nas diferentes doses de fertirrigação potássica, em dois meses de colheita .....	65

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>A Cultura da Figueira</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Aspectos Econômicos da cultura do Figo</b>	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Adubação Potássica na Figueira</b>	<b>23</b>
<b>2.4</b>	<b>A Água no Rendimento das Culturas</b>	<b>25</b>
<b>2.5</b>	<b>Manejo da Irrigação</b>	<b>26</b>
<b>2.6</b>	<b>Fertirrigação: Conceitos e Importância Econômica</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL DE MÉTODOS</b>	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>Localização e caracterização da área experimental</b>	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>Clima</b>	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>Caracterização do solo</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Preparo do solo, plantio e condução da cultura</b>	<b>31</b>
<b>3.5</b>	<b>Descrição do experimento</b>	<b>32</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Experimento I: Lâminas de irrigação</b>	<b>33</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Experimento II: Fertirrigação potássica</b>	<b>35</b>
<b>3.6</b>	<b>Sistema e manejo da irrigação</b>	<b>36</b>
<b>3.7</b>	<b>Fertirrigação</b>	<b>38</b>
<b>3.8</b>	<b>Variáveis analisadas</b>	<b>40</b>
<b>3.9</b>	<b>Eficiência do uso da água</b>	<b>41</b>
<b>3.10</b>	<b>Análises estatísticas</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>Características meteorológicas do período experimental</b>	<b>43</b>
<b>4.2</b>	<b>Manejo da irrigação</b>	<b>45</b>
<b>4.3</b>	<b>Experimento I: Lâminas de Irrigação</b>	<b>47</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Características de crescimento</b>	<b>47</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Peso dos frutos, número dos frutos, diâmetro dos frutos e teor de sólidos solúveis totais (°brix)</b>	<b>50</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Produtividade</b>	<b>54</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Eficiência do uso da água</b>	<b>57</b>
<b>4.4</b>	<b>Experimento II: Fertirrigação Potássica</b>	<b>59</b>

4.4.1	Características de crescimento.....	59
4.4.2	Peso dos frutos, número dos frutos, diâmetro dos frutos e produtividade.....	62
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>66</b>
<b>5.1</b>	<b>Experimento I: Lâminas de Irrigação</b> .....	<b>66</b>
<b>5.2</b>	<b>Experimento II: Fertirrigação Potássica</b> .....	<b>66</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma das atividades econômicas em ascensão no Brasil. Hoje, muitos já apontam o Brasil como o maior produtor de frutas tropicais do mundo devido ao incentivo do governo e a excelente localização geográfica, o que proporciona boas condições climáticas, além de favoráveis características de solo e de disponibilidade hídrica.

A figueira (*Ficus carica* L.) pertence à família das Moráceas é considerada uma das mais antigas árvores frutíferas domesticadas, tendo sido encontrados fósseis das eras geológicas Quaternária e Terciária. Referências sobre a figueira são encontradas na Bíblia, nos escritos de Homero, Teofrasto, Aristóteles, Plínio e de outros escritores gregos e romanos.

O introdutor do figo Roxo em Valinhos foi o Sr. Lino Busatto, imigrante italiano, que chegou por volta de 1898 e teve a iniciativa de mandar vir de uma região da Itália, próxima ao mar Adriático, algumas mudas de figueiras produtoras de figo Roxo, que encontraram fácil adaptação, sendo hoje conhecidos como “Roxo de Valinhos”.

A figueira se desenvolve bem nas regiões subtropicais temperadas, mas tem grande capacidade de adaptação climática. A figueira é capaz de se adaptar às condições de existência as mais diversas e até as mais opostas e que, por esse motivo, pode ser encontrada desde a beira-mar, nas dunas ardentes da Líbia, até as planícies frias dos Andes, a mais de 3 mil metros de altitude. No Brasil, exemplo de adaptabilidade é o sucesso obtido em culturas tanto no Estado do Rio Grande do Sul, em região de clima frio, como na região semi-árida do Estado de Pernambuco, no nordeste quente do país.

O figo se apresenta como grande potencial para ser o próximo atrativo na pauta de exportações da fruticultura cearense. Há uma previsão de cultivo de 100 hectares nos próximos quatro anos e o produto já tem destino certo: o mercado europeu. O fruto já teve sua prova de fogo: a primeira remessa para o mercado internacional aconteceu no mês de agosto (2005). Foram seis mil caixas referentes à primeira safra. A produção, de quatro hectares, fica no Sítio Matriz, no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, em Limoeiro do Norte, de propriedade da Indaiá Exotic. A empresa tem investimentos em Valinhos (SP), sendo a primeira no ranking de exportação da fruta no Brasil..

Entretanto, apesar dos avanços da agricultura irrigada no estado do Ceará, bem como da cultura do figo, o manejo da irrigação tem se caracterizado pelo seu empirismo, muitas vezes com aplicação excessiva ou deficitária de água. Em parte, a não ocorrência de um manejo hídrico adequado por parte dos produtores pode ser explicada pelo elevado custo

dos equipamentos para medições e/ou estimativas das necessidades hídricas da cultura. Um outro fato: como a cultura é recente em nosso estado, em comparação com outras já tradicionais, não se disponibilizou até o momento informações técnicas sobre a mesma, principalmente, no que concerne aos manejos de irrigação e de fertirrigação.

A produção de uma cultura está relacionada, em primeiro lugar, com a genética da planta, que pode ser responsabilizada por aproximadamente 60% da expressão da produtividade, enquanto os 40% restantes podem ser atribuídos ao ambiente (clima, solo, água, etc.). As práticas de manejo cultural são influenciadas direta ou indiretamente pelos fatores ambientais; entretanto, os fatores climáticos independem da ação direta do homem e o seu controle pode ser muito difícil ou oneroso. A irrigação, em todas as suas etapas, depende fundamentalmente do conhecimento dos fatores climáticos e meteorológicos, a começar pelo planejamento, dimensionamento dos sistemas de irrigação e do manejo da água nos sistemas de produção agrícola. Os requerimentos de água das culturas variam com os fatores climáticos e são, na maioria das vezes, estimados através da evapotranspiração.

O manejo inadequado da água no solo traz sérios problemas relacionados a perdas de nutrientes, principalmente por lixiviação. Uma aplicação além da capacidade máxima de retenção do solo pode causar grandes perdas de nutrientes por lixiviação, escoamento superficial e erosão, sendo que o nitrogênio, o cálcio, o potássio e o magnésio apresentam maiores taxas de perdas.

Os nutrientes exercem funções específicas dentro da planta, a carência ou o excesso de um deles resulta em alterações metabólicas, morfológicas ou anatômicas específicas, que se traduzem em sinais externos, os quais, juntamente com as análises de solo e de folhas, completam o diagnóstico da disponibilidade dos nutrientes no solo, o que é fundamental no estabelecimento dos programas de adubação.

Um suprimento inadequado de potássio ocasiona um funcionamento irregular dos estômatos, podendo diminuir a assimilação de  $\text{CO}_2$ , e a taxa fotossintética. Por outro lado, aplicações excessivas de adubo potássico podem acarretar a lixiviação do cátion  $\text{K}^+$  e provocar um efeito salino no solo. Além disso, pode inibir a absorção de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , bem como uma diminuição na assimilação do fósforo, chegando muitas vezes a causar a deficiência desses nutrientes. Implicando desse modo, em efeitos depressivos sobre a produção das plantas.

Na adubação convencional, com aplicação dos adubos a lanço, pesquisas têm demonstrado que apenas 1/3 dos adubos nitrogenados e potássicos incorporados ao solo é aproveitado pelas plantas, com o restante se perdendo por lixiviação, escoamento superficial e

volatilização, já com a aplicação de fertilizantes via água de irrigação, essas perdas podem ser reduzidas ou eliminadas, pois os nutrientes são fornecidos no momento e em quantidades adequadas para as plantas, aumentando a eficiência e o aproveitamento dos adubos. Nutrientes como o nitrogênio e o potássio podem ser aplicados via fertirrigação, proporcionando melhor aproveitamento e eficiência na aplicação de fertilizantes.

Para se aproveitar o potencial produtivo da cultura é necessário que se realizem pesquisa regionalizada seja quanto à disponibilidade hídrica ou de nutrientes, bem como a correlação entre estes. A nutrição mineral via fertirrigação torna-se uma boa alternativa para o fornecimento de minerais essenciais à qualidade dos figos.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivos:

a) Avaliar as variáveis de crescimento e de produção da figueira variedade Roxo de Valinhos, sob diferentes níveis de irrigação, quantificados a partir da evaporação medida por meio do tanque classe A como estimativa da demanda hídrica para as condições edafoclimáticas de Limoeiro do Norte, Ceará;

b) Avaliar as variáveis de crescimento e de produção da figueira variedade Roxo de Valinhos, sob doses crescentes de adubação potássica, aplicadas via fertirrigação, para as condições edafoclimáticas de Limoeiro do Norte, Ceará.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A Cultura da Figueira

A figueira (*Ficus carica* L.) é uma frutífera de clima subtropical, com folhas caducifólias e aspecto arbóreo, sendo plantada em diferentes tipos climáticos, podendo ser mais afetada pelas baixas temperaturas de inverno do que pelas altas temperaturas de verão (BRIZZOLA; TECHHIO; HORA, 2005a).

A figueira pertence à família moreacea, gênero *Ficus* e subgênero *Eusyce*, caracterizado por apresentar flores unissexuais e genoidicismo, cujas espécies mais conhecidas são amoreiras (*Morus alba* e *Mofos nigra*) e a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*). Somente o gênero *Ficus*, ao qual pertence a figueira, possui mais de 600 espécies (SOUSA; MELO; MANCIN, 2007). Conforme as características de suas flores e formas de frutificação existem quatro tipos gerais de *ficus carica*: caprifigo, smirna, comum e São Pedro Branco, sendo que as variedades mais cultivadas em todo o mundo pertencem ao tipo comum. No Brasil, ocorre o mesmo: a variedade roxo de Valinhos (município do interior de São Paulo onde a produção de figos é bastante antiga e volumosa) é a mais cultivada comercialmente e pertence, também, ao tipo comum (TODA FRUTA, 2007b).

O cultivo da figueira no Brasil baseia-se praticamente na plantação de uma única variedade, Roxo de Valinhos, com maior expressão econômica nos Estados do Rio Grande do Sul, de Minas Gerais e de São Paulo, em regiões bem delimitadas (TODA FRUTA, 2007a).

O figo, ao contrário do que aparenta, não é um fruto e sim o que, pomologicamente, é denominado de “sicônio”. Pode ser definido como sendo uma infrutescência na qual as flores ou os frutos individuais crescem justapostos, atapetando o interior de um receptáculo suculento cuja única comunicação com o exterior é feita através de um pequeno orifício apical, o estíolo. A base alongada do receptáculo, que prende o figo ao ramo, é, em analogia aos frutos verdadeiros, chamada de pedúnculo (MEDEIROS, 2002).

A figueira se desenvolve bem nas regiões subtropicais temperadas, mas tem grande capacidade de adaptação climática. A figueira é capaz de se adaptar às condições de existência as mais diversas e até as mais opostas e que, por esse motivo, pode ser encontrada desde a beira-mar, nas dunas ardentes da Líbia, até as planícies frias dos Andes, a mais de 3 mil metros de altitude. No Brasil, exemplo de adaptabilidade é o sucesso obtido em culturas

tanto no Estado do Rio Grande do Sul, em região de clima frio, como na região semi-árida do Estado de Pernambuco, no nordeste quente do país (BIBVIR., 2006).

A produção do figo pode ser destinada tanto para a comercialização *in natura* quanto para a industrialização. Para a indústria, o fruto é comercializado meio maduro e destina-se à produção do doce seco e caramelado, tipo rami; o figo inchado, ou de vez, pode ser usado para o preparo de compotas e figadas, enquanto os figos verdes são empregados para a produção de compotas e doces cristalizados (TODA FRUTA, 2007a).

## 2.2 Aspectos Econômicos da Cultura da Figueira

O Brasil é o maior produtor de figos da América do Sul e o segundo maior exportador de figo *in natura* no mundo, sendo superado apenas pela Turquia (FAO, 2005). O figo está entre as vinte principais frutas exportadas pelo Brasil e vem mantendo a terceira posição no ranking de volume comercializado, entre as frutas de clima temperado, com 0,9 mil toneladas atrás apenas da maçã com 153,0 mil toneladas e da uva com 28,8 mil toneladas, atingindo o patamar de US\$ FOB 2,109 milhões em 2004. Os maiores importadores do figo brasileiro são Alemanha, França, Países Baixos, Reino Unido e Suíça, dentre mais de dez países para onde, costumeiramente, são feitos embarques aéreos. Dentre as atividades da fruticultura brasileira, o agronegócio do figo é um dos setores de maior potencial de crescimento (TODA FRUTA, 2007a). No Brasil, o cultivo da figueira baseia-se praticamente na plantação de uma única variedade, a Roxo de Valinhos, caracterizada pelo seu elevado vigor e produtividade (PENTEADO, 1999).

O Ceará vem implantando nos últimos anos, uma sólida infra-estrutura de suporte à sustentabilidade do agronegócio da agricultura irrigada, criando condições competitivas para as cadeias produtivas da fruticultura. De 18 mil hectares cultivados em 1999, o Ceará passou para 26,7 mil hectares em 2003 representando um incremento de 48%, ou seja, um aumento de 8,7 mil hectares. Em 2007, a área plantada passou para 46,8 mil ha de frutas e a perspectiva até 2010 é de uma área plantada de 50,8 mil hectares, correspondendo a um aumento de 182% no período ou cerca de 15% ao ano (SEAGRI, 2005).

Com foco no mercado, o Ceará está apostando em produtos de alto valor agregado como as frutas, hortaliças e especiarias. Com base em análise de mercado, o estado priorizou as seis frutas de maior potencial, que são: abacaxi, banana, mamão, manga, melão e uva, mas,

sem, descartar outras possibilidades potenciais como a ata, graviola, goiaba, melancia, coco verde, limões e lima, laranja, acerola, abacate e outras frutas, como no caso do figo (SEAGRI, 2007).

A ficicultura, com seu sistema de cultivo com práticas intensivas abrangendo podas, desbrotas, pulverizações semanais e colheitas diárias, no caso de figo de mesa, é grande empregadora de mão-de-obra, sendo cultivada predominantemente em pequenas propriedades em sistema de meia e utilizando mão-de-obra familiar, sendo que cada meeiro cultiva uma área normalmente em torno de 1 ha (CAETANO, 2004).

### **2.3 Adubação Potássica na Figueira**

O potássio é o segundo macronutriente em teor contido nas plantas. É depois do fósforo, o nutriente mais consumido pela agricultura brasileira (RAIJ, 1991). O potássio se apresenta sob as formas trocável e não trocável no solo, sendo absorvido sob a forma de  $K^+$ . Sua redistribuição pelo floema é muito boa, uma vez que está presente no vegetal em grande quantidade.

O potássio quando se encontra em fase de carência é translocado dos órgãos mais novos (LUCAS, 2002). Contudo sua disponibilidade é bastante influenciada pelo teor de água no solo, devido, principalmente, à difusão e à relação de cátions (RAIJ, 1991). O K é o componente mineral de maior expressão nos processos osmóticos que envolvem absorção e armazenamento de água pelas plantas (RUGGIERO et al., 1996).

Carrijo et al. (2004) comentaram que o potássio (K) age como catalisador de algumas reações enzimáticas e está envolvido com a turgidez das células, abertura e o fechamento dos estômatos e nos processos de síntese, acumulação e transporte de carboidratos. Um suprimento inadequado de potássio ocasiona um funcionamento irregular dos estômatos, podendo diminuir a assimilação de  $CO_2$  e a taxa fotossintética, reduzindo o fornecimento de carboidratos com efeitos no crescimento da planta (MALAVOLTA; VITTI. OLIVEIRA, 1997). Por outro lado, aplicações excessivas de adubo potássico podem acarretar a lixiviação do cátion  $K^+$  e provocar um efeito salino no solo. Além disso, pode inibir a absorção de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , bem como uma diminuição na assimilação do fósforo, chegando muitas vezes a causar a deficiência desses nutrientes. Implicando desse modo, em efeitos depressivos sobre a produção das plantas (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2006). Plantas com

deficiência de K produzem frutos de pior qualidade, com menor teor de sólidos solúveis e mais ácidos, com maturação desuniforme, ocos e com manchas esverdeadas na parte basal, o que prejudica a maturação. Teores adequados de K na planta podem aumentar a resistência ao armazenamento pós-colheita.

Raij (1991) afirma que a maior parte do potássio é absorvida pelas plantas durante a fase de crescimento vegetativo. As altas taxas de absorção implicam em forte competição com a absorção de outros cátions. O mesmo autor ainda comenta que o potássio é absorvido como  $K^+$  pelas plantas e o nutriente mantém-se sempre nesta forma, sendo o mais importante na fisiologia vegetal, não fazendo parte de compostos específicos, pois a função do potássio não é estrutural.

Analisando os teores de macronutrientes em pecíolos e folhas de figueira em função da adubação potássica, encontraram resultados em que os teores de magnésio nas folhas e nos pecíolos no segundo ano agrícola tiveram seus valores reduzidos com o emprego de doses superiores a  $60 \text{ g planta}^{-1}$  de  $K_2O$ ; já os teores de nitrogênio, enxofre e cálcio não foram afetados significativamente pelas doses de potássio (BRIZZOLA; TECHHIO; HORA, 2005a).

Brizola (2003), conduzindo experimento com diferentes níveis de adubação potássica na cultura da figueira, afirma que as adubações potássicas proporcionaram aumentos de produção de massa seca de ramos e de frutos verdes, onde os melhores resultados estiveram associados aos níveis de  $90 \text{ g planta}^{-1}$  para os dois anos agrícolas estudados, em uma densidade de  $1600 \text{ plantas ha}^{-1}$  e solos sob condições de baixa e de média fertilidade de potássio.

Leonel et al. (2007), avaliando níveis crescentes de adubação potássica, na formação e no estabelecimento da muda de figueira no campo, comentaram que a ausência de adubações potássicas durante o desenvolvimento das mudas acarreta na produção de plantas menos vigorosas e que a dose de  $90 \text{ g planta}^{-1}$  de  $K_2O$  apresentou melhores resultados no crescimento e no estabelecimento das mudas.

Brizola, Tecchio e Mischán (2005a) trabalhando com níveis crescentes de adubação potássica, durante o período de estabelecimento e formação do pomar de figueira, relataram que adubações potássicas por reposição, baseadas nas exportações pelos ramos e pelos frutos, não garantem o adequado suprimento desse elemento para um bom estabelecimento e desenvolvimento da cultura da figueira.

Brizola et al. (2005b), realizando experimento sobre o estado nutricional da figueira (*Ficus carica* L., cv Roxo de Valinhos) conduzida durante o estágio de formação

(dois anos agrícolas), submetida a níveis crescentes de potássio, verificaram que as doses crescentes de adubação potássica incrementaram os teores de fósforo e de potássio nas folhas e nos pecíolos durante os dois anos agrícolas.

