



**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa**  
**Centro de Tecnologias e Recursos Naturais**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**



**DISSERTAÇÃO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**PRODUÇÃO DE GIRASSOL EM DIFERENTES SISTEMAS  
DE CULTIVO, ÁGUAS E ADUBAÇÃO**

**JOSÉ AMILTON SANTOS JÚNIOR**

**CAMPINA GRANDE**

**Estado da Paraíba – Brasil**

**Junho - 2010**

**JOSÉ AMILTON SANTOS JÚNIOR**

**Engenheiro Agrícola**

**PRODUÇÃO DE GIRASSOL EM DIFERENTES SISTEMAS  
DE CULTIVO, ÁGUAS E ADUBAÇÃO**

---

**Orientador: D.Se. Haus Raj Gbeyi**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, do Centro de Tecnologias e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

**Campina Grande – Paraíba**

**Junho - 2010**



2012 11 20 17:22 200 0122 4200

digitalização

PROJETO DE GRADUAÇÃO EM BIBLIOTECA E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO  
DE CULTIVO, ÁGUA E ADUBAÇÃO

2012 11 20 17:22 200 0122 4200

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC**

**S237p Santos Júnior, José Amilton**

**Produção de girassol em diferentes sistemas de cultivo, águas e adubação / José Amilton Santos Júnior. — Campina Grande, 2010. 152 f. : il. col.**

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

**Referências.**

**Orientador: Prof. D.Sc. Hans Raj Gheyi.**

**1. Salinidade. 2. Hidroponia. 3. Água Residuária e Salina. I. Título.**

**CDU – 631.413.3(043)**

Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba

2010 - 2011



Universidade Federal de Campina Grande  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
Centro de Tecnologias e Recursos Naturais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola



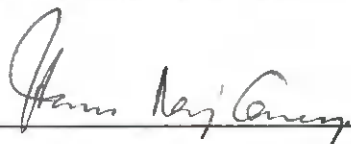
**PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO**

**JOSÉ AMILTON SANTOS JÚNIOR**

**PRODUÇÃO DE GIRASSOL EM DIFERENTES SISTEMAS  
DE CULTIVO, ÁGUAS E ADUBAÇÃO**

**BANCA EXAMINADORA:**

**PARECER**

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_

**D.Sc. Hans Raj Gheyi – Orientador**

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_

**D.Sc. Nildo da Silva Dias – UFERSA - Examinador externo**

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_

**D.Se. Frederico A. L. Soares – UFCG/DEAg - Examinador interno**

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_

**D.Sc. Reginaldo G. Nobre – UFCG/UAGRA – Examinador externo**

**Junho - 2010**

A meu inesquecível pai, Amilton, e a minha querida mãe, Rosemary, que sempre sonharam em dar uma graduação aos seus quatro filhos. Hoje, seus quatro filhos são pós-graduados. Vocês conseguiram!!!

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Ao Rei dos séculos, imortal, invisível, ao único Deus sábio, seja honra e glória para todo o sempre. Ao querido Espírito Santo pela graça, amizade e amor a mim demonstrado. Sem esse amor a vida não teria sentido, não haveria um só motivo pra sorrir: obrigado, Deus!

A meu pai, José Amilton Santos (*in memoriam*), por me ter ensinado tudo o que sou e sei, por ter gastado todo o seu tempo e esforço pra fazer de mim um homem de bem; por sempre lutar, às vezes mesmo sem recursos, para que eu tivesse uma boa educação; por ter me dado a honra de ter o seu nome... por ter sido pra mim o melhor pai que eu poderia ter, o melhor pai do mundo: sempre te amarei, pai!

A minha mãe, Rosemary Ferreira Santos, pelo carinho que as palavras não podem descrever; por cuidar de mim de um modo excelente e me mostrar o que tenho de mais valioso na vida: o amor de Deus. Por chorar quando eu choro e sorrir quando me alegro...te amo, mãe!

A minhas irmãs Elka, Kadidja e Amilca, por sempre acreditarem em mim e por sempre estarmos juntos e unidos, independente das circunstâncias. A minha família é um motivo pelo qual vale a pena lutar e viver, é um porto seguro... é um projeto de Deus;

A minha avó, tios, sobrinhos e cunhados, pela amizade e companheirismo;

A Jullyana, pelas orações e incentivo constante; por ser um motivo pra seguir em frente e lutar pela vida; por estar sempre ao meu lado e compartilhar lutas, dificuldades, sorrisos e vitórias. Por ser sempre um motivo pra olhar pra vida, independente das circunstâncias, e sorrir; por ser tão especial que não tenho palavras para descrevê-la.

Ao meu orientador, Prof. D.Sc. Hans Raj Gheyi, pelas valiosas dicas e amizade demonstrada; pelo companheirismo e pela postura de educador, sempre interessado na construção de um profissional cada vez mais qualificado; pelo respeito e compreensão nos momentos mais difíceis do curso.

Aos professores e amigos D.Sc. Frederico Antônio Loureiro Soares, D.Sc. Nildo da Silva Dias e D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre, por investir seu tempo e conhecimento na minha formação acadêmica;

Aos colegas e parceiros de pesquisa, Doroteu Honório Guedes Filho, Vinícius Batista Campos, Renê Medeiros de Souza e Leandro Oliveira de Andrade, por sua amizade e auxílio: essa troca de experiências e a oportunidade de convivência, se constituem em lições que ficam para toda a vida;

Aos amigos D.Sc. Genival Barros Júnior, M.Sc. Robi Tabolka dos Santos e M.Sc. Rogério Dantas Lacerda, pelo companheirismo, amizade e empenho no meu crescimento profissional;

À professora D.Sc. Josivanda Palmeira Gomes - coordenadora do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola; à secretária Aldanisa e aos demais professores e funcionários que participaram da construção dessa conquista;

Aos meus colegas de sala de aula, pela interatividade. Esta experiência foi fantástica!

A todos que fazem a Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Campina Grande, que a cada dia constroem mesmo em terrenos áridos, um curso cada vez mais sólido.

Muito obrigado!

SENHOR, Tu me sondaste, e me conheces. Tu sabes o meu assentar e o meu levantar; de longe entendes o meu pensamento. (...) Tal ciência é, para mim, maravilhosíssima; tão alta que não a posso atingir.(...) Eu Te louvarei, porque de um modo assombroso e tão maravilhoso, fui formado; maravilhosas são as Tuas obras, e a minha alma o sabe muito bem. Os meus ossos não Te foram encobertos, quando no oculto fui feito e, entretecido nas profundezas da terra, os Teus olhos viram o meu corpo ainda informe; e no Teu livro todas estas coisas foram escritas; as quais, em continuação foram formadas, quando nem ainda uma delas havia.(...) Sonda-me, ó Deus, e conhece o meu coração; prova-me, e conhecerás os meus pensamentos. E vê se há em mim algum caminho mau, e me guia pelo caminho eterno.

Davi, Rei de Israel. Este texto é encontrado na bíblia, no Salmo 139



## ÍNDICE

<b>LISTA DE TABELAS</b>	x
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	xiv
<b>RESUMO</b>	xv
<b>ABSTRACT</b>	xvi
<b>CAPITULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	17
1.1. Introdução	18
1.2. Objetivos	22
1.1.1. Objetivo Geral	22
1.1.2. Objetivos Específicos	22
<b>CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA</b>	23
2.1. A cultura do girassol	24
2.1.1. Histórico	24
2.1.2. Caracterização botânica	25
2.1.3. Usos	26
2.1.4. Sensibilidade do girassol ao boro	28
2.2. Fontes alternativas de recursos hídricos	30
2.2.1. Água residuária de esgoto doméstico	31
2.2.2. Água salobra	34
2.2.2.1. Efeito dos sais nas plantas	35
2.2.2.2. Tolerância das plantas à salinidade	36
2.3. Cultivo hidropônico	38
2.3.1. Características gerais	39
2.3.2. Utilização de substratos em sistemas hidropônicos	45
2.3.3. Solução nutritiva e o cultivo hidropônico do girassol	46
<b>CAPITULO III – TRABALHOS REALIZADOS</b>	47
<b>III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento</b>	48
Resumo	49
Abstract	49
Introdução	50
Material e Métodos	52

Resultados e Discussão	57
Conclusões	75
Referências	75
<b>III.2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:</b>	<b>78</b>
<b>avaliação da produção</b>	
Resumo	79
Abstract	79
Introdução	80
Material e Métodos	82
Resultados e Discussão	87
Conclusões	93
Referências	94
<b>III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:</b>	<b>97</b>
<b>avaliação do crescimento</b>	
Resumo	98
Abstract	98
Introdução	99
Material e Métodos	101
Resultados e Discussão	107
Conclusões	126
Referências	126
<b>III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:</b>	<b>130</b>
<b>avaliação da produção</b>	
Resumo	131
Abstract	132
Introdução	133
Material e Métodos	134
Resultados e Discussão	137
Conclusões	144
Referências	144
<b>CAPITULO IV - REFERÊNCIAS</b>	<b>146</b>