Estudos conduzidos por Haag (1979), Pereira (1981) e Quaggio, Raij e Piza (1996) mostraram que plantas de figueira bem supridas em macronutrientes apresentaram, nas folhas teores de N, P, K, Ca e Mg de, respectivamente, 20-33,8; 1,0-3,0; 30,0-50,0; 7,5,0-19,1 e 1,5-6,6 g kg<sup>-1</sup>.

Brizola (2003), avaliando o teor de macronutriente nas folhas no segundo ano de cultivo, verificou que o aumento nos níveis de potássio em cobertura provocou decréscimo nos teores de magnésio. O autor supõe que o fato se deve provavelmente aos efeitos antagônicos provocado pelas adubações sucessivas com potássio (duas adubações). No decorrer dos meses o autor verificou que os teores de nitrogênio comportam-se como os do fósforo e do potássio, inicialmente crescem (outubro/dezembro) e, posteriormente, decrescem (dezembro/fevereiro), já para o cálcio os teores foliares crescem continuamente, semelhantemente aos encontrados para o magnésio.

## **2.4 A Água no Rendimento das Culturas**

A água é um dos insumos que limita, mais freqüentemente, o rendimento da cultura, reduzindo assim a eficiência do sistema de produção agrícola. Por isso torna-se necessária, a realização de um manejo adequado da irrigação para atender às necessidades da cultura e obter um maior retorno econômico (AZEVEDO et al., 2005). O manejo da água exige conhecimentos sobre o seu efeito no crescimento e no rendimento das culturas. Sob condições de estresse hídrico, por excesso ou por falta de água as plantas são capazes de desenvolver mecanismos de resistência de tal forma a garantir o seu desenvolvimento vegetativo e produtivo (FREITAS et al., 1999).

Folegatti et al. (1997) comentam que a maioria das culturas possui períodos críticos quanto à deficiência hídrica, durante os quais a falta de água causa sérios decréscimos na produção final. A maneira como o déficit hídrico se desenvolve na planta é bastante complexa, pois afeta praticamente todos os aspectos de crescimento, incluindo modificações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas. Os prejuízos causados estão em função direta da sua duração, severidade e do estágio de desenvolvimento da planta.

O déficit hídrico provoca o fechamento dos estômatos, diminuindo a assimilação de CO<sub>2</sub> e conseqüentemente, diminuindo as atividades fisiológicas das plantas, principalmente a divisão e o crescimento das células, prejudicando a formação da inflorescência. Por outro lado, o excesso hídrico causa à falta de oxigênio, prejudicando a respiração e a assimilação dos fotoassimilados e a diminuição da quantidade de nutrientes fornecidos as plantas devido à lixiviação dos fertilizantes (DOBASHI et al., 1998; PEREIRA et al., 2003).

Sousa et al. (2000) ressaltam que a distribuição da água e a manutenção de níveis ótimos de umidade no solo durante todo o ciclo da cultura reduzem as perdas de água por drenagem e os períodos de estresse hídrico da cultura, o que aumenta a eficiência de uso da água.

Lima (1995) diz que as características essenciais nas relações hídricas das plantas são: o balanço interno, o estresse hídrico e o grau de turgência que existe nas plantas, visto que esses fatores são responsáveis pelo controle de processos fisiológicos que determinam quantitativamente e qualitativamente o crescimento das plantas. Para se entender como o déficit de água afeta o crescimento vegetal é necessário conhecer como a água participa dos processos biológicos da planta.

## **2.5 Manejo da Irrigação**

A irrigação tem como objetivo fornecer água ao solo, a fim de atender à demanda hídrica necessária ao ótimo desenvolvimento e a produção das culturas. Isto deve ser alcançado da maneira mais eficiente possível, adotando-se medidas capazes de proporcionar um manejo de irrigação adequado. Todavia, considerando-se a irrigação como um complemento tecnológico capaz de garantir a produção agrícola e obter altas produtividades, envolvendo altos custos de instalação e de manutenção, a aplicação de água deve ser feita na quantidade certa e no momento certo (ROTONDANO; MELO, 2007).

Segundo Coelho (1999), o sistema de irrigação por gotejamento tem sido bem aceito entre os produtores, sendo que seu uso adequado proporciona microclima úmido transitório durante o ciclo de irrigação, dada sua característica de aplicar água diretamente no solo.

Olitta (1984 apud LUCAS, 2002), afirma que em estudos sobre irrigação por gotejamento, verificou que esse sistema permite um bom controle da irrigação e economia de

água em várias culturas e, em algumas condições, tem propiciado produções superiores aos obtidos com o uso de outros métodos. A irrigação por gotejamento oferece um grande potencial de benefícios no uso eficiente da água, na resposta das plantas e no manejo da irrigação. Algumas vantagens não são exclusivas desse sistema de irrigação, pois com outros também é possível alcançar resultados semelhantes.

Existem vários procedimentos que podem ser adotados como critérios adequados para a realização do manejo da água de irrigação. De maneira geral, os critérios existentes baseiam-se em medidas do status da água em um ou mais componentes do sistema solo-planta-atmosfera. Assim, as medidas que levam a uma avaliação do potencial de água no solo, na planta ou na atmosfera podem perfeitamente serem utilizadas para se estabelecerem critérios racionais que permitam definir, adequadamente, o momento da irrigação e a quantidade de água a ser aplicada. Os métodos de manejo de irrigação consistem em manter a planta exposta a uma determinada quantidade de água no solo suficiente necessária a suas atividades fisiológicas. O controle dessa quantidade pode ser feito com base no balanço de água no solo pelo monitoramento do clima e da umidade do solo, por tensiometria e pelo método do turno de rega (ROTONDANO; MELO, 2007).

Hernandez et al. (1994), realizando experimento com seis lâminas de irrigação com base na evaporação do Tanque Classe A e seis níveis de nitrogênio, verificaram que as lâminas hídricas proporcionaram efeito positivo na produtividade de frutos maduros, na produtividade total, no comprimento de ramos e no comprimento e no diâmetro de frutos maduros na cultura da figueira na região de Ilha Solteira, São Paulo.

A figueira é uma planta perene, que necessita de 1200 mm de água bem distribuídos ao longo do ano. Quando se deseja implantar a cultura em áreas onde não se dispõem desta condição climática, pode-se utilizar a irrigação, sendo que os métodos recomendados são o gotejamento e a microaspersão (SOUZA; MELO; MACIN, 2007).

Segundo Medeiros (2002), a figueira é uma espécie que perde as folhas quando sofre um estresse hídrico. Quando há falta de água disponível à planta, as atividades vitais ficam logo comprometidas, havendo clorose e encarquilhamento das folhas. Esse processo é irreversível. Assim sendo, uma vez amarelecidas, por falta de água, mesmo que, posteriormente, haja água em disponibilidade, aquelas folhas cairão, iniciando-se, porém, um novo período de brotação.

Olitta, Sampaio e Barbin (1979), desenvolveram experimento com irrigação para a cultura da figueira em Piracicaba, São Paulo, o qual permitiu salientar os seguintes pontos: em condições de irrigação suplementar, a irrigação proporcionou, em média, um aumento de

10,6% na produção em peso e 3,2% no número de frutos por ha; a relação entre a produção e o fator  $K_p$  de evaporação do Tanque Classe A seguiu uma relação linear dentro da faixa de  $K_p = 0,4$  a  $1,2$ , indicando que o estudo deveria ter sido realizado com uma amplitude maior de variação neste fator.

Sampaio, Olitta e Oliveira (1981), conduziram experimento com a figueira na região de Piracicaba, São Paulo, analisando a combinação da irrigação por gotejamento com três épocas de podas (março, agosto, dezembro), e constataram que é viável combinar a prática da irrigação com diferentes épocas de poda, visando a produção de frutos fora da época normal.

Segundo Sanchez (1981 apud SOUSA, 2000), o manejo inadequado da água no solo traz sérios problemas relacionados a perdas de nutrientes, principalmente por lixiviação. Uma aplicação além da capacidade máxima de retenção do solo pode causar grandes perdas de nutrientes por lixiviação, escoamento superficial e erosão, sendo que o nitrogênio, o cálcio, o potássio e o magnésio apresentam maiores taxas de perdas.

Hernandez et al. (1992), estudando o efeito de seis lâminas de irrigação e os seis níveis de nitrogênio na produtividade da figueira (*Ficus carica* L.), verificaram que somente as lâminas de irrigação influenciaram negativamente na produtividade de frutos maduros, evidenciando uma tendência de diminuição da produtividade com o aumento das lâminas de irrigação. Os autores observaram que na aplicação da lâmina equivalente a 50% da ECA houveram aumentos de 10, 8 e 11% sobre a produção de frutos maduros, produtividade total e número de frutos maduros planta<sup>-1</sup>, respectivamente, quando comparado com o tratamento sem irrigação.

Hernandez et al. (1994), estudando o comportamento da figueira sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio, na região de Ilha Solteira, observaram uma função de produção polinomial quadrática para a produtividade *versus* níveis de irrigação, sendo a máxima produtividade obtida com um total de 1787 mm (chuva + irrigação), os autores recomendaram ainda a aplicação de uma lâmina de 75% da evaporação equivalente a medida do Tanque Classe A.

## 2.6 Fertirrigação: Conceitos e Importância Econômica

Para Carrijo et al. (2004), a fertirrigação é o processo de aplicação de fertilizantes juntamente com a água de irrigação visando fornecer as quantidades de nutrientes requeridas pela cultura no momento adequado para a obtenção de altos rendimentos e produtos de qualidade. Além disso, a fertirrigação permite a flexibilidade de mudanças nas relações entre nutrientes; distribuição e localização de controle da profundidade de aplicação de adubo, levando a menor perda de nutrientes por lixiviação e menor perda de nitrogênio por volatilização, uma vez que os fertilizantes estão dissolvidos em água; menor compactação do solo devido ao menor trânsito de máquinas; economia de mão-de-obra e comodidade na aplicação.

De acordo com Coelho (1999), a fertirrigação permite flexibilizar a época de aplicação dos nutrientes, que pode ser fracionada conforme a necessidade da cultura nas suas diversas fases de desenvolvimento resultando em máxima eficiência na fertilização, uma vez que a aplicação dos adubos é feita diretamente na zona de maior concentração de raízes, onde consequentemente o sistema radicular é mais ativo.

Uma das mais importantes vantagens da fertirrigação está relacionada com a absorção de nutrientes pela planta, isso porque oferece a planta o nutriente prontamente disponível na solução do solo para ser absorvido, provocando necessidade crescente de obter parâmetros de avaliação do estado nutricional da planta a fim de corrigir possíveis deficiências ou toxidez (MARCUSSE, 2005). Frizzone et al. (1994) também citam a fertirrigação como sendo o melhor instrumento para manter um teor adequado de nutrientes na solução do solo e, consequentemente, uma boa nutrição da planta.

Coelho (1999) informa que a aplicação de fertilizantes via água de irrigação deve obedecer alguns critérios: os fertilizantes devem possuir alta solubilidade em água; devem ser compatíveis com os sais existentes na água de irrigação e não deve haver reações químicas entre fertilizantes nas misturas, de modo a formar precipitados na solução.

Testes em campo têm indicado que o aumento da produtividade gerado pela fertirrigação compensa os seus custos de investimento e manejo do sistema, tornando maior a rentabilidade do empreendimento. Além disso, a fertirrigação oferece vantagens a quem a utiliza, como também incorpora mais tecnologia, abandonando a utilização de práticas de manejo baseadas apenas na análise visual e na experiência prática com os cultivos tradicionais (FERREIRA NETO, 2005).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e Caracterização da Área Experimental**

Os trabalhos experimentais foram conduzidos no período de junho de 2007 (produção das mudas) a dezembro de 2008 (colheita da 2ª poda de produção) no sítio Matriz, na chapada do Apodi, Quadra 03, lote 41, no município de Limoeiro do Norte, Ceará, cujas coordenadas geográficas são: 05°20' S, 38°05' W e altitude de 143 m.

#### **3.2 Clima**

O clima da região é caracterizado por ser BSw'h', com a temperatura média anual de 28,5 °C, com mínima de 22,0 °C e máxima de 35,0 °C. A precipitação média anual é de 772,0 mm registrando-se uma distribuição de chuvas muito irregular, através dos anos. A umidade relativa média é de 62% e a região tem uma insolação media de 3.030,0 h ano<sup>-1</sup> (DNOCS, 2008).

#### **3.3 Caracterização do Solo**

O solo da área experimental é caracterizado como jovem e de boa fertilidade, sendo classificado como Cambissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, textura franco-argiloso-arenoso (EMBRAPA, 2006), com argila de atividade alta a fraca.

Na Tabela 1 encontram-se os dados resultantes da análise de solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos.

**Tabela 1** - Caracterização do solo da área experimental nas profundidades de 0 - 20 e 20 - 40 cm. Limoeiro do Norte, Ceará, 2008

Prof. (cm)	pH 1:2,5	Complexo sortivo ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ )							
		$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	SB	$\text{H}^+ + \text{Al}^{2+}$	CTC	$\text{Al}^{3+}$
0 - 20	7,4	140,0	19	11,6	11,5	182,1	39,6	221,7	N. D.
20 - 40	7,3	139,0	19	11,4	5,9	175,3	39,6	214,9	N. D.

Prof. (cm)	(%)		( $\text{mg dm}^{-3}$ )	(g $\text{kg}^{-1}$ )		( $\text{dS m}^{-1}$ )
	V	PST	P	M.O	C	CE
0 - 20	82	5	143	18,62	10,80	0,79
20 - 40	82	5	8	12	6,96	0,66

Fonte: Laboratório de Solos e Água do IFCE - Limoeiro do Norte.

### 3.4 Preparo do solo, plantio e condução da cultura

O preparo inicial do solo na área cultivada com o figo foi constituído de uma subsolagem e uma gradagem cruzadas. Em seguida, fez-se a marcação das linhas de plantio (a cada 3 m), a sulcagem e a abertura de covas a cada 2,5 m na linha de plantio (com 30 cm de profundidade).

A variedade utilizada foi a Roxo de Valinhos. As mudas foram originadas de estacas com enraizamento de plantas matrizes da própria propriedade, plantadas em sacos, no período de 27/06 a 10/07/2007.

O transplântio das mudas para o campo foi realizado no período de 09 a 11/10/2007, quando essas atingiram uma altura média de 30 a 40 cm, aproximadamente 90 dias após o plantio (DAP). O transplântio foi realizado no espaçamento de 3,0 m x 2,5 m, em covas de 0,20 x 0,20 x 0,15 m e quinzenalmente realizou-se roçagem manual próximo das plantas e das linhas de irrigação.

Aos 50 dias após o transplântio (DAT) procedeu-se a poda do ramo principal ou 1ª poda, para condução e formação da estrutura das plantas. As podas de condução foram destinadas a formação das plantas com boa disposição de ramos e copa, sendo que as plantas foram conduzidas com quatro ramos. A poda da ponteira ou de quebra de dominância apical (2ª poda do ciclo I; 1ª poda de produção) foi feita aos 120 DAT.

As desbrotas foram realizadas diariamente com a finalidade de eliminação de ramos laterais ou ramos ladrões. Para a indução floral, aplicou-se semanalmente Ethrel de

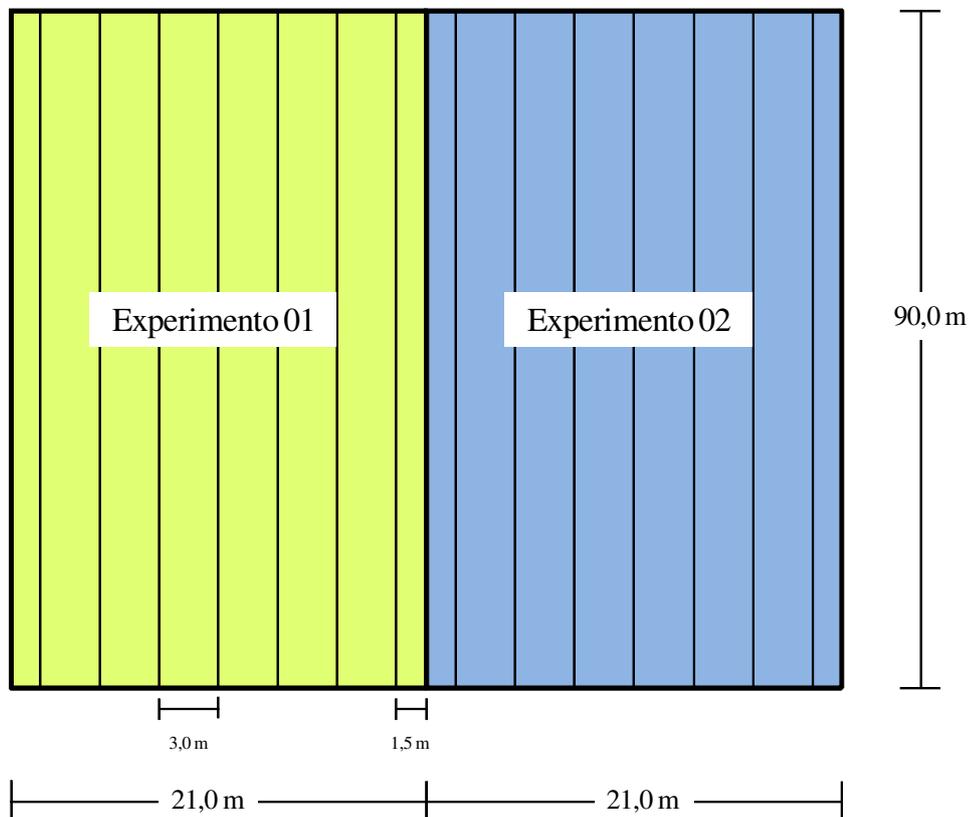
forma foliar. A cobertura do solo deu-se pelo uso de vegetação natural nas entrelinhas, sendo que estas foram controladas através de pequenos tratores e roçadoras.

Quanto aos tratamentos fitossanitários, não foram adotadas nenhuma forma de controle químico, pois não se observou danos consideráveis às plantas causados por pragas ou doenças.

A colheita da 1ª poda de produção ocorreu durante os meses de maio a julho de 2008. Em julho de 2008 realizou-se a 2ª poda de produção (início do 2º ciclo de produção), tendo a colheita da mesma ocorrida a partir de novembro de 2008.

### 3.5 Descrição dos Experimentos

A área total cultivada com o figo (*Ficus carica L.*) foi de 3.780 m<sup>2</sup> (42,0 x 90,0m), dividida em duas partes iguais (1.890 m<sup>2</sup>; 21,0 x 90,0m), Figura 1, onde foram realizados concomitantemente dois experimentos em blocos ao acaso (com cinco tratamentos cada e quatro repetições).