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II

Tabela 1. Tolerância relativa de determinadas culturas ao boro.	30
Tabela 2. Tolerância relativa das culturas a salinidade.	38

### Capítulo III.I

Tabela 1. Médias mensais de temperatura e umidade relativa dentro da casa de vegetação.	54
Tabela 2. Caracterização química da água residuária (R) e de abastecimento (AB) utilizada na irrigação.	55
Tabela 3. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.	
Tabela 4. Resumo da ANOVA e médias para Número de Folhas (NF) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), em diferentes datas, submetido a dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro.	56
Tabela 5. Resumo da ANOVA e médias para Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), em diferentes datas, submetidos a dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro.	61
Tabela 6. Resumo da ANOVA e médias para o desdobramento das interações significativas de doses de boro e tipos de água relacionada ao Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) submetido a dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro.	62
Tabela 7. Resumo da ANOVA e médias para Comprimento do Caule (CC), em diferentes datas, para os dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro na produção do girassol - variedade EMBRAPA 122/V-2000.	66
Tabela 8. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) do Diâmetro do Caule (DC) para os dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro na produção do girassol - variedade EMBRAPA 122/V-2000.	69
Tabela 9. Resumo da ANOVA e médias para o desdobramento da interação Doses de Boro e Tipos de Água, relativas à primeira semana, para a Taxa de Crescimento Absoluto do Diâmetro do Caule TCA – DC do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação.	70
Tabela 10. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) do Comprimento do Caule (CC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação.	71
Tabela 11. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Relativo (TCR) do Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação.	73
Tabela 12. Resumo da ANOVA e médias para o desdobramento da interação Doses de Boro e Tipos de Água para a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) do Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação.	74
Tabela 13. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Relativo (TCR) do Comprimento do Caule (CC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação.	75

### Capítulo III.2

Tabela 1. Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação observadas no período de estudo.	84
Tabela 2. Caracterização química da água residuária (R) e de abastecimento (AB) utilizada na irrigação.	84
Tabela 3. Características físicas e químicas do material de solo utilizado no experimento.	85
Tabela 4. Resumo da ANOVA e médias para Fitomassa dos Aquênios (FA), Número de Aquênios Viáveis (NAV), Número de Aquênios Não Viáveis (NANV), porcentagem de aquênios não viáveis (%ANV), Diâmetro do Capítulo – Dcap e o Tempo do Plantio à Colheita (TPC), para os dois tipos de águas de irrigação e doses crescentes de boro na produção do girassol – var. EMBRAPA 122/V-2000.	88
Tabela 5. Resumo da ANOVA e médias para Fitomassa Fresca e Seca da Parte Aérea (FFPA e FSPA), Fitomassa Fresca e Seca de Raiz (FFR e FSR) e Fitomassa Fresca e Seca do Caule (FFCaule e FSCaule) para os dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro na produção do girassol - variedade EMBRAPA 122/V-2000.	91
Tabela 6. Resumo da ANOVA e médias para Fitomassa Fresca e Seca das Folhas – FFF e FSF, Diâmetro do Caule (DCaule), Comprimento de Raiz (CR) e Número de Folhas para os dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro na produção do girassol - variedade EMBRAPA 122/V-2000.	92

### Capítulo III.3

Tabela 1. Médias mensais de temperatura e umidade relativa, dentro da casa de vegetação.	103
Tabela 2. Características físicas e químicas da fibra de coco.	104
Tabela 3. Característica da água de abastecimento.	105
Tabela 4. Quantidade de sais utilizada no preparo da solução nutritiva.	106
Tabela 5. Resumo da ANOVA e médias para Número de Folhas (NF) em diferentes datas, do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	108
Tabela 6. Resumo da ANOVA e médias para Diâmetro de Caule (DC) em diferentes datas, do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	112
Tabela 7. Resumo da ANOVA e médias para Comprimento do Caule (CC) em diferentes datas do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000 cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	115
Tabela 8. Resumo da ANOVA e médias para Área Foliar (AF) em diferentes datas do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	119
Tabela 9. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Absoluto do Comprimento do Caule (TCA-CC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	122
Tabela 10. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Absoluto do Diâmetro do Caule (TCA-DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	123
Tabela 11. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Relativo do Comprimento do Caule (TCR-CC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-	124

-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.

Tabela 12. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Relativo do Diâmetro do Caule (TCR-DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra. 125

#### **Capítulo III.4**

Tabela 1. Característica da água de abastecimento utilizada no preparo da solução nutritiva padrão. 136

Tabela 2. Quantidade de sais utilizada no preparo da solução nutritiva. 137

Tabela 3. Resumo da ANOVA (transformação  $(X+1)^{0.5}$ ) e médias para Fitomassa Fresca e Seca da Parte Aérea (FFPA e FSPA), Fitomassa Fresca e Seca do Caule (FFCaule e FSCaule) e Fitomassa Fresca e Seca das Folhas (FFF e FSF) do girassol cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra. 139

Tabela 4. Resumo da ANOVA (transformação  $(X+1)^{0.5}$ ) e médias para Fitomassa Fresca do Capítulo (FFCap), Fitomassa Fresca dos Aquênios (FFA), Número de Aquênios Viáveis (NAV), Número de Aquênios Não Viáveis (NANV), Diâmetro do Capítulo (DCap) e Tempo do Semeio à Colheita (TSC) do girassol cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra. 143

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo II

Figura 1. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema de pavio.	41
Figura 2. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema de leito flutuante.	42
Figura 3. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema de sub-irrigação.	42
Figura 4. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema NFT.	43
Figura 5. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema de gotejamento.	45
Figura 6. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema aeropônico.	46

### Capítulo III.1

Figura 1. Análise da evolução do Número de Folhas (NF) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) para diferentes datas, submetido a dois tipos de água irrigação e doses crescentes de boro.	60
Figura 2. Análise da interação entre doses de boro e tipos de água, correspondente aos 14, 21, 28, 35 e 49 DAT para o diâmetro do caule, em função das doses de boro e do diâmetro do caule para os dois tipos de águas de irrigação e doses crescentes de boro na produção do girassol – variedade EMBRAPA 122/V-2000.	63
Figura 3. Análise da evolução do Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) para diferentes datas, submetido a dois tipos de água irrigação e doses crescentes de boro na produção do girassol – var. EMBRAPA 122/V-2000.	65
Figura 4. Análise da evolução do Comprimento do Caule (CC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) para diferentes datas, submetidos a diferentes tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro.	67
Figura 5. Análise da interação entre doses de boro e tipos de água, correspondente à primeira semana para a Taxa de Crescimento Absoluto do Diâmetro do Caule TCA - DC do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de águas de irrigação.	70
Figura 6. Análise da interação entre doses de boro e tipos de água, correspondente à primeira semana para a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) do Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de águas de irrigação.	74

### Capítulo III.3

Figura 1. Esquema da unidade experimental.	104
Figura 2. Substrato utilizado - fibra de coco.	104
Figura 3. Curva característica da retenção de água da fibra de coco.	105
Figura 4. Processo de rega e reciclagem da solução nutritiva utilizada.	106
Figura 5. Análise das médias relativas ao Número de Folhas (NF) para cada avaliação, do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	109
Figura 6. Análise da evolução do Número de Folhas (NF) para todas as avaliações correspondentes a cada nível de salinidade, do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	110

Figura 7. Análise das médias relativas ao Diâmetro de Caule (DC) para cada avaliação do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	113
Figura 8. Análise da evolução do Diâmetro do Caule (DC) para todas as avaliações correspondentes a cada nível de salinidade do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	114
Figura 9. Análise das médias relativas ao Comprimento do Caule (CC) para cada avaliação que se mostrou significativa, do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	116
Figura 10. Análise da evolução do Comprimento do Caule (CC) para todas as avaliações correspondentes a cada nível de salinidade do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	118
Figura 11. Análise das médias relativas à Área Foliar (AF) para cada avaliação do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	120
Figura 12. Análise da evolução da Área Foliar (AF) para todas as avaliações correspondentes a cada nível de salinidade do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	121

#### **Capítulo III.4**

Figura 1. Processo de rega e reciclagem da solução nutritiva utilizada.	137
Figura 2. Relação entre fitomassa fresca e seca da parte aérea, fitomassa fresca e seca do caule e fitomassa fresca e seca das folhas do girassol cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	140
Figura 3. Relação entre número de aquênios viáveis e não viáveis, fitomassa fresca do capítulo e dos aquênios e diâmetro do capítulo do girassol cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.	142

## PRODUÇÃO DE GIRASSOL EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO, ÁGUAS E ADUBAÇÃO

Orientador: D.Sc. Hans Raj Gheyi

### RESUMO

Devido à escassez de água de boa qualidade, várias alternativas têm sido experimentadas no sentido de ampliar a oferta e incrementar a atividade agrícola. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a produção do girassol (*Helianthus annuus* L. var. EMBRAPA 122/V-2000) em dois sistemas de cultivo, diferentes tipos de água e doses de boro. No primeiro experimento o girassol foi cultivado em solo e irrigado com águas residuárias de esgoto doméstico e de abastecimento e submetido a doses crescentes de boro. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, analisados em esquema fatorial (5 x 2) com cinco doses de boro (0,0 ; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 ppm) combinados com dois tipos de água de irrigação (água residuária oriunda de esgoto doméstico e água de abastecimento); para cada unidade experimental utilizaram-se três repetições, totalizando 30 unidades. Verificou-se que as doses de boro e os tipos de água utilizados não influenciaram significativamente, no que diz respeito à porcentagem de aquênios não viáveis; no entanto, a água residuária afetou positivamente a produção de fitomassa da parte aérea. Avaliaram-se, no segundo experimento, os componentes de crescimento e produção do girassol (var. EMBRAPA 122/ V-2000) cultivados em sistema hidropônico, utilizando-se a fibra de coco como substrato. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (5x2) com três repetições, de modo que foram estudados cinco diferentes níveis de salinidade (1,7; 4,3; 5,0; 9,0 e 11,5 dS m<sup>-1</sup>) e dois manejos, com uma e duas plantas por vaso. Verificou-se que o manejo diferenciado das plantas de girassol não afetou a produção da cultura e que a massa de 1000 aquênios de girassol cultivado em sistema hidropônico, é viável do ponto de vista técnico, para salinidade de até 4,3 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** salinidade, hidroponia, água residuária e salina, boro



**PRODUCTION OF SUNFLOWER IN DIFFERENT SYSTEMS OF CULTIVATION,  
FERTILIZATION AND WATERS.**

Advisor: **D.Sc. Hans Raj Gheyi**

**ABSTRACT**

Due to shortage of good quality water, several alternatives have been tried in order to increase supply and enhance agricultural production. The aim of this study was to evaluate the production and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L. cv. EMBRAPA 122/ V-2000) in two cropping systems, different types of water and boron levels. In the first experiment, the sunflower was cultivated in soil and irrigated with wastewater from domestic sewage and subjected to increasing levels of boron. The experimental design was randomized blocks in factorial analysis (5 x 2) with five doses of boron (0.0, 1.0, 2.0, 3.0, and 4.0 ppm) combined with two types of irrigation water (wastewater originating from domestic sewage and municipal water supply) for each experimental unit was used three repetitions, totaling 30 units. It was found that the supply of water and nutrients such as boron, for the sunflower crop, can be accomplished through the use of wastewater. In the second experiment, the components of growth and yield of sunflower (var. EMBRAPA 122/ V-2000) grown in hydroponic system, using the coconut fiber as substrate. The experimental design was completely randomized in factorial scheme (5x2) with three replicates, five different salinity levels were studied (1.7, 4.3, 5.0, 9.0 and 11.5 dSm<sup>-1</sup>) and two management with one or two plants per pot. It was found that the different managements of sunflower plants did not affect the yield and the mass of 1000 seeds of sunflower grown in hydroponic system is feasible from a technical standpoint, to salinity of 4.3 dSm<sup>-1</sup>.

**Key-words:** salinity, hydroponics, wastewater and saline, boron

## **CAPITULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

---

## CAPITULO I – Considerações gerais

---

### 1.1. INTRODUÇÃO

No dia 12 de abril de 1961 o primeiro ser humano a contemplar o planeta Terra em órbita, o cosmonauta russo Yuri Gagarine, pronunciou uma frase que viria a ser tornar célebre: “A Terra é azul”; posteriormente, iniciou-se um trocadilho com o nome do planeta, o planeta Água, enfatizando a enorme quantidade de água existente, em termos de volume.

No entanto, a situação de escassez hídrica de várias áreas do planeta contrasta com a abundância de água e com a informação de que a Terra constitui um sistema fechado, isto é, a água não entra ou sai do sistema. Foca-se então num problema provocado pelo homem: no uso da água e na qualidade com que esta água é devolvida à natureza; conclusão: não existe a falta de recursos hídricos, em si; a questão se concentra no uso não pensado da água e na devolução deste bem com modificações químicas e físicas (poluição) à natureza - o volume hídrico potável está sendo reduzido em relação ao volume hídrico poluído.

Em termos de Brasil, a região do semiárido é um exemplo típico de escassez de recursos hídricos superficiais e do flagelo humano provocado, em primeira análise, pela irregularidade das precipitações, elevados índices de evapotranspiração e pela falta de políticas de Estado no sentido de favorecer a convivência humana com este fator ambiental.

Apesar disto e embora a precipitação pluviométrica média do semiárido brasileiro se situe entre 300 e 800 mm ano<sup>-1</sup>, com regime de distribuição muito irregular, as temperaturas médias anuais variam entre 17 e 27°C, ou seja, condições geoambientais altamente favoráveis ao desenvolvimento da agricultura. Entretanto, Paz et al. (2000) afirmam que, se se considerar a disponibilidade absoluta de recursos

## CAPITULO I – Considerações gerais

---

hídricos renováveis, a agricultura irrigada na Região Nordeste é limitada devido à reservas insuficientes de água em seus mananciais superficiais.

Várias alternativas têm sido levantadas pela comunidade científica no que diz respeito ao reúso dos recursos hídricos e à utilização de águas subterrâneas na agricultura; estudos vêm sendo desenvolvidos visando identificar os potenciais e os limites dessas alternativas, tanto do ponto de vista técnico quanto do ponto de vista da gestão desses recursos, num amplo debate que abarca desde as questões ambientais e econômicas, até as de cunho social e político.

De acordo com van der Hoek et al. (2002) o incremento de nutrientes pelas águas residuárias e a relação entre a produção de girassol e a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, já foram avaliados por vários autores. No entanto, Ungaro (1990) mostrou que a cultura do girassol é sensível à deficiência de boro, a qual resulta na inibição do crescimento da cultura (RÖMHELD, 2001).

Chatterjee e Nautiyaal (2000) verificaram sintomas de deficiência de B, tais como redução no crescimento e na produção de massa seca, redução no tamanho da flor e peso de sementes em solo, com  $0,033 \text{ mgL}^{-1}$  de B, além da redução desse micronutriente nos tecidos. O crescimento das raízes é inibido (Shorrocks, 1997), sugerindo que esse elemento pode ser requerido para a manutenção da divisão e alongamento celular, ou ambos os processos (JOSTEN e KUTSCHERA, 1999).

Outra alternativa para o fornecimento de recursos hídricos seria o uso de águas subterrâneas. De acordo com a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS (2009), apesar da escassez de recursos hídricos superficiais nesta região, poderiam ser extraído do subsolo, sem risco de esgotamento dos mananciais, pelo menos 19,5 bilhões de metros cúbicos de água por ano, cerca de 40 vezes o volume atualmente explorado. Segundo Tomaz (1998), o Brasil é, hoje, um dos países mais desenvolvidos do mundo

## CAPITULO I – Considerações gerais

---

em tecnologias de poços profundos, fato que facilita a obtenção dessa água. O autor ainda afirma que um litro de água proveniente de um poço profundo pode, em alguns casos, custar até quinze vezes menos que um litro de água captada de recursos hídricos superficiais.

Todavia, o uso desta fonte alternativa de água para a irrigação é, muitas vezes, limitado pela concentração de sais dissolvidos na água, tornando a avaliação da qualidade e um rigoroso manejo, requisitos fundamentais para o seu uso na agricultura, uma vez que o uso de águas salobras pode salinizar as áreas, agravando os problemas de salinidade passível de atingir o nível de desertificação, com sérios reflexos socioeconômicos.

Dias et al. (2003), afirmam que várias práticas de manejo podem ser utilizadas para se produzir satisfatoriamente, em condições de água com altos riscos de salinização, dentre as quais se destaca o uso de plantas tolerantes à salinidade e sodicidade, mistura de água, o aumento da frequência de irrigação, uso da fração de lixiviação, além da escolha de um sistema de irrigação adequado à situação de cultivo, sendo importantes os estudos que visem avaliar a sensibilidade das espécies ao estresse salino.

Os cultivos hidropônicos podem constituir vantagem quando se utiliza água salobra, pois nesse sistema, inexistente o potencial mátrico devido à pronta disponibilidade de água para as plantas, fato que possibilita o aumento da tolerância das culturas à salinidade (SOARES, 2007). Por outro lado, a própria estrutura hidropônica funciona como sistema de drenagem e os sais acumulados ao final do cultivo podem ser facilmente descartados para fora do sistema e/ou ser diluídos para a recirculação, viabilizando uma atividade geradora de renda com maior segurança ambiental.