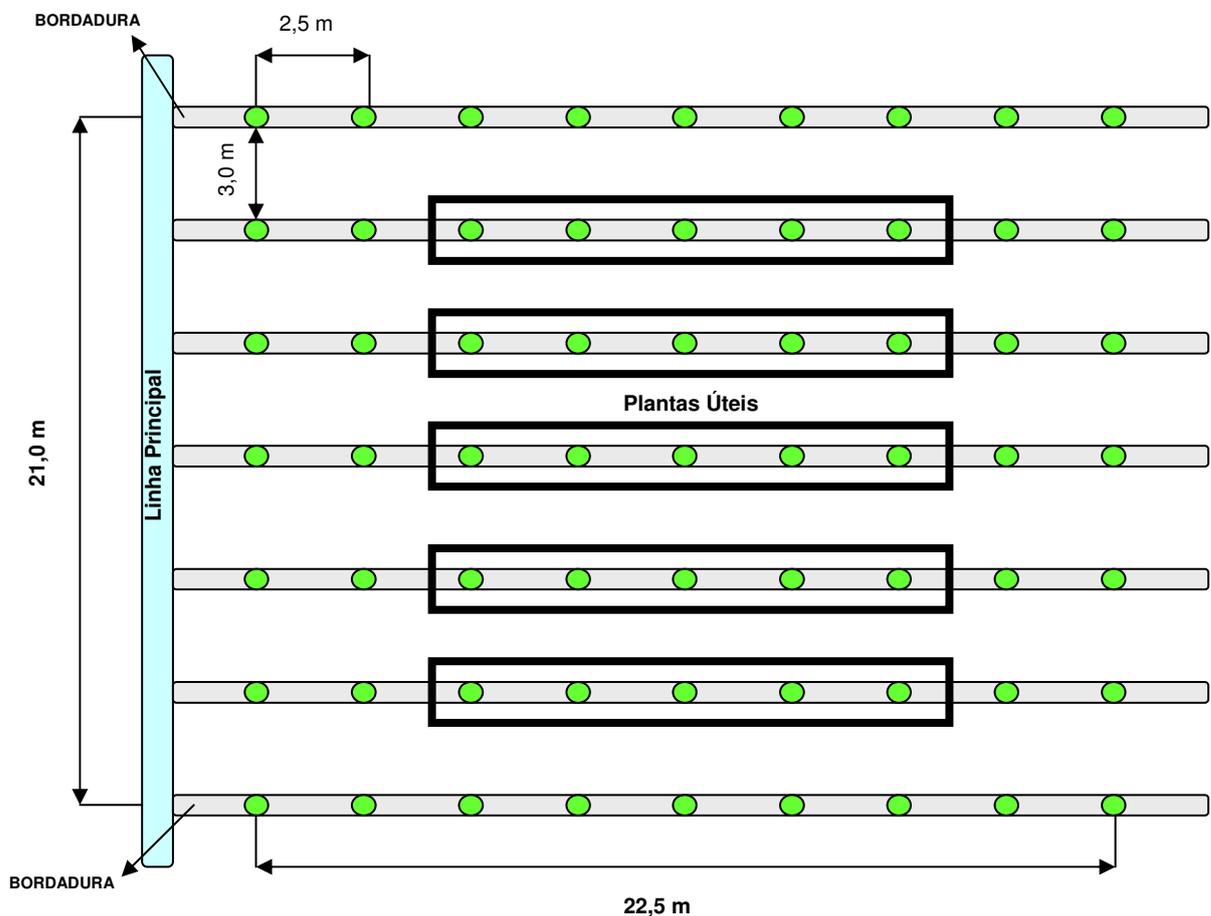


**Figura 1** - Croqui geral da área, mostrando as delimitações dos experimentos I e II.

### 3.5.1 Experimento I: Lâminas de irrigação

No experimento I, testou-se o efeito de diferentes lâminas de irrigação no desenvolvimento e na produtividade da cultura da figueira variedade Roxo de Valinhos. O experimento apresentou delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos (lâminas de irrigação equivalentes a 50, 75, 100, 125 e 150% da evaporação medida no tanque classe A, ECA) e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

Cada parcela foi constituída de nove plantas ( $3,0 \times 22,5 = 67,5 \text{ m}^2$ ), sendo que as cinco centrais corresponderam à área útil, que mediu  $37,5 \text{ m}^2$  conforme a Figura 2.



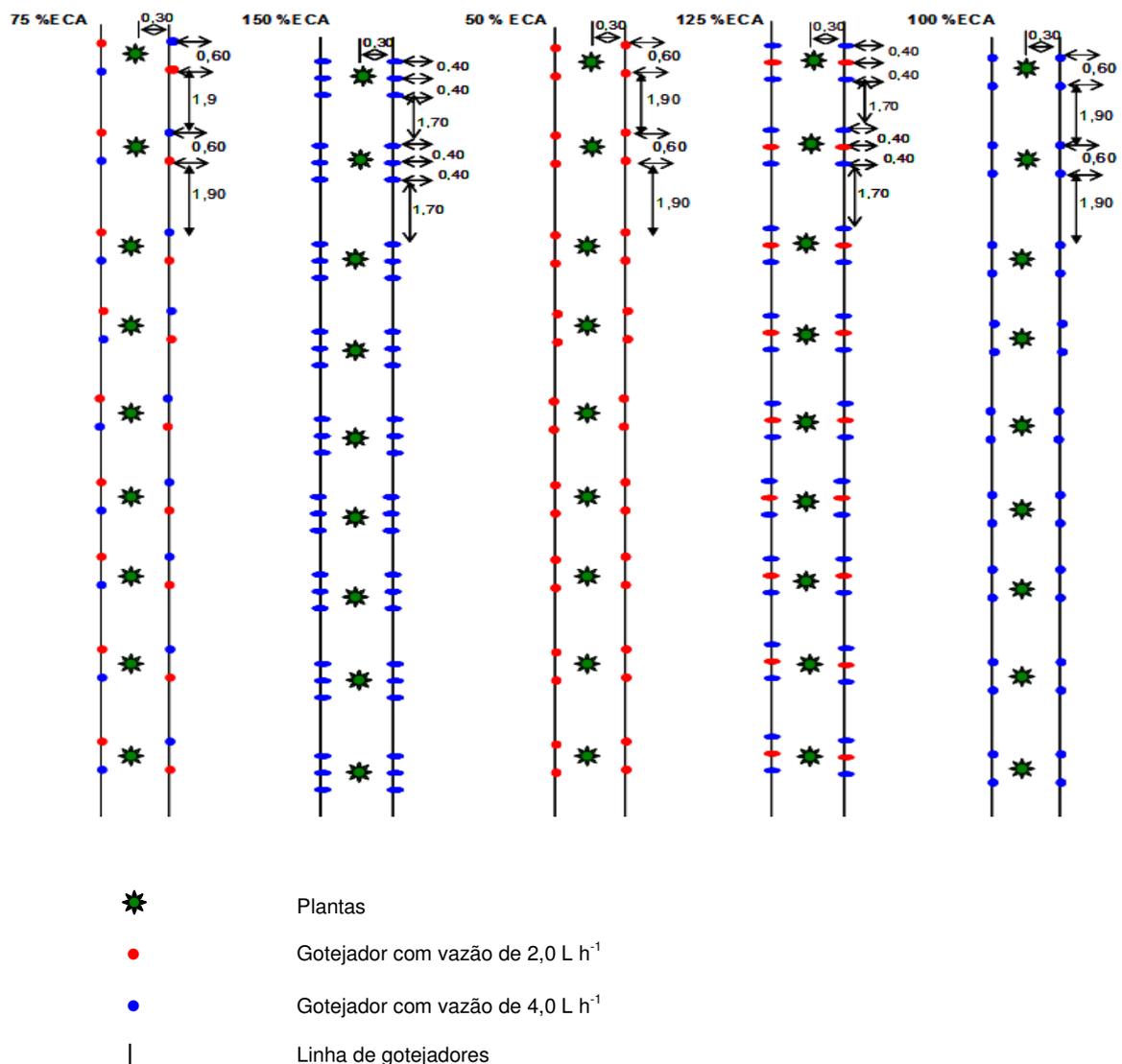
**Figura 2** - Ilustração de um bloco da área experimental.

Em cada planta colocaram-se gotejadores com vazões de 2,0 e/ou 4,0  $\text{L h}^{-1}$ , em conformidade com os tratamentos (Tabela 2). As linhas de irrigação foram colocadas nas fileiras de plantas de maneira retilínea, com os gotejadores sendo colocados em conformidade com o sorteio das parcelas dos tratamentos.

**Tabela 2** - Tratamentos, vazão e número de gotejadores planta<sup>-1</sup>

Tratamentos		Nº de Gotejadores planta <sup>-1</sup>		Vazão total por planta <sup>-1</sup> (L h <sup>-1</sup> )
		2,0 L h <sup>-1</sup>	4,0 L h <sup>-1</sup>	
L <sub>1</sub>	50% (ECA)	4	-	8,0
L <sub>2</sub>	75% (ECA)	2	2	12,0
L <sub>3</sub>	100% (ECA)	-	4	16,0
L <sub>4</sub>	125% (ECA)	2	4	20,0
L <sub>5</sub>	150% (ECA)	-	6	24,0

Neste experimento, embora sendo aplicadas diferentes lâminas de irrigação, o tempo de irrigação foi único (comentário adiante) devido à combinação vazão dos gotejadores versus tratamento utilizado (Tabela 2 e Figura 3).

**Figura 3** - Distribuição dos gotejadores em função de cada tratamento no experimento.

### 3.5.2 Experimento II: Fertirrigação Potássica

No experimento II avaliaram-se o efeito de diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade da cultura da figueira. Os tratamentos foram constituídos de doses equivalentes a: 50, 75, 100, 125 e 150% da recomendação de potássio a partir da análise de solo.

Do mesmo modo que o experimento I, o experimento II apresentou delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições (Figura 4) totalizando 20 unidades experimentais (cada parcela foi constituída de nove plantas,  $3,0 \times 22,5 = 67,5 \text{ m}^2$ , com as cinco centrais correspondendo a área útil, que media  $37,5 \text{ m}^2$ ). Entretanto, neste experimento as mangueiras com gotejadores com vazão total de  $12,0 \text{ L h}^{-1} \text{ planta}^{-1}$  foram posicionadas em ziguezague conforme sorteio das parcelas.

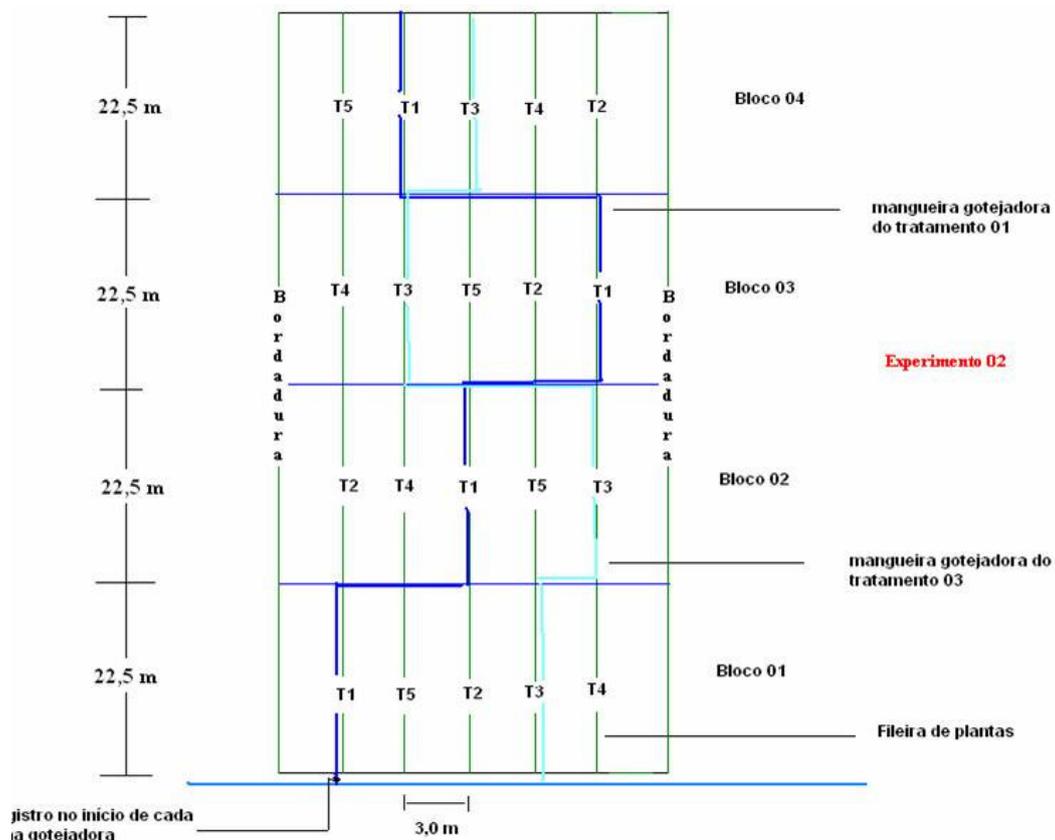


Figura 4 - Delineamento do experimento II.

### 3.6 Sistema e Manejo de Irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento constituído de cabeçal de controle, composto por bomba, manômetro, filtro de disco e venturi (Figura 5), tubulação principal, de PVC com 50 mm de diâmetro nominal e 21,0 m de comprimento, e tubulações laterais de polietileno com os respectivos emissores.

A fonte de água foi um reservatório de alvenaria com capacidade para acumular 20 m<sup>3</sup>, construído na propriedade, o qual armazenava água proveniente do sistema de distribuição do Distrito de Irrigação.



**Figura 5** - Cabeçal de controle.

A distribuição da água foi realizada com duas linhas laterais por fileira de planta, tendo sido utilizados gotejadores autocompensantes, da marca Netafim (Figura 6).

As linhas laterais apresentavam diâmetro nominal de 16 mm com 90,0 m de comprimento, tendo no seu início registros para conferência do volume de água aplicado (Figura 7).



**Figura 6** - Disposição das linhas de irrigação sob as linhas de plantio.



**Figura 7** - Registro na entrada de cada linha lateral de cada experimento.

O tempo de irrigação foi calculado a partir da evaporação medida no tanque classe A, conforme equação 1.

$$T_i = \frac{F * ECA * E_L * E_p * F_c}{E_i * q_{gs}} \dots\dots\dots(1)$$

em que:

T<sub>i</sub> = tempo de irrigação, em h;

F = fator de correção; exemplo, para as condições do L<sub>2</sub>, 0,75;

ECA = evaporação medida no tanque classe “A”, em mm dia<sup>-1</sup>;

E<sub>L</sub> = espaçamento entre linhas de plantas, 3,0 m;

E<sub>p</sub> = espaçamento entre plantas, 2,5 m;

F<sub>c</sub> = fator de cobertura do solo, adimensional;

E<sub>i</sub> = eficiência de irrigação (foi considerado o valor de 90%, obtido através da análise do sistema);

q<sub>gs</sub> = vazão dos gotejadores por planta; exemplo, para as condições do L<sub>2</sub>, 12,0 L h<sup>-1</sup>.

No experimento II, não houve diferenciação entre os gotejadores e o tempo de irrigação utilizado correspondeu a 75% da evaporação medida no tanque classe A.

Em ambos, a frequência de irrigação foi diária e o potencial mátrico do solo foi monitorado por meio de tensiômetros instalados com cápsula porosa a 20,0 cm de profundidade do solo.

O fator de cobertura do solo variou em função do estágio de desenvolvimento da planta e da projeção da sua copa.

### 3.7 Fertirrigação

As fertirrigações foram realizadas por meio de um injetor tipo venturi (Figura 8) instalado após o cabeçal de controle.



**Figura 8** - Sistema de injeção de fertilizantes.

No experimento I, as fertirrigações potássicas e nitrogenadas foram realizadas semanalmente de acordo com as recomendações da análise de solo, em conformidade com a curva de absorção da cultura. Do mesmo modo, as fertirrigações nitrogenadas no experimento II. Já as fertirrigações potássicas no experimento II foram diferenciadas em conformidade com os tratamentos.

As fertirrigações foram realizadas semanalmente com os adubos  $K_2SO_4$  (com 22% de potássio ( $K_2O$ ), 11% de magnésio e 22% a 23% de enxofre (S), solúveis em água) e  $(NH_4)_2SO_4$  (com 21% de nitrogênio (N) e também 23% de enxofre (S) solúveis em água) (MALAVOLTA; PIMENTEL-GOMES; ALCARDE, 2002).

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de sulfato de potássio e do sulfato de amônio que foram utilizados no experimento I, em função das fases da cultura. As dosagens em gramas por planta dos dois adubos utilizados foram às mesmas para todos os tratamentos.

**Tabela 3** - Doses de sulfato de potássio e sulfato de amônio aplicados em função dos tratamentos para os meses de Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro, Experimento I

Tratamentos	Sulfato de Potássio (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) Sulfato de Nitrogênio ((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )					
	Dose planta <sup>-1</sup> (g)					
	JUL, AGO e SET		OUT		NOV e DEZ	
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
L <sub>1</sub> – 50% (ECA)	17,28	45,0	2,88	7,5	28,88	75,04
L <sub>2</sub> – 75% (ECA)	17,28	45,0	2,88	7,5	28,88	75,04
L <sub>3</sub> – 100% (ECA)	17,28	45,0	2,88	7,5	28,88	75,04
L <sub>4</sub> – 125% (ECA)	17,28	45,0	2,88	7,5	28,88	75,04
L <sub>5</sub> – 150% (ECA)	17,28	45,0	2,88	7,5	28,88	75,04

Na Tabela 4 estão apresentados os valores de sulfato de potássio e do sulfato de amônio que foram utilizados no experimento II, em função das fases da cultura. Pode-se observar que as quantidades de sulfato de potássio em gramas por planta foram variáveis em conformidade com os tratamentos.