## CAPITULO I – Considerações gerais

Estudos realizados sobre a tolerância de várias espécies à salinidade em sistema hidropônico têm demonstrado que, mediante manejo adequado do sistema, pode-se produzir comercialmente com água salina (CARUSO e VILLARI, 2004; SAVVAS et al., 2007; AL-KARAKI et al., 2009)

Praticamente, todas as espécies vegetais podem ser cultivadas em hidroponia; a questão é escolher e adaptar o tipo de sistema à espécie que se deseja cultivar. O cultivo hidropônico do girassol ainda é pouco estudado. As principais pesquisas relacionadas a cultivos hidropônicos envolvem sobretudo olerícolas e plantas ornamentais. Como o girassol tem vários usos, quer para a produção do óleo, quer para fins ornamentais, é válido direcionar os trabalhos no sentido de entender para qual uso o cultivo hidropônico se adapta melhor, se comparado a outras formas convencionais de cultivo.

De acordo com Castro et al. (1993), o girassol é uma espécie extremamente versátil, tendo como principais produtos o óleo, extraído de suas sementes, ração animal, além de ser utilizada na alimentação humana e como planta ornamental.

Diante do exposto, o presente trabalho se propõe a estudar o girassol em dois sistemas de cultivo utilizando águas de reúso e salobras; relacionando o crescimento e a produção da cultura à sensibilidade ao boro, quando cultivado em um Neossolo e irrigado com água residuária; e a produção e o crescimento quando cultivado em sistema hidropônico utilizando-se água salobra.

# CAPITULO I – Considerações gerais

---

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo geral

Avaliar a viabilidade técnica do uso da água residuária e salobra associada à doses de boro e ao manejo da cultura do girassol.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- ✓ Identificar a sensibilidade da cultura do girassol a diferentes doses de boro quando irrigada com água residuária e de abastecimento;
- ✓ Verificar o comportamento dos componentes de crescimento e de produção do girassol, em dois sistemas de cultivo utilizados;
- ✓ Determinar a tolerância do girassol à salinidade da solução nutritiva em sistema hidropônico de cultivo, utilizando a fibra de coco como substrato;
- ✓ Observar o comportamento do girassol quando cultivado com substrato fibra de coco.

## **CAPITULO II – REVISÃO DE LITERATURA**

---



### 2.1. A cultura do girassol

#### 2.1.1. Histórico

Por muito tempo acreditou-se ser o girassol procedente do Peru. Ainda que não houvesse provas que demonstrassem a existência de dita espécie na América do Sul durante a época pré-colombiana, Dodonaeus chamou a planta, em 1568, de “flor de ouro do Peru”. Posteriormente, em trabalhos de Linneo (1753) e De Candolle (1828) discutiu-se que o girassol poderia ser originário do México, Canadá, Estados Unidos e, inclusive, do Brasil (VRÂNCEANU, 1977).

Estudos arqueológicos feitos por Cavasin (2001), em vários locais nos Estados Unidos, comprovaram o uso do girassol entre as tribos indígenas, com referências de seu cultivo no Arizona e no Novo México.

Recentemente, por volta de 1997 e 2000, foram descobertos resquícios de girassol através de uma pesquisa conduzida no sítio arqueológico de San Andrés, região de Tabasco, no México (LENTZ et al., 2001).

Do continente americano o girassol foi levado, em 1510, por conquistadores espanhóis do México para o jardim botânico de Madri, na Espanha e em seguida para a Itália (1597), Bélgica (1576), Inglaterra (1597) e Alemanha (1586) e, posteriormente, difundido para outras partes do continente Europeu (Holanda e Suíça). Alguns autores citam a data de introdução no Leste Europeu em 1664 e outros afirmam que a referida introdução ocorreu em 1798. Em plena época da Revolução Mercantil o girassol foi levado para o Egito, China e Índia.

A primeira descrição do girassol monocefálico, similar ao tipo comercial cultivado atualmente, foi realizada por Dodonaeus, em 1568. Outros investigadores relataram vários tipos na Europa e seu movimento foi dividido em duas fases, ou seja,

uma caracterizada como planta ornamental e outra como planta alimentícia. Durante quase duzentos e cinquenta anos após sua introdução na Europa, o girassol ainda era utilizado como planta ornamental (VRÂNCEANU, 1977; PUTT, 1997).

Para Cavasin (2001), o girassol foi introduzido na Rússia como planta ornamental, no início do século XVIII, utilizado em escala comercial somente a partir de 1830; desde então, a produção de óleo tomou impulso e já no século XX havia fábricas de processamento de hastes visando à extração de potássio (hastes secas contêm 5% de K).

Na América do Sul o girassol foi reintroduzido em meados do século XIX, por imigrantes russos, na Argentina. A utilização era em hortas para o consumo humano e para alimentar aves (PASCALE; DE LA FUENTE, 1994; PUTT, 1997).

A área plantada com girassol no Brasil nas safras de 2004/2005, é de aproximadamente 52,8 mil ha, com produção de 82,2 mil toneladas e produtividade de 1.557 kg.ha<sup>-1</sup> (ESTIMATIVAS, 2004).

### 2.1.2. Caracterização botânica

O girassol (*Helianthus annuus* L.), é uma planta dicotiledônea anual, ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Asteroideae e tribo Heliantheae; a inflorescência é um capítulo onde se desenvolvem os grãos, denominados aquênios. Nos genótipos comerciais o peso de 1000 aquênios varia de 30 a 60 g e o número mais frequente de aquênios pode variar entre 800 e 1700 por capítulo. A semente é, na verdade, o fruto, tipo aquênio e pode ser de coloração branca, preta ou listrada, contendo de 38 a 50% de óleo. O sistema radicular é pivotante e bastante ramificado e, não havendo impedimentos químicos ou físicos, explora grande profundidade de solo, absorvendo água e nutrientes que, normalmente, outras plantas não alcançam.

Entretanto, é sensível a solos compactados, apresentando baixa capacidade de penetração, o que pode inibir seu crescimento em profundidade (CASTRO et al., 1996).

Conforme Watanabe (2007), a planta apresenta caule ereto e vigoroso, sendo cilíndrico e maciço em seu interior, não é ramificado e a superfície exterior é rugosa; sua altura nas variedades comerciais varia entre 0,3 e 5,0 m, enquanto o diâmetro da haste varia entre 1 e 10 cm; as folhas de girassol podem apresentar até 30 cm de largura e 50 cm de comprimento, variando em número de 8 a 70, dependendo das condições de cultivo; as cores oscilam do verde escuro ao verde amarelado; o pecíolo possui, na parte superior, uma espécie de canaleta que leva a água das chuvas até o caule, onde escorre até as raízes.

A espécie apresenta o estágio de desenvolvimento vegetativo, dividido em duas fases: a de emergência e a de desenvolvimento de folhas verdadeiras. O número de estádios vegetativos depende do número de folhas verdadeiras; o número de dias correspondentes ao estágio vegetativo varia com o genótipo e com fatores ambientais; já o estágio reprodutivo é dividido em nove fases baseadas no desenvolvimento da inflorescência, desde seu aparecimento visual até a maturidade fisiológica da semente (SCHNEITER e MILLER, 1981).

### 2.1.3. Usos

O girassol é uma das poucas plantas das quais o homem pode explorar quase todas as partes; a planta inteira pode ser utilizada como adubo verde, forragem e silagem; as raízes podem ser aproveitadas como matéria orgânica e reciclagem de nutrientes, visando à melhoria do solo; o caule pode ser utilizado na construção civil como isolante térmico e acústico (Ungaro, 1986), as folhas podem ser usadas como herbicidas naturais (Alves, 2007) e os capítulos fornecem sementes, também utilizadas

## Capítulo II – Revisão de literatura

---

na alimentação animal e, por fim, podem ser utilizadas como plantas ornamentais já que sua beleza é inconfundível e incontestável.

Do girassol também se pode extrair a farinha panificável, que tem sido utilizada na fabricação de pão misto, em mistura com as farinhas de trigo, milho e sorgo (Sachs et al., 2005). Nos países eslavos as sementes de girassol são torradas, moídas e utilizadas como sucedâneo do café. Na área de floricultura e ornamentação sua utilização pode ser ampliada com a criação de girassóis coloridos (VIEIRA, 2005).

Da biomassa se pode obter vários tipos de combustível (sólidos, líquidos e gasosos) de caráter renovável, entre os quais o álcool etílico é um dos mais nobres pois não é tóxico, é de fácil transporte e pode substituir, em parte, o consumo de gasolina (ORTEGA et al., 2008). Desta forma, a casca pode ser posta para fermentar e produzir cerca de 50 L de álcool etílico a partir de 600-700 kg de casca de girassol (PORTAS, 2001)

A planta do girassol apresenta, ainda, características muito importantes para o solo, visto que suas raízes promovem a reciclagem de nutrientes. A grande quantidade de massa seca produzida por esta cultura também faz com que os níveis de matéria orgânica no solo sejam elevados proporcionando, assim, uma estruturação melhor do mesmo. Por todos esses motivos a cultura do girassol é apropriada para rotação de culturas comerciais (LEITE, 2005).

É oportuno enfatizar que a grande quantidade de biomassa produzida nesta cultura também pode acumular uma elevada concentração de íons metálicos em seus tecidos. Esta característica faz com que o girassol seja bastante empregado no processo denominado fitorremediação. Neste processo as plantas são utilizadas para extrair ou assimilar íons metálicos, pesticidas, xenobióticos ou compostos orgânicos, deixando o

solo ou o ambiente aquático sem esses contaminantes, mesmo que isto gere alguns problemas para o seu crescimento e desenvolvimento. A fitorremediação é considerada uma tecnologia segura, que apresenta baixo custo e causa menor impacto ao meio ambiente que outros processos adotados com a mesma finalidade (PILON-SMITS, 2005).

### **2.1.4. Sensibilidade do girassol ao boro**

Comparando com outras culturas, o girassol é uma espécie caracterizada pela pouca eficiência na absorção de boro (Blamey e Chapman, 1982) apresentando, com frequência, nas áreas de cultivo, sintomas de deficiência, principalmente nas fases de florescimento e maturação dos grãos, com drástica redução na produção (CASTRO et al., 1996).

O boro é um elemento de baixa mobilidade dentro do floema e comumente, os sintomas de sua deficiência se manifestam nos tecidos jovens ou recém formados (ADRIANO, 1986; MALAVOLTA et al., 1997).

No estágio de florescimento a carência desse nutriente acarreta deformação do tubo polínico, não ocorrendo a fertilização, produzindo sementes chochas em alta porcentagem (CALLE-MANZANO, 1985).

Apesar do papel fisiológico desse nutriente ainda não estar totalmente entendido, sabe-se da sua importância na formação da parede celular, mais especificamente na síntese de componentes, como a pectina, a celulose e a lignina (Marschner, 1995; Moraes et al., 2002) e no transporte de glucídios (RICHTER, 1993).

Segundo Guterres et al. (1988) e Sfredo et al. (1984), o período em que ocorre maior taxa de absorção de nutrientes é na fase imediatamente após a formação do botão floral até o florescimento. Neste período, também é grande o consumo de água pelas

## Capítulo II – Revisão de literatura

---

plantas sendo, nesta fase, importante que ocorra um equilíbrio entre a quantidade dos nutrientes e a disponibilidade hídrica no solo.

O B é absorvido em quase sua totalidade por fluxo de massa (Malavolta et al., 1997) e, apesar da baixa eficiência na absorção desse nutriente em condições de déficit hídrico, o girassol é frequentemente plantado em áreas não-irrigadas.

De modo geral, o boro (B) é o micronutriente mais limitante ao cultivo do girassol (Tabela 1), causando desde sintomas leves até a perda total da produção, pela queda dos capítulos. Para a correção da deficiência de B identificada pela análise de solo, recomenda-se a aplicação de 1,0 a 2,0 kg ha<sup>-1</sup> do nutriente, juntamente com a adubação de base ou com a adubação de cobertura, sobretudo nas áreas onde já foi detectada esta deficiência (LEITE et al. 2007).

Alternativamente, pode-se utilizar a aplicação simultânea de herbicidas dessecantes e de boro. Esta tecnologia se baseia no controle de espécies daninhas na dessecação em pressemeadura do girassol e no fornecimento de B à cultura, em uma única operação. Produtos como o glyphosate e o glyphosate potássico em doses normalmente recomendadas, podem ser aplicados antes da semeadura da cultura, associados com boro, na fonte ácido bórico, sendo possível diluir 4 kg de ácido bórico para 100 litros de água (LEITE et al, 2007).

## Capítulo II – Revisão de literatura

Tabela 1. Tolerância relativa de determinadas culturas ao boro <sup>1,2</sup>

Muito sensíveis (< 0,5 mgL <sup>-1</sup> )	Moderadamente sensíveis (1,0 - 2,0 mgL <sup>-1</sup> )
Limoeiro	Pimentão
Amoreira preta	Ervilha
<b>Sensíveis (0,5 - 0,75 mgL<sup>-1</sup>)</b>	Cenoura
Abacateiro	Rabanete
Laranjeira	Batata
Damasqueiro	<b>Moderadamente tolerantes (2,0 - 4,0 mgL<sup>-1</sup>)</b>
Pessegueiro	Alface
Cerejeira	Repolho
Caquizeiro	Nabo
Videira	Aveia
Figueira	Milho
Nogueira-pecã	Alcachofra
Ameixeira	Fumo
Cebola	Mostarda
<b>Sensíveis (0,75 - 1,0 mgL<sup>-1</sup>)</b>	Trevo-branco
Alho	Abóbora
Amendoim	Melão
Trigo	<b>Tolerantes (4,0 - 6,0 mgL<sup>-1</sup>)</b>
Cevada	Sorgo
Girassol	Tomateiro
Gergelin	Beterraba
Tremoço	Salsa
Morangueiro	<b>Muito tolerantes (6,0 - 15,0 mgL<sup>-1</sup>)</b>
Feijão	Algodoeiro

<sup>1</sup>. Adaptado de: Mass, 1984 apud Ayers e Westcot, 1991.

<sup>2</sup>. Concentrações máximas toleradas na água do solo (extrato de saturação), sem perdas de rendimento ou redução no crescimento. As concentrações máximas na água de irrigação são aproximadamente iguais as indicadas ou ligeiramente inferiores. As tolerâncias variam com o clima, condições do solo e com as variedades das culturas.

### 2.2 Fontes alternativas de recursos hídricos

De acordo com a SUDENE (2004), a região do nordeste brasileiro ocupa 18,27% do território, com uma área de 1.561.177,8 km<sup>2</sup>, de cujo total 962.857,3 km<sup>2</sup> se situam no Polígono das Secas, abrangendo oito estados nordestinos, exceto o Maranhão, e uma área de 121.490,9 km<sup>2</sup> em Minas Gerais; já o semiárido ocupa 841.260,9 km<sup>2</sup> de área no Nordeste e outros 54.670,4 km<sup>2</sup> em Minas Gerais,

## Capítulo II – Revisão de literatura

---

caracterizada pelo déficit hídrico em grande parte do ano, inviabilizando a prática agrícola sob condições de chuva natural.

Segundo o Ministério da Integração Nacional (Brasil, 2007), aproximadamente 500 mil propriedades rurais na área semiárida não dispõem de oferta adequada de água superficial, aumentando sobremaneira sua vulnerabilidade às secas.

Em virtude da escassez quantitativa e qualitativa da água, diversos pesquisadores apontam para importantes litígios locais e mesmo conflitos entre nações, considerando que o consumo mundial dobra a cada vinte anos (PAZ et al., 2000; REBOUÇAS 1999a).

Por este motivo, cada vez mais se testemunha a necessidade de utilização de fontes alternativas de água, muitas vezes caracterizada como de qualidade inferior para a atividade agrícola (Rhoades et al., 2000; Gheyi et al., 2005; Pescod, 1992), o que é concordante com o fato de ser a agricultura o setor que mais deriva água para uso consultivo no mundo (cerca de 69% de toda a água superficial derivada) (CHRISTOFIDIS, 1997 apud PAZ et. al., 2000).

### **2.2.1. Água residuária de esgoto doméstico**

O acelerado crescimento populacional no mundo tem conduzido ao aumento da demanda de água, o que vem ocasionando, em várias regiões, problemas de escassez desse recurso (SETTI, 2002). Esta escassez, no entanto, favorece a discussão sobre a necessidade urgente da utilização de águas de qualidade inferior, como as águas residuárias domésticas.

O termo reúso refere-se ao processo de reutilização do efluente tratado para fins menos exigentes, do ponto de vista físico-químico e microbiológico (PINHO et al., 2008).



## Capítulo II – Revisão de literatura

---

Westerhoff (1984) considera o reúso de água em duas grandes categorias: potável, quando o efluente tratado é descarregado em águas superficiais ou subterrâneas para posterior diluição e purificação e é captado para tratamento e utilização como água potável, e reúso não potável.

Hespanhol (2003), explica que a presença de micro-organismos patogênicos e de compostos orgânicos na grande maioria dos efluentes disponíveis para reúso, caracteriza o reúso potável como uma alternativa agregada a grandes riscos, tornando-o intolerável. Aliado a isto há, também, os gastos dos sistemas de tratamento avançados que seriam necessários e levariam à inviabilidade econômico-financeira do abastecimento público, não havendo ainda garantia de segurança à saúde dos consumidores.