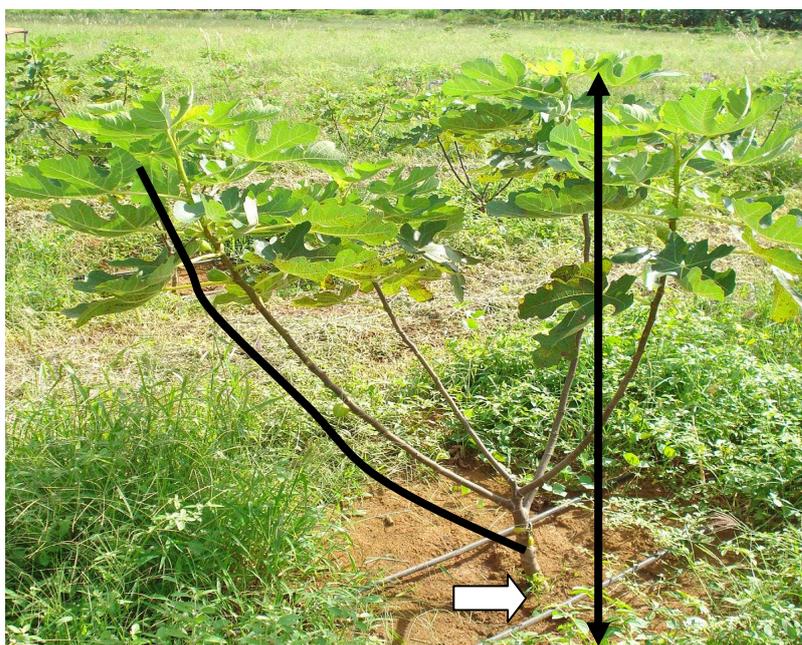
**Tabela 4** - Doses de sulfato de potássio e sulfato de amônio aplicados em função dos tratamentos para os meses de Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro, Experimento II

Tratamentos	Sulfato de Potássio (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) Sulfato de Nitrogênio ((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )					
	Dose planta <sup>-1</sup> (g)					
	JUL, AGO e SET		OUT		NOV e DEZ	
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
K <sub>1</sub> – 24,48	8,64	45,0	1,44	7,5	14,40	75,04
K <sub>2</sub> – 36,72	12,96	45,0	2,16	7,5	21,60	75,04
K <sub>3</sub> – 49,04	17,28	45,0	2,88	7,5	28,88	75,04
K <sub>4</sub> – 61,29	21,60	45,0	3,61	7,5	36,08	75,04
K <sub>5</sub> – 73,53	25,92	45,0	4,33	7,5	43,28	75,04

### 3.8 Variáveis avaliadas

A colheita do 1º ciclo de produção foi pouco significativa e realizada durante a estação chuvosa. Devido à baixa quantidade e qualidade dos frutos esta foi descartada quanto às análises previstas. Em consequência, as análises das variáveis limitaram-se ao 2º ciclo de produção.

A colheita do 2º ciclo foi realizada dos 153 aos 184 dias após a poda, tendo início no dia 01 de novembro e terminando no dia 31 de dezembro de 2008, totalizando assim 61 dias de colheita. Entretanto, mensalmente foram avaliadas as variáveis de crescimento: altura das plantas, medida do nível do solo até o topo da copa com o auxílio de uma fita métrica; diâmetro do caule, medido a 10 cm do solo, com a ajuda de um paquímetro digital; comprimento dos ramos, medido da saída do ramo no tronco principal até a emissão da última folha, com a ajuda de uma fita métrica (Figura 9).



**Figura 9** - Esquema de medição das características de crescimento diâmetro do caule, comprimento dos ramos e altura das plantas da figueira.

As variáveis de produção avaliadas na ocasião das colheitas foram às seguintes: peso dos frutos, produtividade, número de frutos por planta, diâmetro do fruto e teor de sólidos solúveis totais (°Brix).

O diâmetro dos frutos (cm) foi medido com o auxílio de um paquímetro digital e o teor de sólidos solúveis totais foi medido através de um refratômetro.

O peso dos frutos (g) foi obtido com o auxílio de uma balança digital. A produtividade por planta foi calculada pelo produto do número de frutos e do peso médio de seus frutos. Em seguida, a produtividade foi extrapolada para uma área de 1 ha, sendo expressa, portanto em kg ha<sup>-1</sup>.

### 3.9 Eficiência do Uso de Água – EUA

Para a obtenção da eficiência do uso da água (EUA) relacionou-se a produtividade média com as lâminas de irrigação referentes a cada tratamento, de acordo com a equação 2.

$$EUA = \frac{PROD}{Li} \dots\dots\dots(2)$$

em que:

EUA = eficiência no uso de água, kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>;

PROD = produtividade, kg ha<sup>-1</sup>;

Li = lâmina de irrigação aplicada, mm.

### 3.10 Análises Estatísticas

Os dados referentes aos dois experimentos foram submetidos à análise de variância, conforme Tabela 5.

**Tabela 5** – Esquema da análise de variância

FV	GL	SQ	QM	F	F>1
Blocos (B)	r-1	SQ <sub>B</sub>	SQ <sub>B</sub> / GL <sub>B</sub>	QM <sub>B</sub> / QM <sub>R</sub>	F <sub>Tabelado</sub>
Tratamentos (T)	t-1	SQ <sub>T</sub>	SQ <sub>T</sub> / GL <sub>T</sub>	QM <sub>T</sub> / QM <sub>R</sub>	F <sub>Tabelado</sub>
Resíduo (R)	(t-1)·(r-1)	SQ <sub>R</sub>	SQ <sub>R</sub> / GL <sub>R</sub>	-	-

Inicialmente, os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância. Quando se detectou a significância dos mesmos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, os mesmos foram submetidos à análise de regressão, testando-se os modelos linear, logarítmico, exponencial e polinomial quadrático. As equações que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base no coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos aplicativos Microsoft Office Excel (2007) e por meio do software “SAEG 9.0 – UFV”.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características meteorológicas do período de cultivo experimental

Os dados climáticos referentes à evaporação do tanque classe A (ECA) e precipitação (P) coletados durante a condução do experimento *in locu* estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6** - Valores de evaporação do tanque classe A (ECA) e precipitação (P), durante a realização do experimento

Mês	ECA (mm)	P (mm)
Julho	158,1	50,8
Agosto	217,8	22,4
Setembro	288,8	67,8
Outubro	267,9	0,0
Novembro	255,2	0,0
Dezembro	235,3	5,8
<b>Total</b>	<b>1.423,1</b>	<b>146,8</b>

Como pode ser quantificado na Tabela 6, a diferença no período experimental entre o total da ECA e a P foi de 1.276,3 mm sendo, portanto necessário o uso da técnica da irrigação para se ter um bom rendimento da cultura.

Gnogato e Fronza (2006) reforçam a necessidade do uso da irrigação complementar na figueira relatando que houve um acréscimo de 62% no rendimento de frutos maduros quando irrigados em Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Fronza et al. (2008) destacam que a cultura da figueira apresenta alta resposta ao uso da irrigação na produção de figos maduros para as condições de Santa Maria, Rio Grande do Sul e comentam também que o rendimento da cultura está diretamente associado ao número de frutos produzidos por planta.

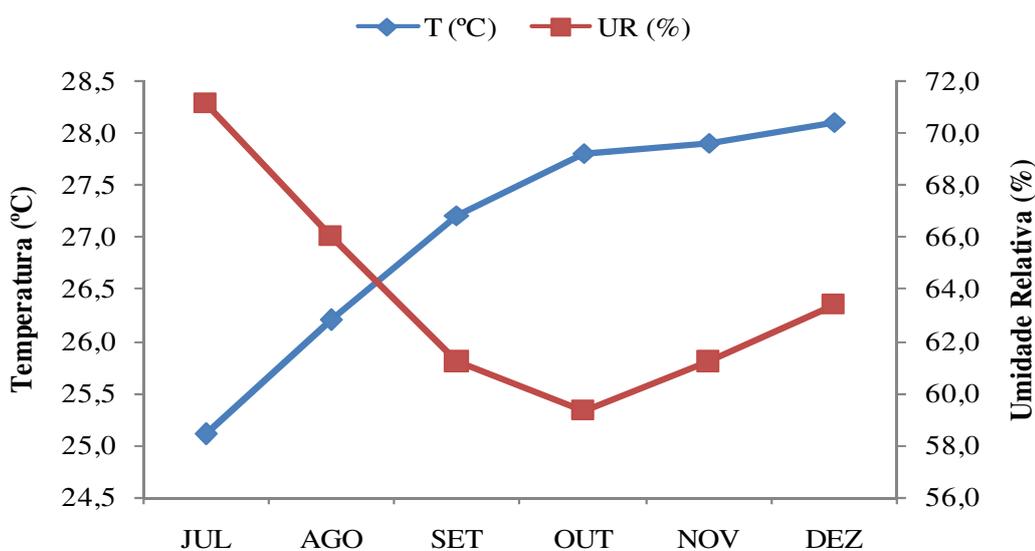
Os dados de temperatura (T), de umidade relativa (UR) e de velocidade do vento (Vv) coletados na estação meteorológica da Unidade de Ensino e Pesquisa – UEPE/IFCE Limoeiro do Norte, Ceará, podem ser visualizados na Tabela 7.

**Tabela 7** - Valores de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (Vv) a 2,0 m de altura, Limoeiro do Norte, Ceará, 2008

Mês	T (°C)	UR (%)	Vv (m s <sup>-1</sup> )
Julho	25,1	71,1	1,9
Agosto	26,2	66,0	2,2
Setembro	27,2	61,2	2,6
Outubro	27,8	59,3	2,7
Novembro	27,9	61,2	2,7
Dezembro	28,1	63,4	2,4
<b>Média</b>	<b>27,1</b>	<b>63,7</b>	<b>2,4</b>

Fonte: Unidade de Ensino e Pesquisa – UEPE/IFCE Limoeiro do Norte, Ceará.

Na Figura 10 pode-se também se visualizar os valores médios mensais da temperatura (T) e da umidade relativa do ar (UR) durante o período experimental (julho a dezembro/2008).



**Figura 10** – Variação da temperatura (°C) e da umidade relativa do ar (%) durante o período de julho a dezembro de 2008.

Nota-se pela Figura 10 que dos meses de julho a dezembro de 2008 as temperaturas aumentaram, atingindo o máximo de 28,1 °C no mês de dezembro. A temperatura média do período foi de 27,1 °C (Tabela 7).

A figueira embora seja uma espécie que se desenvolva bem em clima temperado, possui grande capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas (MEDEIROS, 2002), desde que se tenha uma irrigação eficiente para que se possam suprir suas necessidades hídricas e ter um bom desenvolvimento da fase de crescimento até a produção.

De acordo com Simão (1971<sup>1</sup> apud Medeiros, 2002), a figueira tolera temperaturas de 25°C a 42°C. Entretanto, temperaturas acima de 40 °C, durante o período de amadurecimento dos frutos, provocam maturação antecipada com alteração na consistência da casca do fruto. Ressalta-se que durante o período experimental não se registraram valores de temperatura superiores a 37,0 °C.

Do mesmo modo no período, não ocorreram valores extremados de umidade relativa do ar. Ometto (1981) explica que plantas de ciclo curto ou longo têm suas funções fisiológicas estreitamente ligadas à quantidade de vapor d'água existente no ar atmosférico. Além disso, a quantidade de vapor d'água na atmosfera é um agente que regula o ciclo das pragas e das doenças e determina a intensidade do ataque, sendo que também determina direta e indiretamente o rendimento agrícola da cultura.

## 4.2 Manejo da irrigação

No experimento I, o manejo da irrigação foi realizado de modo a possibilitar que as quantidades de água de irrigação fossem repostas aos cinco diferentes tratamentos de acordo com os níveis de irrigação baseado na ECA. No experimento II, a lâmina de irrigação aplicada correspondeu a 75% da evaporação medida no tanque classe A (L<sub>2</sub>).

Na Tabela 8 têm-se os valores das lâminas de irrigação aplicadas mensalmente e das precipitações pluviométricas observadas no período de julho a dezembro de 2008.

**Tabela 8** – Precipitações ocorridas e lâminas de irrigação aplicadas mensalmente (mm) no período de julho a dezembro de 2008

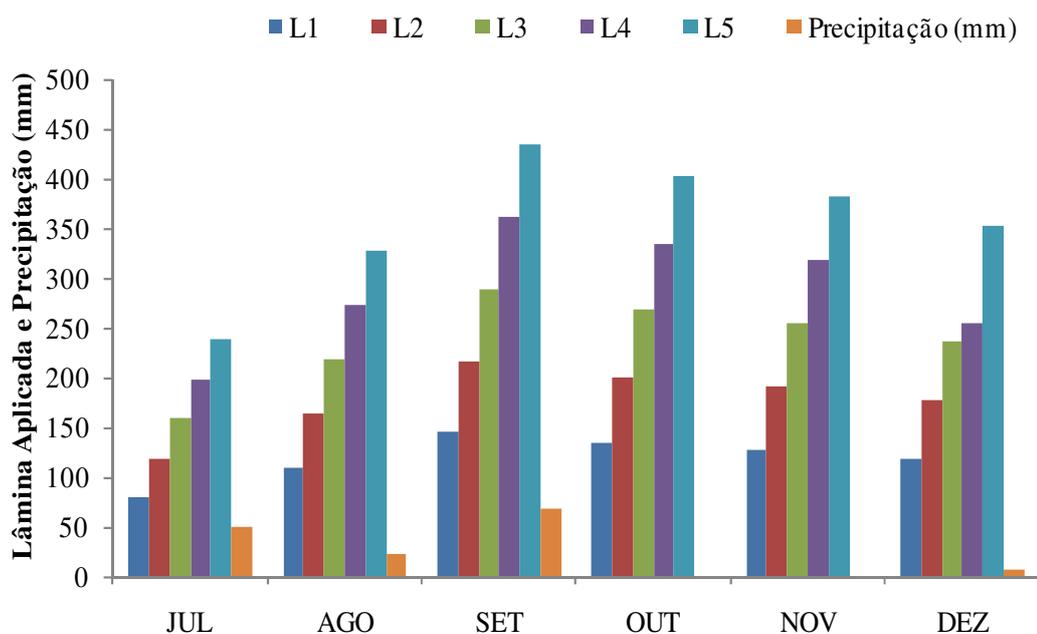
Meses	P (mm)	Lâmina Aplicada (mm)				
		L <sub>1</sub> (0,50 ECA)	L <sub>2</sub> (0,75 ECA)	L <sub>3</sub> (1,0 ECA)	L <sub>4</sub> (1,25 ECA)	L <sub>5</sub> (1,50 ECA)
<b>JUL</b>	50,8	79,0	118,6	158,1	197,6	237,6
<b>AGO</b>	22,4	108,9	163,3	217,8	272,2	326,6
<b>SET</b>	67,8	144,4	216,6	288,8	361,1	433,3
<b>OUT</b>	0,0	133,9	200,9	267,9	334,8	401,8
<b>NOV</b>	0,0	127,6	191,4	255,2	319,0	382,8
<b>DEZ</b>	5,8	117,7	176,5	235,3	254,1	353,0
<b>Total</b>	<b>146,8</b>	<b>711,5</b>	<b>1.067,3</b>	<b>1.423,1</b>	<b>1.738,8</b>	<b>2.135,1</b>
<b>Média</b>	<b>24,4</b>	<b>118,6</b>	<b>177,9</b>	<b>237,2</b>	<b>289,8</b>	<b>355,9</b>

<sup>1</sup> SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Agronômica, Ceres, 1971. 530 p.

Durante o período de avaliação, as precipitações foram sempre menores do que as evaporações medida no tanque classe “A”. Entretanto, o uso da irrigação possibilitou a compensação total ou parcial deste déficit, dependendo do tratamento utilizado.

Medeiros (2002) afirma que é muito importante que a chuva seja bem distribuída durante o período de crescimento da figueira, pois uma estiagem intensa pode causar a queda total das folhas, com resultados diretos na produção de frutas, as quais perdem a qualidade, assim como períodos prolongados de chuva, durante o verão, propicia a disseminação de doenças, principalmente a ferrugem.

Na Figura 11 pode-se constatar que as maiores lâminas aplicadas aos tratamentos ocorreram no mês de setembro, fato este que pode ter acontecido devido as altas temperaturas nesse mês no município de Limoeiro do Norte.



**Figura 11** – Variação das lâminas de irrigação aplicadas referentes a cada tratamento (mm) e da precipitação mensal (mm) ocorrida durante o experimento.

### 4.3 EXPERIMENTO I: Lâminas de Irrigação

#### 4.3.1 Características de crescimento

Na Tabela 9 encontra-se o resumo das análises de variância das variáveis de crescimento analisadas: altura da planta (cm), diâmetro do caule (cm) e comprimento dos ramos (cm). Observa-se que as diferentes lâminas de irrigação não influenciaram significativamente nas variáveis de crescimento analisadas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F em função da quantidade de água fornecida no período de agosto a dezembro de 2008.

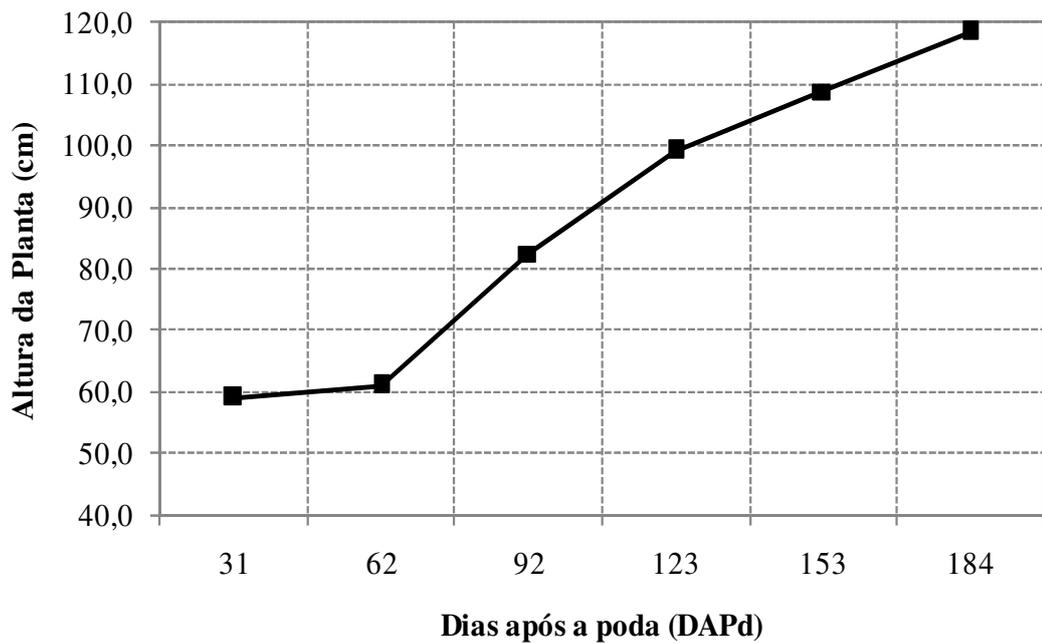
**Tabela 9** - Resumo da análise de variância para as características da figueira: altura da planta (cm), diâmetro do caule (cm) e comprimento dos ramos (cm) da figueira, no período de julho a dezembro de 2008

Variável	FV	GL	SQ	QM	F
<b>Altura da Planta</b>	Lâmina	4	9.326,2	2.331,6	1,55 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	3.301,0	1.100,3	0,731 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	18.054,83	1.504,6	-
	Total	19	30.682,03	-	-
<b>Diâmetro do Caule</b>	Lâmina	4	1.112,6	278,2	2,128 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	143,6	47,9	0,366*
	Resíduo	12	1.568,7	130,7	-
	Total	19	2.824,9	-	-
<b>Comprimento dos Ramos</b>	Lâmina	4	6.876,9	1.719,2	2,318 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	2.296,6	765,5	1,032 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	8.900,1	741,7	-
	Total	19	18.073,6	-	-

<sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

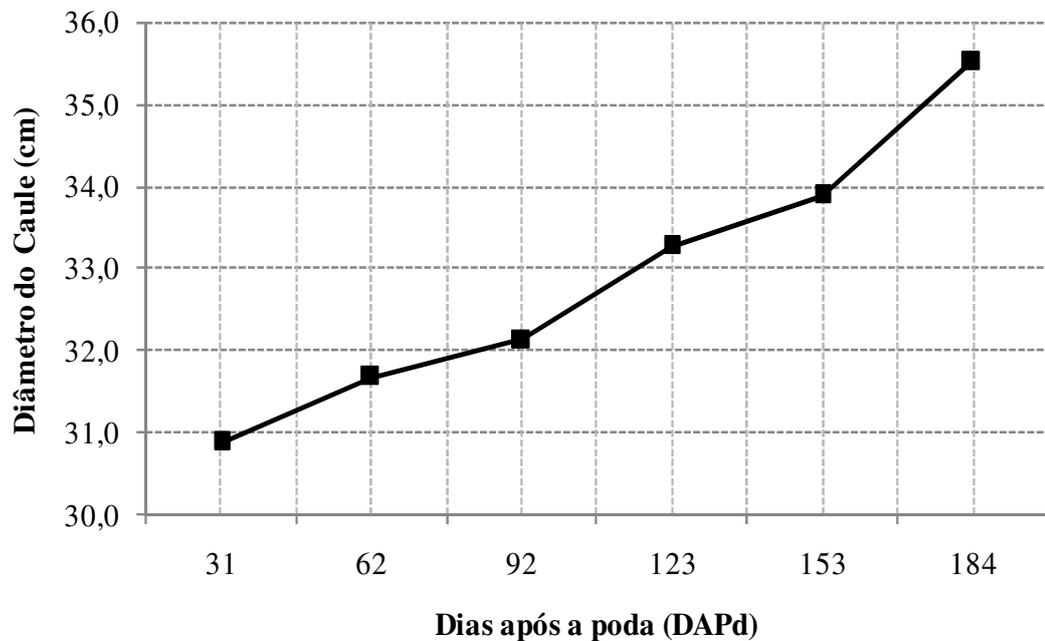
\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Figura 12, tem-se a curva de crescimento da figueira, média de todos os tratamentos, ao longo dos dias após a poda (DAPd), com valor médio de 118,35 cm aos 184 DAPd. Nota-se que o crescimento inicial (dos 31 até 62 os DAPd) foi mais lento devido a poda que foi realizada e o período que a planta ficou em descanso, sendo que após este período o crescimento em altura foi mais acentuado. Observa-se também que a maior diferença encontrada foi entre os 62 e os 92 DAPd.



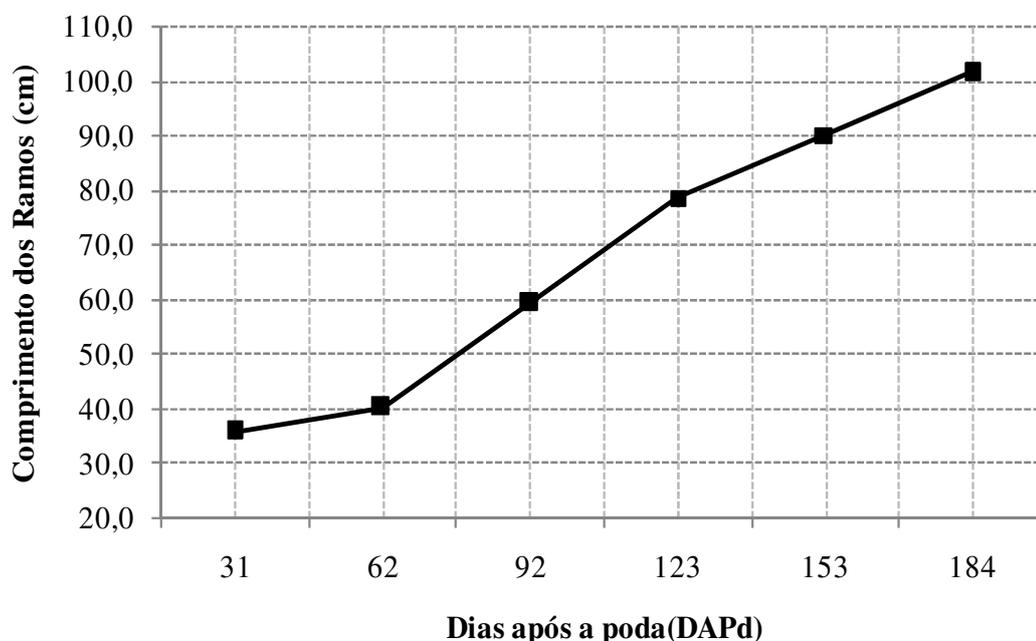
**Figura 12** - Evolução da altura média das plantas (cm) de todos os tratamentos em função dos dias após a poda (DAPd).

Na Figura 13, tem-se a curva de crescimento do diâmetro do caule em todos os tratamentos ao longo do período experimental. Nota-se um comportamento linear com os dias após a poda, atingindo uma média de 35,5 cm aos 184 DAPd..



**Figura 13** - Evolução do diâmetro médio do caule (cm) em todos os tratamentos em função dos dias após a poda (DAPd).

Na Figura 14, pode-se observar o comprimento dos ramos com o passar do período de cultivo, sendo que a maior diferença encontrada nesta variável foi no período dos 92 até os 123 DAPd, tendo atingido um valor médio de 100 cm.



**Figura 14** - Evolução do comprimento médio dos ramos (cm) em todos os tratamentos em função dos dias a poda (DAPd).

Hernandez et al. (1994), trabalhando com lâminas de irrigação e doses de nitrogênio na região de Ilha Solteira, São Paulo, verificaram que as lâminas de irrigação influenciaram significativamente o comprimento dos ramos, ajustando-se a uma função linear, de modo que seu valor aumentou com o incremento das lâminas de irrigação empregadas. Já Pedrotti et al. (1983), trabalhando com cinco lâminas de irrigação, verificaram que com relação a esta variável observou-se um ajuste em uma regressão quadrática.

Com relação ao comprimento médio dos ramos, Caetano (2004) conduzindo experimento sobre o efeito do número de ramos produtivos em Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, constatou que o comprimento médio dos ramos não foi influenciado pelo número de ramos conduzidos; entretanto, apesar da análise de variância e de regressão não mostrarem significância estatística, houve uma tendência de aumento do comprimento médio dos ramos com o aumento do número de ramos conduzidos.

### 4.3.2 Peso dos frutos, número de frutos, diâmetro dos frutos e teor de sólidos solúveis totais (°Brix)

Na Tabela 10 encontra-se o resumo das análises de variância das variáveis peso dos frutos (g), número dos frutos, diâmetro dos frutos (cm) e teor de sólidos solúveis totais (°Brix). Observa-se que as lâminas de irrigação não influenciaram significativamente na maioria das variáveis analisadas, contudo o número de frutos foi significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F em função da quantidade de água fornecida as plantas.

**Tabela 10** - Resumo da análise de variância para as variáveis: peso dos frutos (g), número dos frutos, diâmetro dos frutos (cm) e teor de sólidos solúveis totais (°Brix) do figo, no período de julho a dezembro de 2008.

Variável	FV	GL	SQ	QM	F
<b>Peso dos Frutos</b>	Lâmina	4	49,5549	12,3887	0,435 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	97,5500	32,5166	1,141 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	341,9716	28,4976	-
<b>Número dos Frutos</b>	Lâmina	4	1.309,00	327,2501	15,709*
	Bloco	3	76,2066	25,4022	1,219 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	249,9918	20,8326	-
<b>Diâmetro dos Frutos</b>	Lâmina	4	0,1479	0,03698	1,256 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	0,09125	0,03041	1,033 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	0,3532	0,02944	-
<b>Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix)</b>	Lâmina	4	4,4721	1,1180	1,805 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	2,0118	0,6706	1,083 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	7,4320	0,6193	-

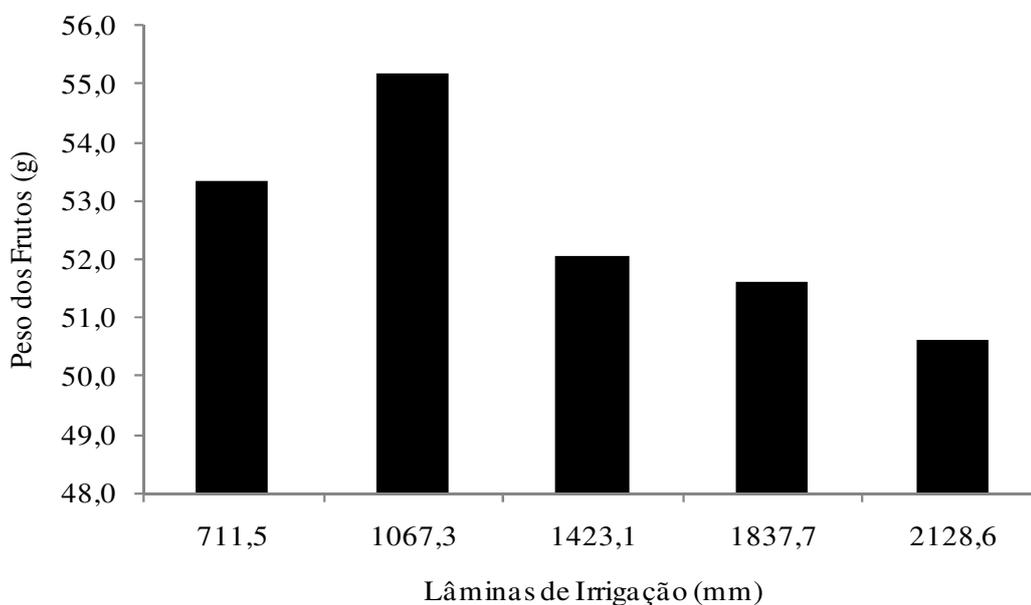
<sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As lâminas de irrigação não afetaram o peso médio dos frutos, concordando com os resultados obtidos por Hernandez et al. (1994) que também não encontraram valores significativos para o peso médio com relação as diferentes lâminas de irrigação testadas em Ilha Solteira, São Paulo.

O peso médio dos frutos encontrados no presente experimento oscilaram entre 50,63 a 55,18 g, ficando esses valores muito próximos aos relatados por Hernandez et al. (1994). Entretanto, inferiores aos descritos por Pereira (1981) que encontrou frutos com peso médio de 60 a 90 g.

Em termos absolutos, o tratamento que obteve o maior peso dos frutos foi o de 75% da ECA, sendo que a partir deste tratamento o peso dos frutos começou a diminuir até 50,63 g no tratamento 150% da ECA, Figura 15.



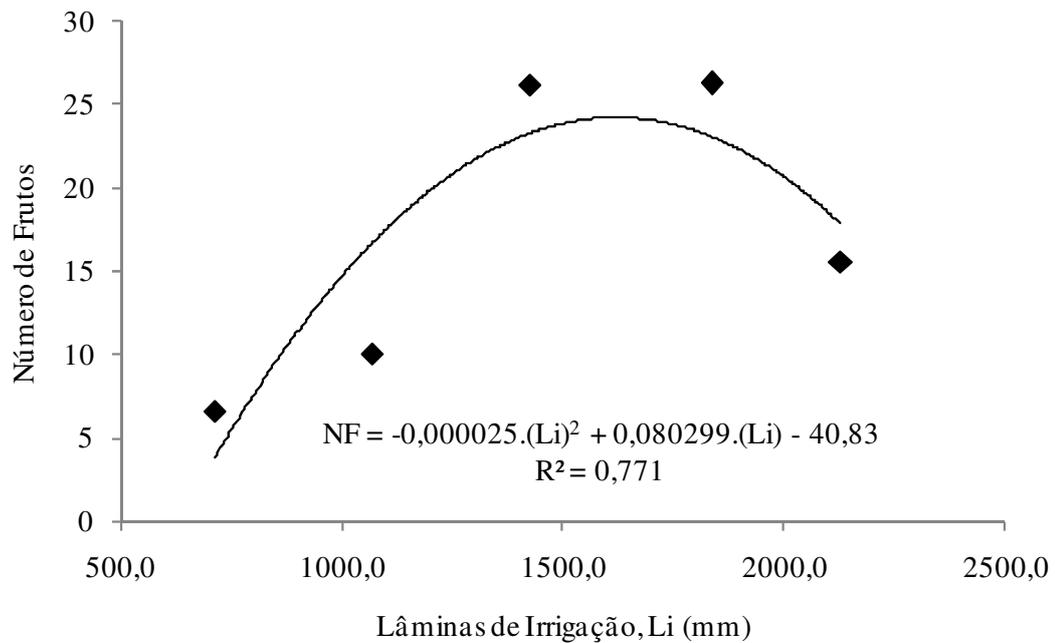
**Figura 15** - Peso médio dos frutos (g) da figueira em função das lâminas de irrigação, em dois meses de colheita.

Hernandez et al. (1994) encontraram o maior peso médio dos frutos com uma lâmina de 125% da ECA (2.193,0 mm) para a região de Ilha Solteira, São Paulo, sendo 52,64 g; já com a lâmina correspondente a 75% da ECA (1.702,0 mm), os autores obtiveram um peso médio dos frutos igual a 52,47 g, entretanto, não verificaram diferenças estatísticas.

Em experimento conduzido com a figueira sob ambiente protegido submetida a diferentes épocas de poda e número de ramos em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Nienow et al. (2006) mostraram que o peso médio dos frutos foi similar nos dois ciclos vegetativos. No segundo ciclo, as plantas podadas em agosto produziram frutos de maior peso, 57,5 g, não diferindo das podadas em outubro e em maio. No terceiro ciclo, embora diferenças estatísticas tenham sido verificadas, o peso dos frutos variou de 50,3 g para 52,4 g, entre o menor e o maior valor.

Na Figura 16 pode-se observar o resultado da análise de regressão número de frutos por planta versus das lâminas de irrigação. Segundo a regressão, 77,1% da ocorrência do número de frutos por planta pode ser explicada pela equação:  $NF = - 0,000025.(Li)^2 + 0,080299.(Li) - 40,83$ . Observa-se que à medida que a lâmina de irrigação foi crescendo,

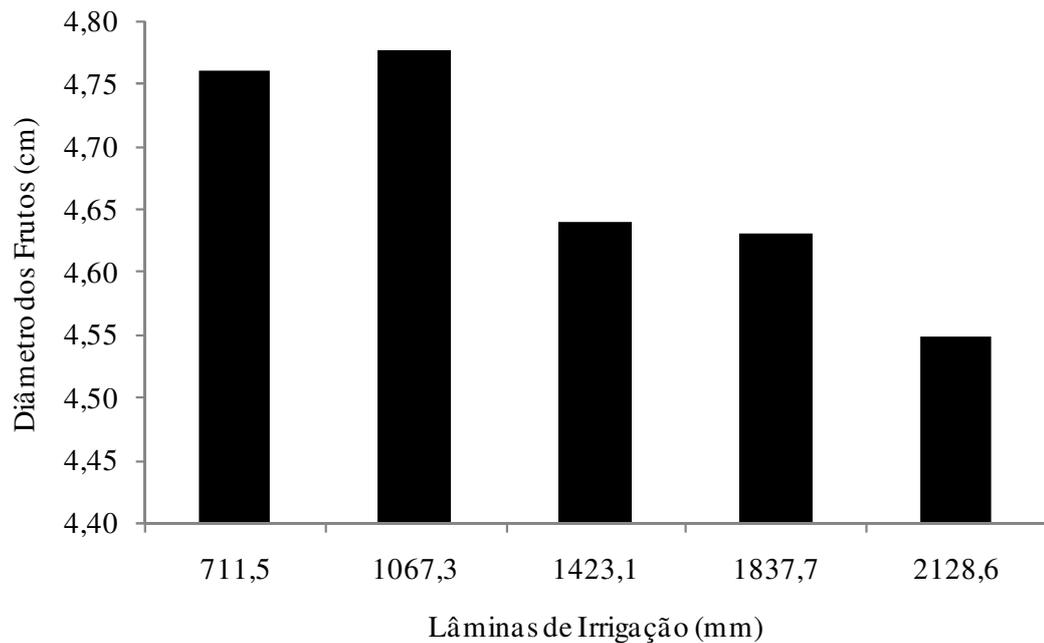
houve um acréscimo no número de frutos até um determinado ponto, que representa a lâmina que proporcionou o maior número de frutos. A lâmina máxima correspondeu a 125% da ECA (1.837,7 mm) com um número máximo de frutos em 26, entretanto, a lâmina máxima estimada foi de 1.606,0 mm com um número máximo de frutos estimado em 24.



**Figura 16** – Número de frutos por planta na figueira em função das lâminas de irrigação, em dois meses de colheita.

Ainda na Figura 16 pode-se também verificar que os resultados dos tratamentos 125% e 100% da ECA (1,837,7mm e 1.423,1 mm, respectivamente) foram praticamente iguais, entretanto diferentes dos demais. Resultados semelhantes foram encontrados por Gnogato e Fronza (2006) trabalhando com diferentes lâminas de irrigação na figueira em Santa Maria, Rio Grande do Sul, que observaram que o tratamento 100% da ECA foi o que obteve o maior número de frutos (144), porém não tendo diferido estatisticamente do tratamento 75% da ECA (138).

Para a variável diâmetro dos frutos, verificou-se que não houve influência significativa com o incremento das lâminas de irrigação, com valores médios entre 4,55 e 4,78 cm (Figura 17).

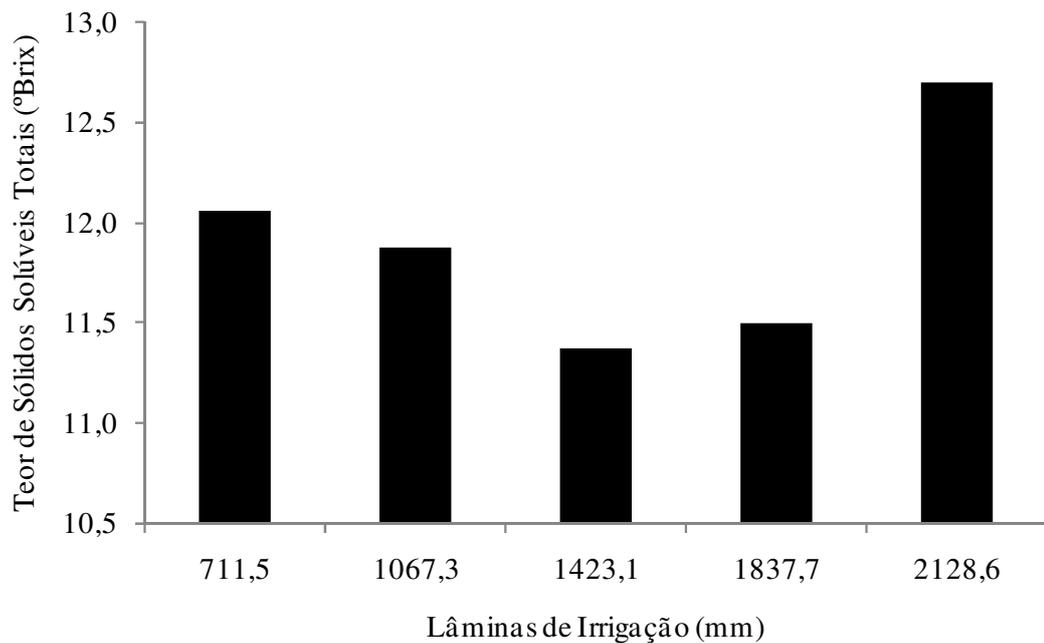


**Figura 17** – Comportamento do diâmetro médio dos frutos (cm) da figueira em função das lâminas de irrigação.

Em termos absolutos, verificou-se que o maior diâmetro (4,78 cm) foi encontrado com o tratamento 75% da ECA (1.067,3 mm aplicados). Hernandez et al. (1994) também não encontraram resultados significativos com as lâminas de irrigação, com valores de diâmetros dos frutos entre 3,98 e a 4,70 cm, sendo que o maior diâmetro médio dos frutos foi obtido com o tratamento 100% da ECA.