Dentre os principais sistemas de disposição de águas residuárias no solo (irrigação, infiltração/percolação e escoamento à superfície), a irrigação de culturas tem sido o método mais acessível (Feigin et al., 1991) e mais eficiente (Darwish et al., 1999), particularmente nos países em desenvolvimento nos quais não há uma política para o custo de tratamento das águas residuárias (FRIEDEL et al., 2000). Em determinadas regiões do México e da costa desértica do Peru o desequilíbrio dos recursos hídricos e o crescimento acentuado das grandes cidades obrigaram a priorização do uso das águas superficiais para o abastecimento público e a geração de energia elétrica, o que tornou obrigatório e urgente o uso das águas residuárias como única alternativa para a sobrevivência, viabilizando mais de 400.000 ha irrigados com esgoto, de forma direta, sendo na sua maioria sem tratamento prévio (LÉON e CAVALLINI, 1999).

## Capítulo II – Revisão de literatura

---

O uso da água residuária tratada na agricultura é uma alternativa viável e interessante, visto ser uma fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas (Ros et al., 1991), agindo em alguns casos como corretivo da acidez do solo, através da alcalinidade (DIAS, 1994). O nitrogênio e o fósforo podem ser encontrados nas águas residuárias em formas orgânicas e inorgânicas. Sabe-se que o N inorgânico pode estar presente na forma de amônio, nitrito ou nitrato, e o P inorgânico pode se apresentar como ortofosfato ou como polifosfato (von SPERLING, 1997). Outra vantagem da utilização de águas residuárias em irrigação é que elas podem proporcionar um incremento de matéria orgânica no solo e aumentar a produtividade (BRITES, 2008).

Algumas culturas podem ser irrigadas com água de baixa qualidade sem maiores riscos, e alguns problemas de qualidade de água podem ser superados por práticas agronômicas sustentáveis (BOUWER e IDELOVITCH, 1987).

Segundo Brega Filho e Mancuso (2002), a prática de reúso de água no meio agrícola, além de garantir a recarga do lençol freático serve para fertirrigação de diversas culturas e para fins de dessedentação de animais. A utilização de água proveniente de reúso é diferenciada para irrigação de plantas não comestíveis (silvicultura, pastagens, fibras e sementes) e comestíveis (nas formas cruas e cozidas), uma vez que as últimas necessitam de um nível maior de qualidade porém, conforme Beekman (1996), grandes volumes de águas servidas podem ser utilizados em categorias de reúso, como agricultura irrigada e recarga de aquíferos, devendo-se atentar para suas limitações sanitárias e ambientais de aplicação.

De acordo com Hespanhol (2003), a principal desvantagem do reúso de efluentes, principalmente na irrigação agrícola, é o risco de contaminação do solo e das

## Capítulo II – Revisão de literatura

---

culturas, por agentes transmissores de doenças, e o excesso de nutrientes, se aplicados de forma indiscriminada no solo.

Dentre outras desvantagens, Hespanhol (2003) cita:

- 1 – concentração excessiva de nitrogênio, passível de comprometer as culturas pouco tolerantes;
- 2 - elevados teores de sais que, dissolvidos, podem provocar a salinização do solo;
- 3 - presença de íons específicos (sódio, boro e cloreto) que podem induzir toxidez às culturas sensíveis;
- 4 - riscos à saúde do trabalhador e dos consumidores dos produtos irrigados devido a uma possível contaminação com micro-organismos patogênicos presentes nos esgotos.

### **2.2.2. Água salobra**

Outra importante fonte alternativa às águas superficiais é o uso das águas subterrâneas; estima-se que existem no Brasil, cerca de 400.000 poços (ZOBY e MATOS, 2002). Segundo a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas – ABAS (2009), o volume de água subterrânea a ser explorado no Nordeste brasileiro, somente nas áreas de domínio sedimentar é da ordem de 19,5 bilhões de metros cúbicos, sem risco de esgotamento.

Ainda segundo a ABAS (2009), a maior parte das águas subterrâneas não contém matéria suspensa e, praticamente ausente de bactérias, sendo límpida e incolor, mas, as águas subterrâneas podem ter qualidade química (sólidos solúveis totais) limitante ao consumo humano e à produção agrícola, sendo que grande parte desse volume tem restrição de uso para consumo humano e produção agrícola.

Leprun (1983) destaca que a qualidade das águas superficiais no Nordeste brasileiro (composição química e, sobretudo, nível de concentração), está claramente

relacionada, de um lado, com a natureza do substrato local, especificamente a natureza da rocha e tipo de solo e, de outro, com o seu modo de jazimento, sendo as águas dos lençóis notadamente mais concentradas do que as de superfície (rios e açudes, ainda que, para esses últimos, se observa uma grande diversidade de comportamento). O autor afirma que o tipo de solo e do subsolo é um dos principais fatores que explicam as variações de qualidade das águas dos riachos.

Molinier et al. (1989), notaram, trabalhando em parcela de solo Bruno não Cálculo Vértico, na região de Sumé, PB, situado nos Cariris Velhos do estado, que após escoamento superficial a água da chuva tem um acréscimo na concentração salina de até 4 vezes; no mesmo solo e após infiltração de 0,80 m, esta concentração pode alcançar níveis superiores a 50 vezes.

Portanto, o uso dessas águas na agricultura necessita de atenção especial, do ponto de vista do manejo e da avaliação da qualidade da água para o uso agrícola, sob risco de salinização das áreas cultivadas (ABAS, 2009).

### **2.2.2.1. Efeito de sais na planta**

Os sais são transportados pelas águas de irrigação e depositados no solo, onde se acumulam à medida em que a água se evapora ou é consumida pelas culturas. Os sais do solo e da água reduzem a disponibilidade da água para as plantas, a tal ponto que afetam os rendimentos das culturas.

A acumulação de sais na rizosfera prejudica o crescimento e o desenvolvimento das culturas, provocando decréscimo de produtividade e, em casos mais severos, pode levar a um colapso da produção agrícola. Isto ocorre em razão da elevação do potencial osmótico da solução do solo, por efeitos tóxicos dos íons específicos e alteração das condições físicas e químicas do solo (LIMA, 1998).

A salinidade afeta muitos aspectos do metabolismo da planta, como reduções na transpiração, fotossíntese, translocação, respiração, desequilíbrio iônico e/ou hídrico, assim como efeitos tóxicos de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  e, como resultado, ocorrem decréscimos do crescimento e da produtividade (GOMES et al., 2005).

Um fator relevante da salinização, é a toxidez de íons específicos (principalmente sódio, cloreto e boro) contidos na água os quais, acumulados nas plantas em concentrações suficientemente altas, podem causar danos e reduzir os rendimentos das culturas sensíveis. Esses sais também propiciam a corrosão excessiva dos equipamentos aumentando os custos de manutenção e reparos (AYERS e WESTCOT, 1991).

### **2.2.2.2. Tolerância das plantas à salinidade**

A tolerância ao estresse salino requer uma série de adaptações integradas envolvendo sistemas celulares e metabólicos. A tolerância a salinidade é uma característica multigênica com grande quantidade de genes divididos em grupos funcionais diferentes, responsáveis pela minimização dos efeitos do excesso sal (MUNNS, 2005).

Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis a níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esta diferença se deve à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm, o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água (AYERS & WESTCOT, 1991).

De acordo com Flowers et al. (1977) e Greenway e Munns (1980), a tolerância à salinidade de plantas é a capacidade de desenvolverem e completarem seu ciclo de vida sobre um substrato que contém elevada concentração de sais solúveis.

## Capítulo II – Revisão de literatura

---

Ivengar e Reddy (1996), afirmam que as plantas ampliaram seus mecanismos bioquímicos e moleculares para tolerar o estresse salino, através de produtos e processos alternativos. Para Esteves e Suzuki (2000), essas estratégias bioquímicas utilizadas incluem acumulação ou exclusão seletiva de íons, controle da entrada de íons pelas raízes e transporte para as folhas, compartimentalização de íons a nível celular (vacúolos) e estrutural (folhas), síntese de osmólitos, alterações nas vias fotossintéticas, modificações na estrutura de membrana, indução de enzimas antioxidantes e hormônios.

A aptidão das plantas em se desintoxicarem dos radicais livres em condições de estresse salino representa, provavelmente, um custo energético muito elevado. Muitas espécies tolerantes a salinidade acumulam metabólitos que realizam funções cruciais como osmoprotetores. A síntese desses compostos pode ser relacionada ao estresse induzido pela condição de salinidade (ESTEVES e SUZUKI, 2000).