Gnogo e Fronza (2006) também não encontraram valores significativos para o diâmetro médio dos frutos em função das lâminas de irrigação, contudo os diâmetros variaram entre 4,85 e 4,92 cm, e o maior diâmetro foi obtido com o tratamento de 100% da ECA, semelhante ao obtido por Hernandez et al. (1994), mas diferindo dos valores encontrados no presente experimento.

Os valores médios de SST obtidos pelas diferentes lâminas aplicadas no experimento são apresentados na Figura 18. O valor médio foi de 11,9 °Brix, variando de 11,37 °Brix (para a lâmina de 1.423,1 mm) a 12,70 °Brix (lâmina de 2.128,6 mm), embora essa diferença não tenha sido significativa. As determinações dos teores de SST neste trabalho foram realizadas assim que os frutos foram colhidos em campo.



**Figura 18** – Teor de SST dos frutos da figueira em função das lâminas de irrigação.

Ortolan et al. (2008), trabalhando com catorze tratamentos e avaliando os parâmetros físico-químicos dos frutos da figueira tratados via fertirrigação com diferentes níveis de nitrogênio e potássio, encontraram os resultados de SST variando de 10,46 °Brix a 12,86 °Brix, sendo que o maior valor foi encontrado para o tratamento 3 (250 kg ha<sup>-1</sup> N e 150 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O) e o menor para o tratamento 9 (450 kg ha<sup>-1</sup> N e 250 kg ha K<sub>2</sub>O). Estes valores relatados estão próximos aos encontrados no presente trabalho.

### 4.3.3 Produtividade

Na Tabela 11 encontra-se o resumo da análise de variância da produtividade da figueira sob os tratamentos utilizados. Observa-se que as diferentes lâminas de irrigação influenciaram a produtividade ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

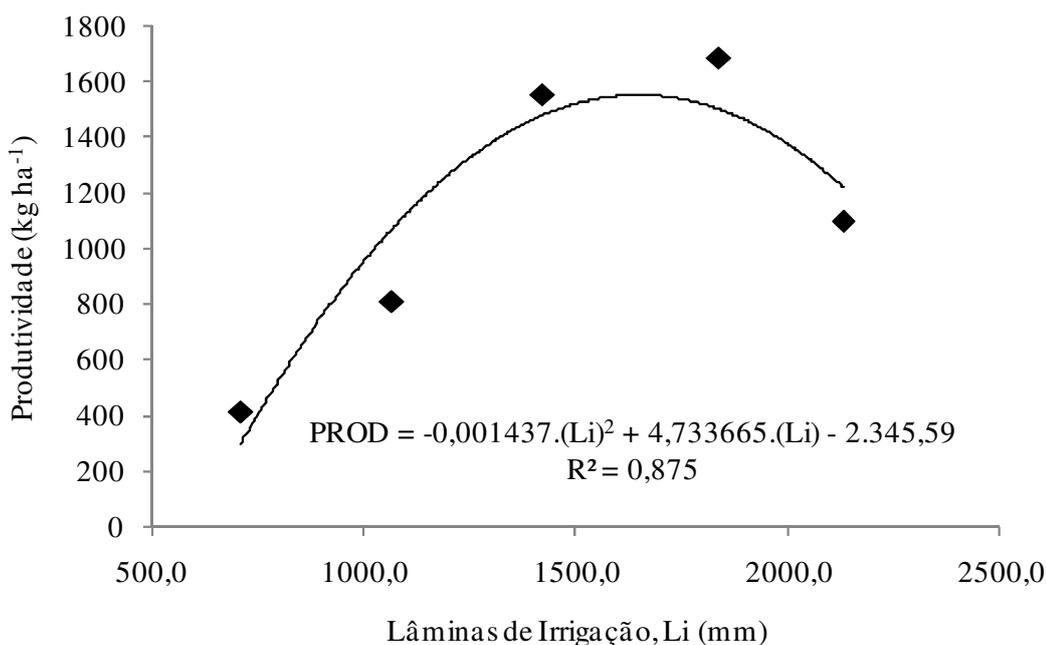
**Tabela 11** - Resumo da análise de variância para o parâmetro produtividade da figueira, no período de julho a dezembro de 2008

Variável	FV	GL	SQ	QM	F
Produtividade	Lâmina	4	4.416.266,0	1.104.067,0	45,54*
	Bloco	3	59.818,41	19.939,47	0,823
	Resíduo	12	290890,8	24.240,90	-

<sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Na análise de regressão, a equação que melhor se ajustou para relacionar a produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) versus a quantidade de água aplicada (mm) foi à polinomial quadrática, com efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Segundo o modelo proposto, 87,5% da produtividade da figueira pode ser explicada pela equação do 2º grau,  $\text{PROD} = -0,001437 \cdot (\text{Li})^2 + 4,733665 \cdot (\text{Li}) - 2.345,59$ .



**Figura 19** - Produtividade da figueira ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função das lâminas de irrigação, em dois meses de colheita.

Conforme pode ser observado na Figura 19, à medida que se aumentou a lâmina de irrigação houve um aumento na produtividade até um ponto máximo, representando a lâmina que proporcionou a maior produtividade. Essa lâmina foi de 1.837,70 mm (125% da ECA), resultando numa produtividade máxima estimada de  $1.552,74 \text{ kg ha}^{-1}$ . Nota-se que a partir deste ponto, a produtividade respondeu negativamente ao incremento de água, sendo

que esse comportamento pode ter sido atribuído a problemas relacionados com o excesso de água no solo.

Nas condições em que se deram o experimento, pode-se verificar que a figueira Roxo de Valinhos alcançou uma produtividade máxima de quase 1.700,00 kg ha<sup>-1</sup>, aplicando-se uma lâmina de irrigação equivalente a 125% da ECA, em um período de colheita de dois meses.

A redução da produtividade a partir desse ponto ocorre porque o excesso hídrico também é prejudicial à planta, pois ocasiona a diminuição da pressão de oxigênio (hipoxia) ou a falta do mesmo (anoxia), dificultando a respiração das plantas e, conseqüentemente, diminuindo a produção de energia necessária para a síntese e translocação dos compostos orgânicos e a absorção ativa dos mesmos (REGO et al., 2004).

O excesso de água no solo também é um fator de redução do crescimento e do rendimento das culturas. Em solo encharcado, ocorre a expulsão do oxigênio, causando a respiração anaeróbica das raízes. Esse processo, além da baixa eficiência energética, tem como produtos finais o ácido láctico e o etanol (convertido em ácido acético), que causam a morte das células radiculares por acidose. As conseqüências por anaerobiose são o menor crescimento radicular e a menor absorção dos nutrientes (FLOSS, 2006).

Hernandez et al. (1994) também encontraram resultados significativos para as lâminas de irrigação *versus* a produtividade, e que constituíram uma equação polinomial quadrática como ajuste dos dados. Porém, a lâmina que os autores encontraram para a obtenção da maior produtividade foi obtida com 75% da ECA (1.702,0 mm), discordando da lâmina encontrada no presente experimento que foi de 125% da ECA (1.837,7 mm).

Em experimento conduzido em Santa Maria, Rio Grande do Sul, com cinco lâminas de irrigação baseadas na ECA, Gnogato e Fronza (2006) obtiveram a maior produtividade aplicando uma lâmina de irrigação de 100% da ECA, obtendo um rendimento de 1.742,50 kg ha<sup>-1</sup> valor este próximo ao encontrado no presente trabalho, porém com uma lâmina de irrigação menor.

Para maiores quantidades de água, os acréscimos na produção são progressivamente menores, refletindo as várias perdas de água que ocorrem próximas da condição de máximo rendimento. A irrigação é tão menos eficiente quanto mais a quantidade de água aplicada se aproxima dessa condição (FRIZZONE, 2005; FRIZONNE et al. 2005).

Gnogato e Fronza (2006) verificaram que os tratamentos com 100%, 75%, 125% e, 50% da ECA proporcionaram produtividades da figueira de 1.742,5 kg ha<sup>-1</sup>, 1.710,2 kg ha<sup>-1</sup>, 1.625,3 kg ha<sup>-1</sup> e 1.456,1 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

#### 4.3.4 Eficiência do Uso da Água

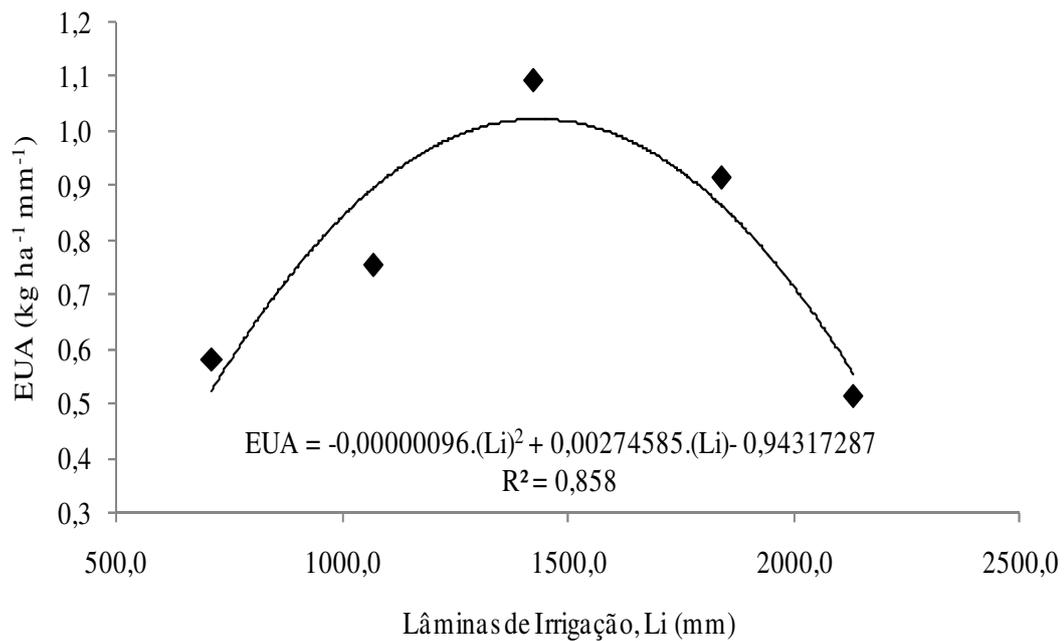
Na Tabela 12 pode-se visualizar os valores da eficiência do uso da água (EUA), nas diferentes lâminas de irrigação aplicadas.

**Tabela 12** – Eficiência do uso da água para a cultura da figueira para a região da chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará

<b>Tratamentos</b>	<b>Lâminas de Irrigação (mm)</b>	<b>Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>EUA (kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>)</b>
50% da ECA	711,5	414,97	0,583
75% da ECA	1.067,3	807,79	0,757
100% da ECA	1.423,1	1.555,86	1,093
125% da ECA	1.837,7	1.685,13	0,917
150% da ECA	2.128,6	1.098,58	0,516

As lâminas totais de irrigação aplicadas variaram de 711,5 mm (50% da ECA) a 2.128,6 mm (150% da ECA), sendo que a maior lâmina proporcionou uma EUA de 0,516 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>. Verificou-se que o modelo polinomial quadrático foi o que melhor se ajustou para relacionar as lâminas de irrigação aplicadas com a EUA, obtendo-se um coeficiente de determinação R<sup>2</sup> de 0,858 onde  $EUA = -0,00000096.(Li)^2 + 0,00274585.(Li) - 0,94317287$ .

Conforme pode ser observado na Figura 20, à medida que se aumentou a lâmina de irrigação houve um aumento na produtividade até um ponto de inflexão, representando a lâmina que proporcionou a maior eficiência do uso da água. Essa lâmina foi de um pouco mais de 100% da ECA, correspondendo a 1.430,13 mm, resultando numa eficiência do uso da água máxima estimada de 1,02 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>.



**Figura 20** – Eficiência do uso da água para as lâminas de irrigação na figueira nos diferentes níveis de irrigação, em dois meses de colheita.

Apesar da lâmina que maximiza a produção ser de 1.837,7 mm, a eficiência do uso da água máxima foi obtida com uma lâmina de 1.430,13 mm, sendo um indicativo de que a lâmina que visa a máxima produção acima desse nível, somente deve ser recomendada quando a água não for um fator limitante a produção agrícola ou apresentar baixo custo.

Frizzone (2005) e Frizzone et al. (2005) elucidam que a forma da curva até a máxima produtividade é governada por fatores diferentes daqueles que agem no processo após o ponto de máxima. A redução do rendimento por excesso de água está associada à falta de aeração no solo, lixiviação de nutrientes e às doenças que se desenvolvem em solo úmido (STEGMAN; MUSICK; STEWART, 1980 apud FRIZZONE, 2005).

Sousa et al. (2005), trabalhando com eficiência do uso da água no maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio, encontraram um modelo polinomial quadrático, assim como Nunes (2008) que também encontrou uma equação polinomial quadrática para a cultura do feijão moyashi. Contudo, Barroso (2009) verificou que o modelo linear foi o que melhor representou a eficiência do uso da água na cultura da bananeira em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio aplicadas por gotejamento.

#### 4.4 EXPERIMENTO II: Fertirrigação Potássica

##### 4.4.1 Características de crescimento

Na Tabela 13 encontra-se o resumo das análises de variância das variáveis de crescimento analisadas: altura da planta (cm), diâmetro do caule (cm) e comprimento dos ramos (cm). Observa-se que as diferentes dosagens de potássio aplicadas via fertirrigação não influenciaram significativamente nas variáveis de crescimento analisadas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

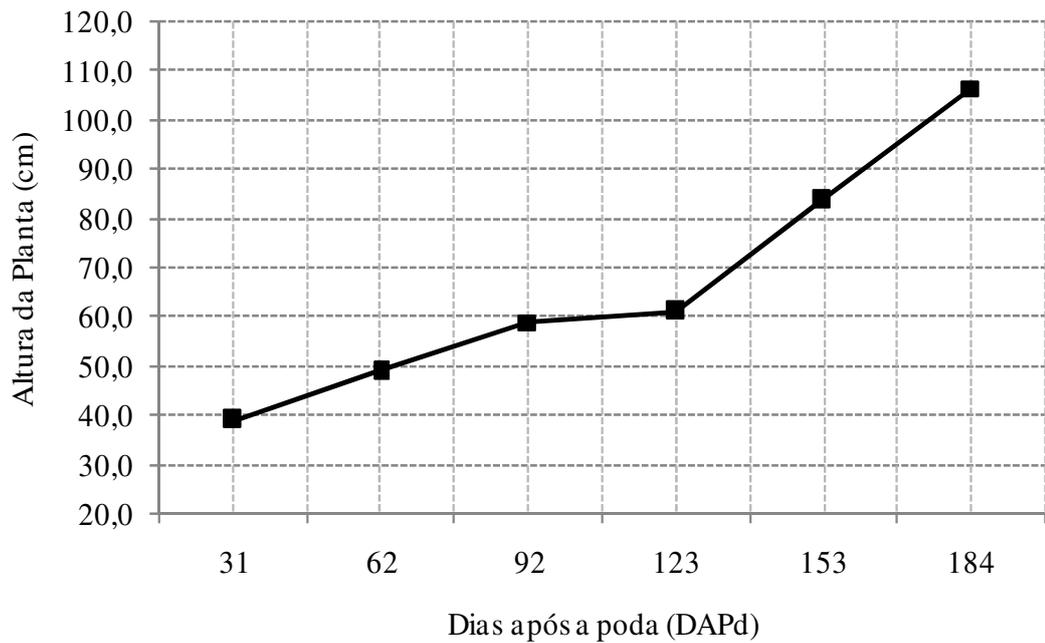
**Tabela 13** - Resumo da análise de variância para as características da figueira: altura da planta (cm), diâmetro do caule (cm) e comprimento dos ramos (cm) da figueira, no período de julho a dezembro de 2008

Variável	FV	GL	SQ	QM	F
Altura da Planta	K <sub>2</sub> O	4	819,5222	204,8806	1,268 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	740,4167	246,8056	1,528 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	1.938,611	161,5509	-
Diâmetro do Caule	K <sub>2</sub> O	4	277,0701	69,2675	2,706 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	286,8128	95,6042	3,734 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	307,2039	25,6003	-
Comprimento dos Ramos	K <sub>2</sub> O	4	6.218,707	1.554,677	2,042 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	9.933,713	3.311,238	4,348 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	9,138,410	761,5342	-

<sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

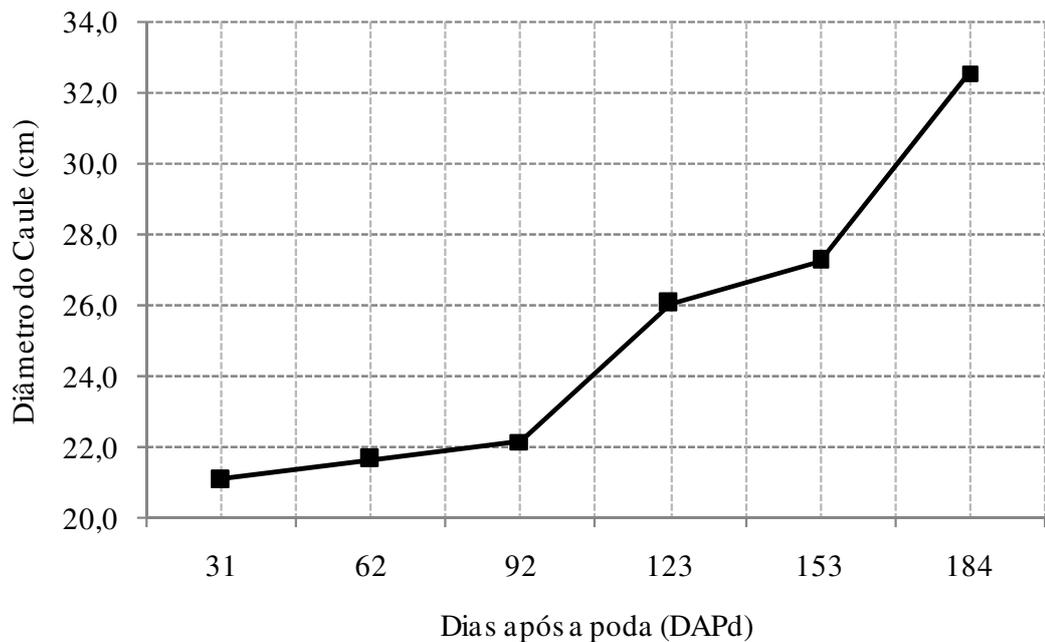
\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Figura 21 nota-se que dos 123 aos 153 DAPd a diferença na altura média das plantas foi de 22,7 cm, assim como dos 153 aos 184 DAPd e entre os 92 e 123 DAPd a diferença foi de apenas 2,20 cm, sendo a menor diferença em todo experimento.



**Figura 21** - Evolução da altura média das plantas (cm) durante o experimento de fertirrigação potássica.

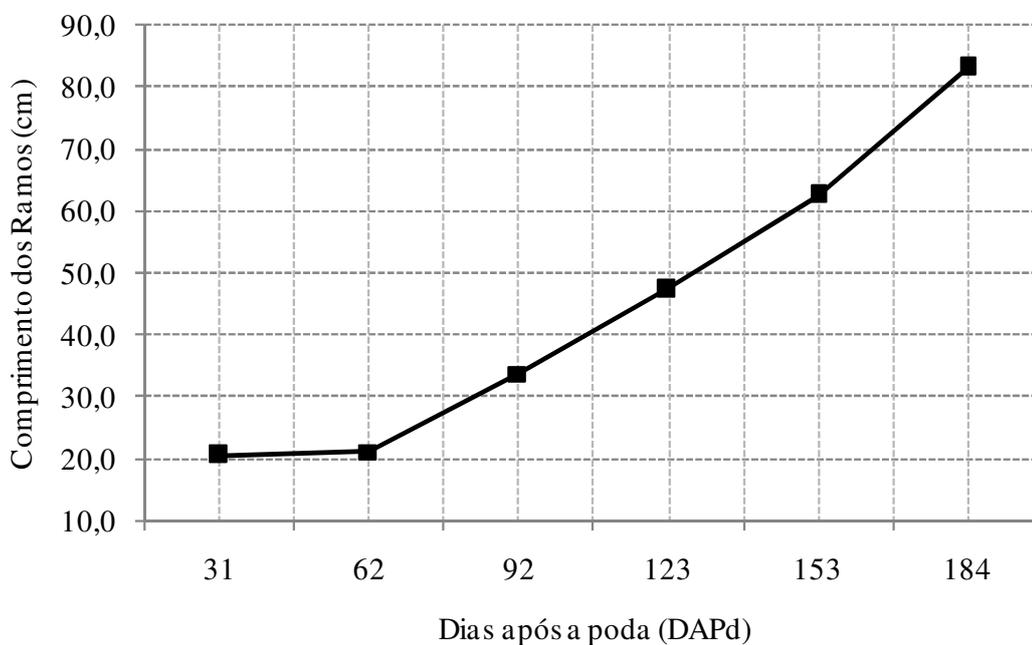
Na Figura 22, têm-se a evolução do crescimento do diâmetro do caule em todos os tratamentos ao longo dos DAPd. Pode-se observar uma tendência linear da variação do diâmetro do caule em função dos DAPd, sendo que a maior diferença entre os períodos de observação ocorreu entre os 153 e 184 DAPd (5,33 cm).



**Figura 22** – Evolução do diâmetro médio do caule (cm) durante o experimento de fertirrigação potássica.

Brizola (2003), trabalhando com seis níveis de potássio aplicados de forma convencional na figueira, também não encontrou resultados significativos para o diâmetro do tronco da figueira e comprimento dos ramos ao nível de 5% de significância. Segundo Malavolta et al. (1997), as atividades fotossintéticas podem diminuir com as deficiências de potássio e aumentar a respiração, reduzindo o fornecimento de carboidratos e causando consequentes efeitos no crescimento das plantas.

Observa-se na Figura 23 um comportamento linear do comprimento dos ramos em função dos DAPd, sendo também a maior diferença registrada entre os 153 e os 184 DAPd (20,67 cm).



**Figura 23** – Evolução do comprimento médio dos ramos (cm) em função de todos os tratamentos aplicados durante o experimento de fertirrigação potássica.

Malavolta et al. (1997) explica que as funções fisiológicas exercidas pelo potássio estão diretamente envolvidas na síntese protéica, no aproveitamento de água e na translocação de carboidratos, condições estas que quando perfeitamente funcionais, podem levar um maior crescimento das plantas.

#### 4.4.2 Peso dos frutos, número de frutos, diâmetro dos frutos e produtividade

Na Tabela 14 encontra-se o resumo das análises de variância do peso dos frutos (g), número dos frutos, diâmetro dos frutos (cm) e produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Observa-se que as diferentes fertirrigações potássicas aplicadas durante o experimento não influenciaram significativamente nenhuma das variáveis medidas.

**Tabela 14** - Resumo da análise de variância para os parâmetros: peso dos frutos (g), número dos frutos, diâmetro dos frutos (cm) e produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) da figueira, no período de julho a dezembro de 2008

Variável	FV	GL	SQ	QM	F
Peso dos Frutos	K <sub>2</sub> O	4	155,1752	39,7839	0,776 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	121,4195	40,4731	0,810 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	599,4097	49,9920	-
Número dos Frutos	K <sub>2</sub> O	4	29,6880	7,422	1,593 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	0,2140	0,0713	0,015 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	55,8960	4,6580	-
Diâmetro dos Frutos	K <sub>2</sub> O	4	0,3577	0,0894	2,016 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	1,2739	0,4246	9,572 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	0,5323	0,0443	-
Produtividade	K <sub>2</sub> O	4	130.143,7	32.535,92	2,589 <sup>ns</sup>
	Bloco	3	11.855,95	3.951,982	0,315 <sup>ns</sup>
	Resíduo	12	150.782,2	12.565,19	-

<sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

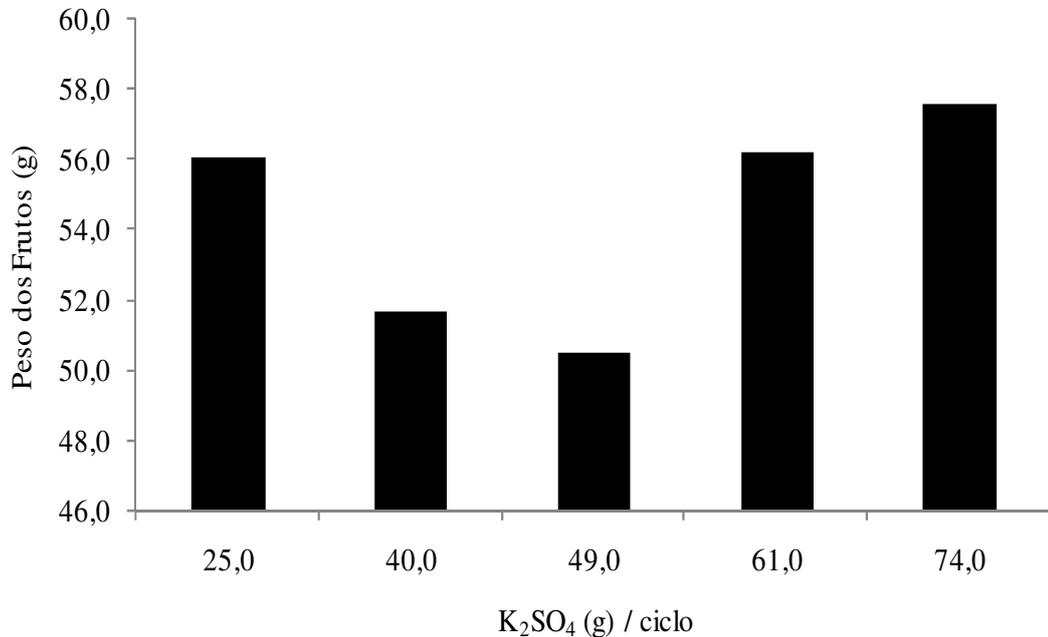
\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A não diferenciação dos tratamentos pode ter ocorrido devido ao alto teor de potássio que já se encontrava no solo ou pela competição entre o Ca e Mg com o potássio, assim a planta não conseguiu aproveitar todo o potássio aplicado via fertirrigação.

Para Nogueira (1985), os efeitos de adubações potássicas sobre fruteiras estão mais condicionado aos aspectos de qualidade do que aos de quantidade, desde que este elemento não esteja em quantidades limitantes para o desenvolvimento da planta.

Em solos com teores de médio a adequado de K não há diferença quanto ao modo de aplicação e a quantidade aplicada de potássio, porém em solos com baixa CTC e teores muito baixos de K, sem a presença de uma cultura de cobertura, é recomendável o parcelamento da adubação (YAMADA; ABDALLA, 2004).

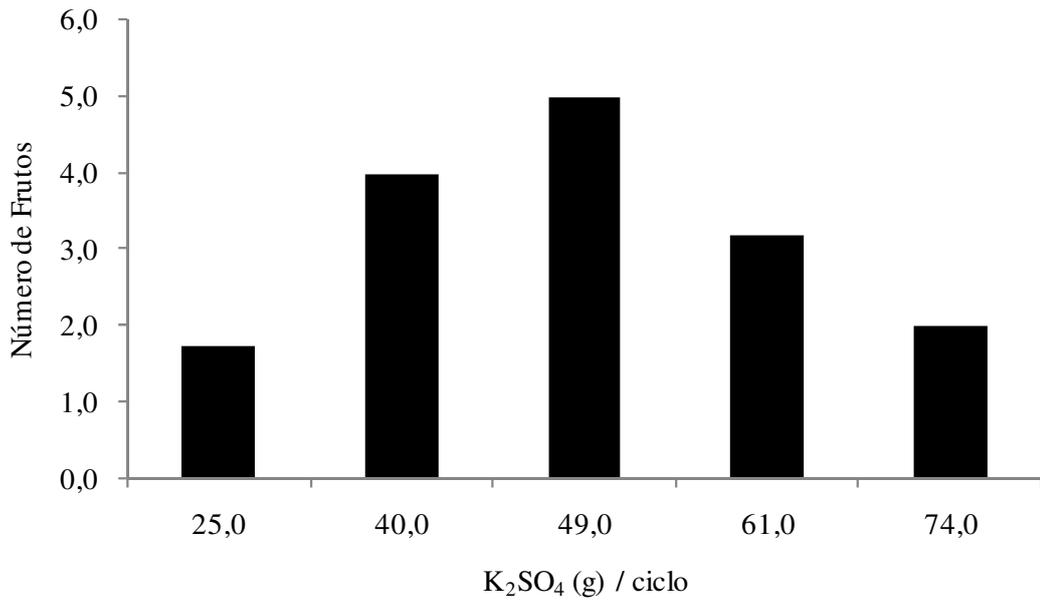
De acordo com a Figura 24, o tratamento 74,0 g de  $K_2SO_4$  proporcionou o maior peso médio dos frutos. Porém, esses valores não diferiram estatisticamente.



**Figura 24** – Valores médios do peso dos frutos (g) nas diferentes doses de fertirrigação potássica.

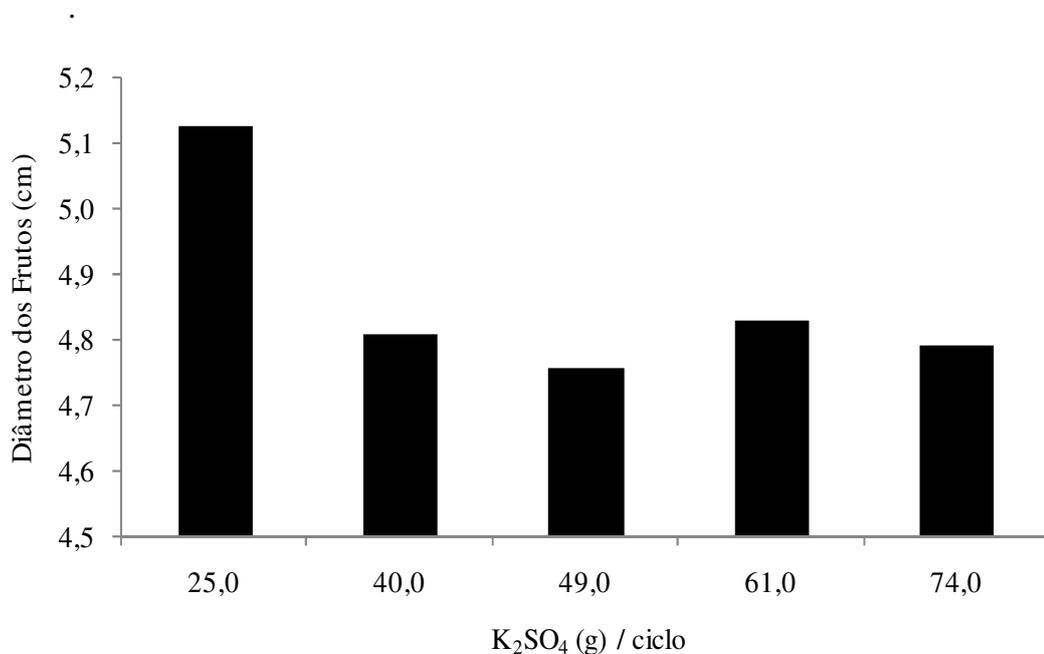
De acordo com a Figura 25 pode-se visualizar que à proporção que foi aumentando as dosagens de potássio aplicadas por fertirrigação o número de frutos também aumentou, entretanto quando se aplicou uma dosagem maior que o recomendado pela análise de solo (RAS) os totais de frutos começaram diminuir.

Brizola (2003) trabalhando com seis níveis de potássio em adubação de cobertura na figueira encontrou resultados significativos para o número de frutos verdes por planta na figueira, encontrando uma equação de regressão linear com coeficiente de determinação  $R^2$  de 0,87, para Botucatu, São Paulo, com o tratamento de 150,0 g de  $K_2O$  por planta chegando a quase 75 frutos.



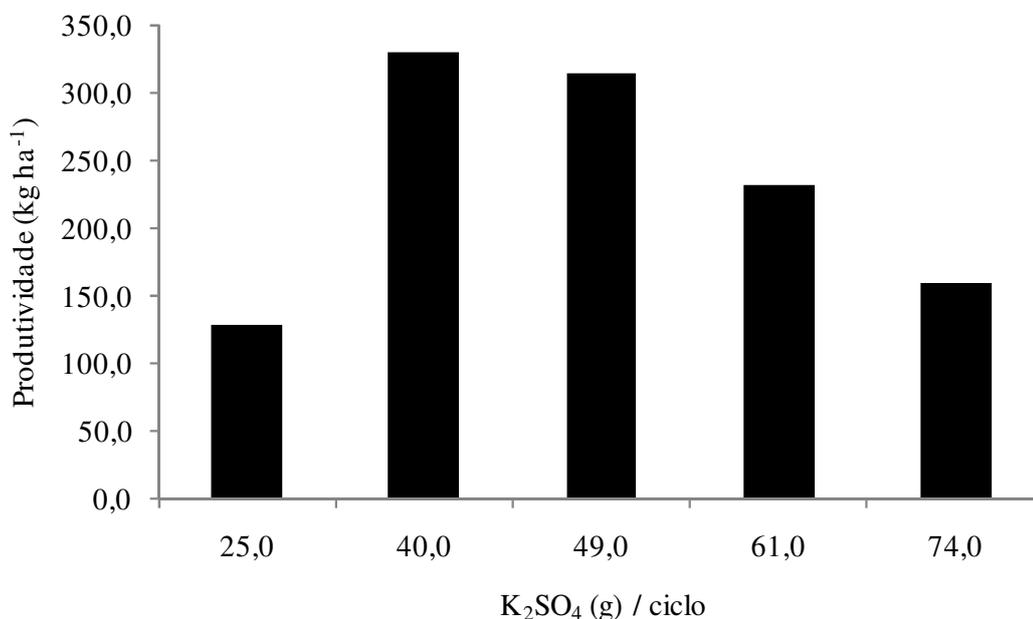
**Figura 25** – Valores médios do número de frutos nas diferentes doses de fertirrigação potássica.

Na Figura 26 têm-se os valores médios dos diâmetros de frutos em função das doses de potássio aplicadas. Nota-se que em termos absolutos o tratamento de 50% da RAS que corresponde a 25,0 g de  $K_2SO_4$  foi quem obteve o maior diâmetro médio dos frutos, correspondendo a um valor de 5,13 cm.



**Figura 26** – Valores médios do diâmetro dos frutos (cm) nas diferentes doses de fertirrigação potássica.

De acordo com a Figura 27 pode-se visualizar que houve um decréscimo na produtividade com o aumento da dosagem de  $K_2SO_4$  aplicado via fertirrigação, entretanto o tratamento que apresentou a menor produtividade foi o de 50% da RAS, com uma dosagem de 25,0 g de  $K_2SO_4$  e com um valor igual a 130,02  $kg\ ha^{-1}$ , em dois meses de colheita.



**Figura 27** – Valores médios para a produtividade da figueira ( $kg\ ha^{-1}$ ) nas diferentes doses de fertirrigação potássica, em dois meses de colheita.

As diferentes doses de potássio aplicadas via fertirrigação não influenciaram a produtividade ao nível de 5% de probabilidade, porém em termos absolutos, o maior rendimento foi obtido com a aplicação de 75% da RAS com um valor igual a 331,46  $kg\ ha^{-1}$ , em dois meses de colheita do 2º ciclo de produção.

Estas produtividades provavelmente não diferiram devido aos altos teores de potássio contido no solo e a competição de Ca e Mg com o íon K. Os efeitos interiônicos entre K, Ca e Mg ocorrem na forma de inibição competitiva, normalmente ao nível de membrana celular (EPSTEIN, 1975). Segundo Malavolta (1980), altos teores de potássio no meio inibem a absorção de Ca e Mg, chegando muitas vezes a causar a deficiência desses dois nutrientes com queda de produção. Marschner (1995) também relata que cátions como o potássio podem atravessar a membrana plasmática com maior velocidade, deprimindo a absorção de cátions mais lentos como Ca e Mg.

Floss (2006) relata que o potássio é absorvido totalmente na forma catiônica ( $K^+$ ), podendo sua absorção ser diminuída pelo excesso de cálcio e magnésio no solo e estima-se que 75% do potássio encontrado nos tecidos vegetais estejam na forma iônica.