Os principais fatores que afetam a tolerância das culturas são a fase de desenvolvimento da cultura, a espécie cultivada, o clima e o sistema de irrigação utilizado. De acordo com Richards (1954), os critérios para se avaliar a tolerância das culturas à salinidade, podem ser englobados de acordo com um dos três critérios: 1) capacidade da planta sobreviver em meio salino; 2) rendimento da planta em meio salino e 3) produção relativa. Esses critérios, citados por Richards (1954), devem ser utilizados como argumento na tomada de decisão sobre a implantação de uma espécie em áreas afetadas pela salinidade.

No entanto, o manejo mais importante quando se utilizam águas salobras, é a seleção de culturas tolerantes. De acordo com Dias et al. (2003), nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade (Tabela 2), visto que algumas produzem rendimentos economicamente aceitáveis a altos níveis de salinidade e outras são

## Capítulo II – Revisão de literatura

sensíveis a níveis relativamente baixos. Tal fato é resultado da melhor adaptabilidade de cada espécie, permitindo sua sobrevivência e produção em meio salino.

Tabela 2. Tolerância relativa das culturas a salinidade (DIAS, 2003)

Culturas	Redução potencial							
	100%		75%		50%		0%	
	CEes	CEai	CEes	CEai	CEes	CEai	CEes	CEai
<b>Extensivas</b>								
Algodão	7,7	5,1	13,0	8,4	17,0	12,0	27,0	18,0
Arroz	3,0	2,0	5,1	3,4	7,2	4,9	11,0	7,6
Feijão	1,2	0,7	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
Milho	1,7	1,1	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Amendoim	3,2	2,1	4,1	2,7	4,9	3,3	6,6	4,4
<b>Fruteiras</b>								
Abacate	1,3	0,9	2,5	1,7	3,7	2,4	6,5	4,4
Laranja	1,7	1,1	3,3	2,2	4,8	3,2	8,0	5,3
Limão	1,7	1,1	3,3	2,2	4,8	3,2	8,0	5,3

Esta variabilidade genética entre as espécies, no que diz respeito a tolerância à salinidade, permite o uso das águas de qualidade inferior e o aumento da faixa aceitável das águas salinas para a irrigação.

### 2.3. Cultivo hidropônico

O termo hidroponia é de origem grega: Hydro = água e Ponos = trabalho, cuja junção significa trabalho em água. Trata-se de uma técnica alternativa de cultivo, na qual o solo é substituído pela solução nutritiva onde estão contidos todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas. Esta técnica é, também, conhecida como cultivo sem solo (SEDIYAMA e PEDROSA, 1999).

Para Rodrigues (2002), sendo o sistema de cultivo mais característico dentre os sistemas de produção intensivo, a hidroponia é uma técnica alternativa no cultivo de plantas com solução nutritiva, na ausência ou presença de substratos naturais ou artificiais.

Dentre as suas vantagens, o cultivo hidropônico apresenta uma uniformidade maior da produção, maior produção por área, redução do ciclo de cultivo, menor gasto de mão-de-obra, uso racional da água e fertilizantes e oferece produtos limpos e de qualidade. Como desvantagem, apresenta maior investimento inicial, comparado ao cultivo convencional; necessidade de conhecimentos técnicos e dependência de energia elétrica. Esses fatores fazem do cultivo hidropônico uma alternativa a agricultura tradicional (SEDIYAMA e PEDROSA, 1999).

### **2.3.1. Características gerais**

Os sistemas hidropônicos podem ser classificados, quanto à movimentação da solução nutritiva, em estáticos ou dinâmicos. Outra classificação, se o sistema é aberto ou fechado. Também podem ser divididos em dois grupos básicos, que são os ativos e os passivos (nos sistemas passivos a solução hidropônica permanece estática e é conduzida às raízes através de um meio de cultura com alta capilaridade, geralmente ligado a um pavio; nos sistemas ativos é necessária a utilização de uma bomba para a circulação da solução de nutrientes e grande parte deles necessita de um sistema paralelo, em conjunto para a aeração ou oxigenação da solução). Em outra análise diferem quanto à forma de sustentação da planta (meio líquido e substrato), ao reaproveitamento da solução nutritiva (circulantes ou não circulantes) e ao fornecimento da solução nutritiva (contínua ou intermitente).

Na realidade, existem centenas de sistemas hidropônicos mas todos eles são derivados de seis sistemas básicos, que são: Sistema de Pavio, Sistema de Leito Flutuante, Sistema de Sub-Irrigação, Sistema NFT, Sistema de Gotejamento e Sistema Aeropônico. Seguem abaixo, os sistemas propostos por Sedyama e Pedrosa, 1999.



### a) Sistema de Pavio

É um sistema passivo, Figura 1, considerado o mais simples de todos os sistemas. A solução nutritiva é retirada de um depósito e conduzida para o meio de cultura, e raízes das plantas por capilaridade, através de um ou mais pavios. Normalmente, é usada uma mistura de vários meios de cultura, de modo a incrementar ao máximo a capacidade capilar do meio de cultura. Este sistema é utilizado para plantas de pequeno e médio porte, como hortas caseiras, pois pode ser feito em tamanhos reduzidos (MARTINS, 2007).

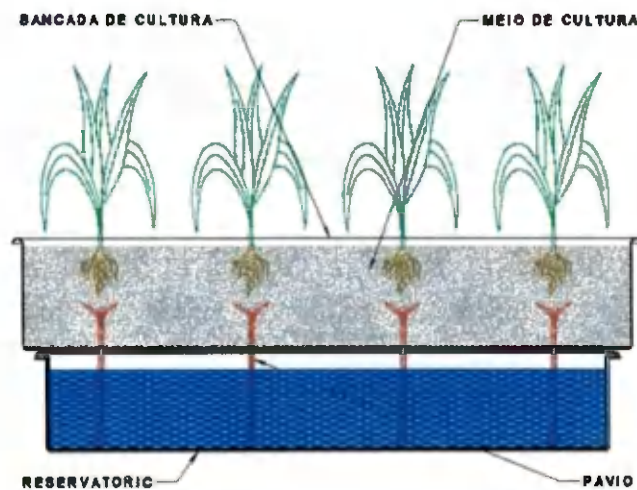


Figura 1. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema de pavio

### b) Sistema de Leito Flutuante

Este sistema pode ser ativo ou passivo (Figura 2). Quando a oxigenação das raízes é feita através de borbulhamento de ar, o sistema é considerado passivo e quando a oxigenação é feita por circulação da solução de nutrientes, usando-se ou não algum tipo de injetor de ar, o sistema é ativo. O Leito Flutuante é considerado o sistema mais simples entre os ativos. As plantas são ancoradas em uma plataforma que flutua

diretamente na superfície da solução de nutrientes contida em um depósito. As raízes ficam total ou parcialmente imersas na solução. A oxigenação da solução é necessária. Este sistema é usado, geralmente, em plantas de pequeno porte, que necessitam de muita água (MARTINS, 2007).

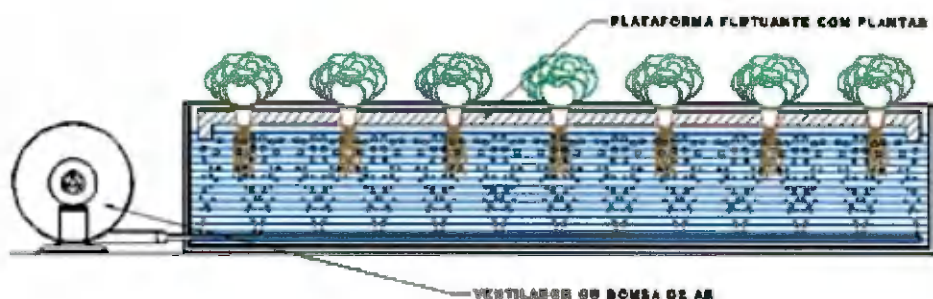


Figura 2. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema de leito flutuante

### e) Sistema de Subirrigação

É um sistema ativo, no qual se enche uma bancada ou bandeja com solução nutritiva e depois a esvazia rapidamente (Figura 3).

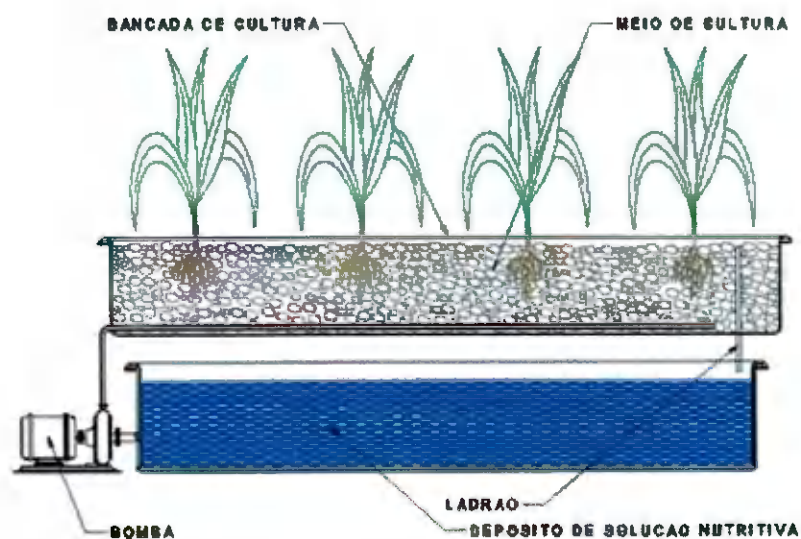


Figura 3. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema de subirrigação

O processo é feito através de uma bomba controlada por um temporizador. A quantidade de vezes em que este processo é feito por dia, depende do tipo de planta, da temperatura, umidade e tipo de cultura utilizado (MARTINS, 2007).