## 5 CONCLUSÕES

### 5.1 Experimento I – Lâminas de Irrigação

A aplicação de diferentes lâminas de irrigação na cultura da figueira, variedade Roxo de Valinhos, na Chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará não influenciaram nas características: altura da planta, diâmetro do caule, comprimento dos ramos, peso e diâmetro dos frutos e teor de sólidos solúveis totais.

A lâmina de irrigação estimada de 1.647,06 mm foi a que proporcionou a maior produtividade 1.552,74 kg ha<sup>-1</sup> e a lâmina estimada de 1.430,13 mm resultou numa EUA máxima de 1,02 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>.

### 5.2 Experimento II – Fertirrigação Potássica

Os resultados obtidos demonstraram que a aplicação de doses diferenciadas de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> aplicadas via fertirrigação na cultura da figueira variedade Roxo de Valinhos, na Chapada do Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará, não alterou significativamente nenhuma das variáveis analisadas.

Como os resultados não foram significativos para as variáveis analisadas quanto as dosagens de potássio, o produtor deve aplicar a dosagem mínima analisada (50% da recomendação da análise de solo) devido a grande quantidade de potássio existente no solo da região, além de reduzir os custos de produção e diminuir o risco de salinização do solo.

## REFERÊNCIAS

ALFAIA, S. S. Destino de fertilizantes nitrogenados em um Latossolo Amarelo cultivado com Feijão Caupi. **Acta Amazonas, Amazonas**, v 27, n. 2, p 65-72, 1997.

ALVARENGA, M. A. R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface-americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e de níveis de cálcio aplicados via foliar**. 1999. 117p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANDRADE JUNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; FIGUEIREDO JUNIOR, L. G. M.; RIBEIRO, V. Q.; SAMPAIO, D. B. Produção e qualidade de frutos de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.4, p.836-841, 2006.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. DIAS, N. S.; FIGUEIREDO JÚNIOR, L. G. M; DANIEL, R.; RIBEIRO, V. Q. Doses de potássio via fertirrigação na produção e qualidade de frutos de melancia em Parnaíba, PI. **Irriga, Botucatu**, v. 10, n..3, p. 205-224, ago.-out., 2005.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; RODRIGUES, B. H. N.; FRIZZONE, J. A.; CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. B.; MELO, F. B. Níveis de irrigação na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n.1, p. 17-20, 2002.

AQUINO, B. F. Adubos e adubação. Fortaleza: **UFC**. 2003. 241p. (Material Didático)

AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C.; VIANA, T. V. A.; RÊGO, J. L.; D'AVILA, J. H. T. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 1, p. 9-15, jan.-abr. 2005.

BARROSO, A. A. F. **Lâminas de irrigação e doses de potássio por gotejamento na cultura da bananeira no terceiro ciclo de produção**. 2009. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009

BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6ª Ed. Viçosa: **Ed. UFV**, 1995, 665p.

BIBLIOTECA VIRTUAL. **Figo**. 2007. Disponível em <<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/especiais/frutasnobrasil/figo.html>>. Acesso em: 22 jan. 2006.

BRIZOLA, R. M. **Níveis de adubação potássica na figueira**. 2003. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003.

BRIZOLA, R. M. O.; TECCHIO, M. A.; HORA, R. C. Teores de macronutrientes em pecíolos e folhas de figueira (*Ficus carica* L.) em função da adubação potássica. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v. 29, n. 3, p. 610-616, maio/jun., 2005b.

BRIZOLA, R. M. O.; TECCHIO, M. A.; MISCHAN, M. M. Exportação de macronutrientes pelos ramos e frutos da figueira cultivada em função da adubação potássica. **Acta Scientiarum, Maringá**, v. 27, n. 1, p. 33-37, jan./mar., 2005a.

CAETANO, L. C. S. **Sistemas de condução, nutrição mineral e adubação da figueira “Roxo de Valinhos” na Região Norte Fluminense**. 2004. 106f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual Norte Fluminense, Campo dos Goytacazes, 2004.

CAETANO, L. C. S.; CARVALHO, A. J. C. Efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n.4, p. 1150-1155, jul-ago, 2006.

CHAVES, A. **Figueira cv. roxo de valinhos submetida a diferentes épocas de poda e número de ramos combinado com espaçamentos, em ambiente protegido**. 2003. 127p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo, 2003.

CAMPO DALL'ORTO; F. A., BARBOSA, W.; RAIJ, B. V. Recomendações de adubação e calagem, frutas de clima temperado: In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FRONZA, D. GNOCATO, F. S. Resposta da cultura da figueira (*ficus carica l.*) a diferentes lâminas de irrigação. IN: **XVI Congresso Brasileiro de Irrigação e Drenagem**. Goiânia, 1996.

CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B.; MAROUELLI, W. A.; ANDRADE, R. J. Fertirrigação de hortaliças. Brasília. **Embrapa Hortaliças**, 2004. 13 p. (Embrapa Hortaliças, Circular Técnica, 32).

COELHO, A. M. Fertirrigação. In: COSTA, E. F.; VIEIRA, P. A. (Eds.) **Quimigação**. Brasília: **EMBRAPA-SPI**, 1994. P. 201-28.

COELHO, E. F. Irrigação. In: LIMA, A. A. (Coord.) **O cultivo do maracujá**. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 1999. P. 48-54 (Circular Técnica, 35).

COELHO, G. V. A.; CHALFUN, N. N. J.; MIRANDA, C. S.; VEIGA, R. D.; GONÇALVES, F. C. Diferentes práticas culturais na produção antecipada de figos verdes. **Ciênc. Agrotec., Lavras. Edição Especial**, p. 1493-1498, dez., 2003.

COUTO, L.; SANS, L. M. A. Requerimento de Água das Culturas. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2002, 10p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica, 20).

DALIPARTHY, J. BARKER, A. V.; MONDAL, S. S. Potassium fractions with other nutrients in crops: a review focusing on the tropics. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 17, p. 1859-1886, 1994.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS (DNOCS). Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodí. 2008. Disponível em: <<http://apoena.dnocs.gov.br/~apoena/php/projetos/projetos.php>>. Acesso em: 19 jun. 2008.

DOBASHI, A. M. et al. Avaliação do crescimento da boca de leão (*Antirrhinum majus*) submetido a diferentes níveis de deficiência hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de caldas. Anais... Poços de caldas: **Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**, 1998. v. 1, p. 100-102.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2ª Ed. 2006. 306p.

EPSTEIN, E. Nutrição Mineral de Plantas; princípios e perspectivas: São Paulo: **EDUSP**, 1975. 341p.

FACHINELLO, J. C., MANICA, I., MACHADO, A. A. Resposta da figueira (*Ficus carica* L.) cv. João Pedro a dois níveis de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. Anais do **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 5, Pelotas, SBF, p.889-895. 1979.

FAO (Roma, Itália). 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 14 out. 2005.

FERNANDES, F. M., BUZETTI, S. Fertilidade do solo e nutrição da figueira. In: CORRÊA, L. de S., BOLIANI, A.C. Cultura da figueira: do plantio a comercialização. Ilha Solteira: **Funep**, p.69-85. 1999.

FERREIRA NETO, M. **Doses de N e K aplicadas via fertirrigação na cultura do coqueiro** (*Cocos nucifera* L.) **anão**. Piracicaba. 2005. 102f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FLOSS, E. L. Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê. 3 ed. ampl. e atual. – Passo Fundo: **Ed. Universidade de Passo Fundo**, 2006. 751p.

FOLEGATTI, M. V.; PAZ, V. P. S.; PEREIRA, A. S.; LIBARDI, V. C. M. Efeitos de diferentes níveis de irrigação e de déficit hídrico na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: **CONGRESSO CHILENO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 2, 1997, Citán, Anais...1997.

FONSECA, K. M.; OLIVEIRA, C. A. S.; YAMANISHI, O. K.; QUADROS, M. Crescimento da planta e produção de duas cultivares de mamão fertirrigadas com potássio em um solo de cerrado. Disponível em: <[http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais\\_xvii\\_cbf/climassolosnutricao/221.htm](http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/climassolosnutricao/221.htm)>. Acesso em: 8 fev. 2006.

FREITAS, A. A. **Efeitos do déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos sobre a produção da melancia** (*Citrullus lanatus* tumb.). 1999. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

FRIZZONE, J. A. Análise de decisão econômica em irrigação. Piracicaba: **ESALQ/LER**, 2005. 371p.

FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; SOUZA, J. L. M.; ZOCOLER, J. L. Planejamento da irrigação: análise de decisão de investimento. Brasília. EMBRAPA: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2005. 626p.

FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A.; DOURADO NETO, D. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP. 1994. 35 p. (**Série didática 8**).

FRONZA, D.; CARLESSO, R.; BRACKMAN, A.; SANTOS, O. S.; POERSKE, P. R.; FANTINEL, A. L.; HAMANN, J.; TREVISAN, P. Produção de figo de mesa roxo-de-valinhos sob fertirrigação. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, XX, 2008, Vitória. Anais... Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008.

GNOGATO, F.; FRONZA, D. Resposta da cultura da figueira (*Ficus carica* L.) à diferentes lâminas de irrigação. In: **CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**, XVI, 2006, Goiânia. Anais... Goiânia: **Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**, 2006.

HAAG, H. P. Distúrbios nutricionais em figueira (*Ficus carica* L.) cultivada em solução nutritiva. O Solo, Piracicaba, 71(1):31-34. 1979.

HERNANDEZ, F. B. T.; SUZUKI, M. A.; BUZETTI, S.; CORRÊA, L. S.; Resposta da figueira (*Ficus carica* L.) ao uso da irrigação e nitrogênio na região de Ilha Solteira. **Scientia agrícola**. Piracicaba, v. 51, n.1, p.110-116, 1994.

HERNANDEZ, F. B. T.; SUZUKI, M. A.; MODESTO, J. C.; CORRÊA, L. S. Efeitos de lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio nos aspectos qualitativos e nutricionais do figo (*Ficus carica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., 1992, Santa Maria. Anais... Santa Maria: **Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**, 1992. v.2B, p.862-874.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: **Rima Artes e Textos**, 2000. 531p.

LEONEL, S.; BRIZOLA, R. M. O.; TECCHIO, M. A.; SAMPAIO, A. C. Efeitos de diferentes níveis de adubação potássica no desenvolvimento de mudas de figueira, *Ficus carica* L. 2007 Disponível em: <[http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais\\_xvii\\_cbf/climassolosnutricao/437.htm](http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/climassolosnutricao/437.htm)>. Acesso em: 10 jan. 2007.

LEONEL, S.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Efeitos do esterco de curral na fertilidade do solo, no estado nutricional e na produção da figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n.2, p. 534-539, junho, 2008.

LIMA, G. P. B. **Crescimento e produtividade do caupi (*Vigna unguiculata* L. walp.) sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica no solo**. 1995. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1995.

LUCAS, A. A. T. **Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sins. var. *flavicarpa* Deg) a lâminas de irrigação e doses de adubação potássica**. 2002. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. Adubos e adubações. São Paulo: **Nobel**, 2002. 200p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: **Associação Brasileira de Potassa e do Fósforo**, 319 p., 1997.

MALAVOLTA, E. Elementos da Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1980. 251p

MARCUSSI, F. F. N. Uso da fertirrigação e teores de macronutrientes em planta de pimentão. **Eng. Agric., Jaboticabal**, v. 25, n. 3, p. 642-650, set./dez. 2005.

MARINHO, A. B. **Respostas dos mamoeiros cultivar Golden e do híbrido Uenf/Caliman01 sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio**. 2007. 125f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2007.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. San Diego: **Academic Press**, 1995. 888p.

MEDEIROS, A. R. M. Figueira (*Ficus carica* L.) do plantio ao processamento caseiro. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2002, 16p. (Embrapa Clima Temperado, Circular Técnica, 35).

NIENOW, A. A.; CHAVES, A.; LAJUS, C. R.; CALVETE, E. O. Produção da figueira em ambiente protegido submetida a diferentes épocas de poda e número de ramos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n.3, p. 421-424, dezembro, 2006.

NOGUEIRA, D. J. P. Nutrição de fruteiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 125, p. 12-31, 1985.

NUNES, A. C. **Efeitos de lâminas de irrigação na cultura de feijão moyashi e da insetigação por gotejamento e microaspersão na cultura de feijão manteiguinha**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

OLITTA, A. F. **Os métodos de irrigação**. 11. ed. São Paulo: Nobel, 1984. 267 p.

OLITTA, A.F.; SAMPAIO, V.R.; BARBIN, D. Estudo da lâmina e freqüência da irrigação por gotejo na cultura do figo. **O Solo, Piracicaba**, v.71, n.2, p.9-22, 1979.

OMETTO, J. C. Bioclimatologia vegetal. **Ed. Agronômica Ceres**, 1981. 440p.

ORTOLAN, D.; ORTOLAN, F.; FRONZA, D.; SANTOS, O. S.; LOVATO, M. T; FILHO, H. N.; CORRÊA, R. C.; FIORENTINI, V.; SIGNOR, C.; BERGAMO, V. Z. Parâmetros físico-químicos de figos (*Ficus carica* L) tratados via fertirrigação com diferentes níveis de nitrogênio e potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XX, 2008, Vitória. Anais... Vitória: **Sociedade Brasileira de Fruticultura**, 2008.

PEDROTTI, E. L.; MANICA, L; BELTRAME, L. F. S. Níveis de irrigação, crescimento das plantas e concentração de nutrientes nas folhas de figueira (*Ficus carica L.*) Roxo-de-Valinhos. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.19, n.1, p.103-116, 1983.

PENTEADO, S.R. O cultivo da figueira no Brasil e no Mundo. In: CORRÊA, L. S. de.; BOLIANI, A. C. (Ed.) Cultura da figueira - do plantio à comercialização. Ilha Solteira: **FAPESP**,1999. p.1-16.

PEREIRA, F. M. Cultura da figueira. São Paulo: **Livroceres**, 1981. 73p.

PEREIRA, J. R. D. et al. Efeito da época de suspensão da fertirrigação e níveis de reposição de água na cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*). **Ciência Agrotécnica, Lavras**. v. 27, n. 3, p. 658 – 664, maio/jun., 2003.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: **FEALQ**, 1997. 183p.

QUAGGIO J. A., RAIJ, B.V, PIZA JR., C.T. Frutíferas: amostragem de folhas e diagnose foliar: In: RAIJ, B.V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: **Instituto Agrônômico**, p. 123-125. (Boletim Técnico, 100). 1996.

QUAGGIO J. A.; PIZA JR., C. T. Frutíferas tropicais. In: Ferreira, M. E. CRUZ, M. C. P., RAIJ, B. V., ABREU, C. A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal:CNPq/FAPESP/POTAFOS, p. 458-491.2001.

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

REGO, J. L; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C; GONDIM, R. S. Efeitos de níveis de irrigação sobre a cultura do crisântemo. **Revista Ciência Agronômica** 35: 302-308. 2004.

ROTONDANO, A. K. F.; MELO, B. Irrigação em frutíferas. 2007. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/irriga5.html>>: Acesso em: 20 jan. 2007.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C.; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G; SILVA, J. R.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KVATI, R.; PEREIRA, V. P. Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 64 p. (**Publicações Técnicas FRUPEX, 19**).

SAMPAIO, V. R.; OLITTA, A. F.; OLIVEIRA, A. S. Efeito das épocas de poda na produção do figo irrigado por gotejamento. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.38, p.847-857,1981.

SANTOS, F. S. S. **Diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrato de potássio, aplicados via fertirrigação, sobre a cultura do mamão Formosa**. 2006. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

SANTOS, F. J. S.; LIMA, R. N.; CRISÓSTOMO, L. A.; SOUZA, F. Irrigação do Melão: Manejo através do Tanque Classe "A". Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2001. 8p (**Embrapa Agroindustrial Tropical, 2001. Circular Técnica, 11**).

SECRETÁRIA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA (SEAGRI). Produção de figo no Ceará mais uma fruta na pauta de exportação. Disponível em: <<http://www.seagri.ce.gov.br/siga>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO CEARÁ (SEAGRI). 2005. Disponível em: <<http://www.seagri.ce.gov.br/siga/>>. Acesso em: 15 abr. 2005.

SILVA, E.M. da.; AZEVEDO, J.A. de.; GUERRA, A.F.; FIGUERÊDO, S.F.; ANDRADE, L.M. de.; ANTONINI, J.C. dos A. Manejo de irrigação para grandes culturas. In: Manejo de Irrigação. Lavras: **UFLA/SBEA**, 1998. p. 239-280.

SILVEIRA, R. L. V. de A.; MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em Eucalyptus. 2006. Disponível em: <[http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Encarte%2091.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Encarte%2091.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2006.

SIMÃO, S. Tratado de Fruticultura. Piracicaba: **FEALQ**, 760 p. 1998.

SIMÃO, S. Manual de Fruticultura. São Paulo: **Editora Ceres**, 1971. p. 291-309.

SOUSA, V. F. **Frequência de aplicação de N e K via água de irrigação por gotejamento no meloeiro (*Cucumis melo* L. Eldorado 300) em solo de textura arenosa**. Botucatu. 1993. 131f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

SOUSA, V. F. **Níveis de irrigação e doses de potássio aplicadas via fertirrigação por gotejamento no maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. F. *flavicarpa* Deg)**. 2000.

178f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SOUSA, V. F. S.; COELHO, E. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; FOLEGATTI, M. V.; FRIZZONE, J. A. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v. 4, n.2, p. 183-188, 2000.

SOUSA, V. F. S.; FRIZZONE, J. A.; FOLEGATTI, M. V.; VIANA, T. V. A. Eficiência do uso da água pelo maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n.3, p. 302-306, 2005.

SOUSA, V. F.; SOUSA, A. P. Efeito da frequência de N e K por gotejamento no estado nutricional e qualidade dos frutos do meloeiro (*Cucumis melo* L.) **Eng. Agric., Jaboticabal**, v. 17, n. 3, p. 36-45, 1998.

SOUZA, O. P.; MELO, B.; MANCIN, C. A. Cultura da figueira. 2007. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/figo.html>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

STEGMAN, E. C.; MUSICK, J. T.; STEWART, J. I. Irrigation water management. In.: JENSEN, M. E. (Ed.). **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1980. p. 763-816. (ASAE. Monograph, 3).

TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. E.; CARDOSO, J. L. Importância da irrigação no desenvolvimento do agronegócio. Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação – CSEI (ABIMAQ), Empresa Júnior de Engenharia Agrícola. Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

TODA FRUTA. A cultura do figo. 2007a. Disponível em: [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=9646](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=9646). Acesso em: 22 nov. 2007a.

TODA FRUTA. Característica do figo. 2007b. Disponível em < [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=1307](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=1307)>. Acesso em: 22 nov. 2007b.

VIVANCOS, A. D. Fertirrigación. Madrid: Mundi – **Prensa**, 215 p., 1993.

YAMADA, T; ABDALLA, S. R. S. A importância do potássio na produtividade e qualidade das colheitas e na sanidade das culturas é debatida em simpósio. **Potafos. Informações agrônomicas**, n. 107, setembro, 2004.