### d) Sistema NFT (Nutrient Film Technique)

Além de ser um sistema ativo é, também, o mais conhecido atualmente. Nele há um fluxo constante de solução nutritiva, não sendo necessário temporizador (Figura 4). A solução nutritiva é bombeada de um depósito para um canal de cultura, na forma de filme ou tubo de secção retangular, dependendo do porte da planta. Parte da raiz da planta fica submersa na solução e outra parte fica em contato com o ar úmido, de onde retira o oxigênio. Após percorrer o canal a solução volta ao depósito. Normalmente, não existe meio de cultura e as plantas ficam apoiadas em vasos ou redes de germinação. A falta de energia elétrica ou uma falha na bomba podem provocar a interrupção do filme, o que acarretaria na morte da planta. Então, neste caso é bom se pensar em uma forma de energia alternativa. O sistema é utilizado para plantas de pequeno e médio porte (MARTINS, 2007).

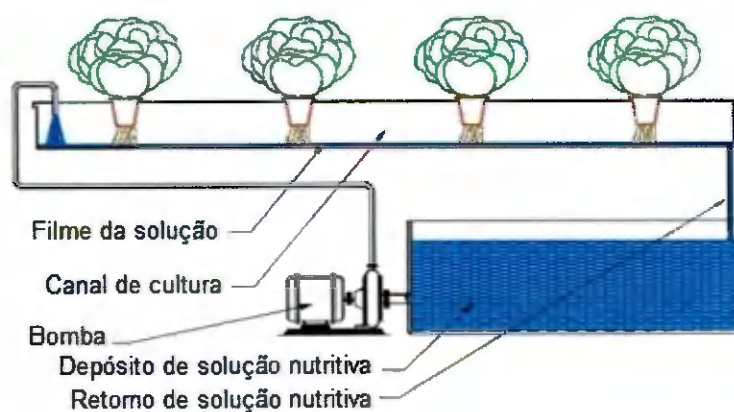


Figura 4. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema NFT

### e) Sistema de Gotejamento

É um sistema ativo, Figura 5, e provavelmente o mais utilizado no mundo. A solução nutritiva é retirada do depósito por uma bomba controlada por um temporizador e levada através de tubos até o colo da planta, onde é descarregada na forma de gotas, por meio de pequenos dispositivos chamados gotejadores. Há dois tipos de sistema de gotejamento: Solução Perdida e Recuperação de Solução (MARTINS, 2007).

- **Solução Perdida:** os excessos da solução nutritiva são descartados no subsolo, em geral por infiltração, através de um sumidouro. As plantas são irrigadas sempre com uma solução nutritiva nova, não havendo necessidade de controle constante de pH e condutividade. O descarte da solução para o solo pode, a médio ou longo prazo, causar problemas de poluição ambiental.

- **Recuperação de Solução:** os excessos de solução são reconduzidos ao depósito e reciclados para o sistema; para isto, é necessária a utilização de um temporizador de maior precisão para se obterem ciclos de rega muito precisos. Exige mais trabalho e atenção ao pH e à condutividade

A falta de energia elétrica ou desarranjo nas bombas, são problemas para este sistema, assim como possíveis entupimentos nos orifícios dos gotejadores, que carecem ser inspecionados com frequência (MARTINS, 2007).

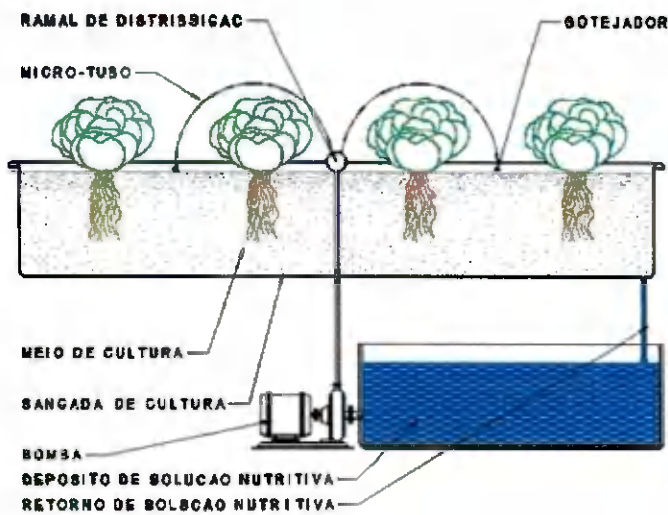


Figura 5. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema de gotejamento

### f) Sistema Aeropônico

É um sistema ativo e o de mais alta tecnologia, atualmente (Figura 6).

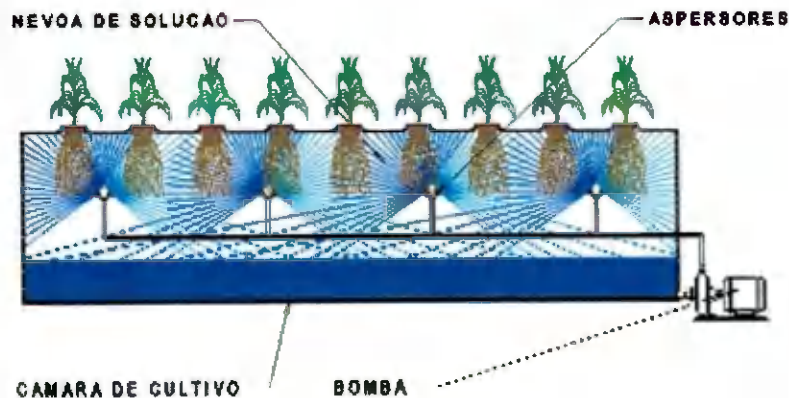


Figura 6. Desenho esquemático de um cultivo hidropônico em sistema aeropônico

O meio de cultura utilizado é o ar úmido. As raízes ficam suspensas e imersas numa câmara de cultivo, onde são aspergidas com uma névoa de solução nutritiva em intervalos de tempo muito curtos (Figura 6). A solução é retirada do depósito por uma

bomba comandada por temporizadores de alta precisão. É um sistema suscetível à falta de energia, falha nas bombas e entupimento nos aspersores (MARTINS, 2007).

### **2.3.2. Utilização de substratos nos sistemas hidropônicos**

Com a utilização de substratos o fornecimento da solução nutritiva pode ocorrer de diversas formas como, por exemplo: capilaridade, gotejamento, inundação e circulação. As plantas são sustentadas por substratos inertes, tais como areia, cascalho, perlita, vermiculita, argila expandida, lãs minerais, cascas, serragem, fibra de coco, etc. Diversos recipientes podem ser usados no cultivo com substratos: vasos, tubos de PVC, canaletas, filmes plásticos, canteiros de alvenarias, telhas etc. Os canteiros podem ser suspensos ou a nível do solo e, de modo geral, são usados para as culturas que têm o sistema radicular e a parte aérea mais desenvolvidos (SEDIYAMA E PEDROSA, 1999).

Carrijo et al. (2002), avaliaram o desempenho da fibra de coco e mais sete substratos (Pó de serra, Casca de arroz carbonizada, Maravalha, Comercial (Plantmax), Substrato do CNPH, Casca de arroz cru e Lã de rocha) no cultivo do tomateiro, em condições de vaso, e verificaram uma superioridade da fibra de coco em termos absolutos na produção comercial de tomate produzindo, nas mesmas condições, cerca de 1 tonelada a mais de frutos comerciais que o pó de serra ou serragem, nos três anos de avaliação.

Esses autores concluíram que as propriedades físicas da fibra de coco como reação inerte com os nutrientes da adubação, durabilidade das suas características físicas, a possibilidade de esterilização, além da abundância da matéria prima que é renovável e de baixo custo para o produtor, fazem da fibra de coco um substrato

difícilmente superável por outro tipo de substrato mineral ou orgânico, no cultivo sem solo de hortaliças ou flores.

### **2.3.3. Solução nutritiva e o cultivo hidropônico do girassol**

De acordo com Schwarz (1968), já foram publicadas, em todo o mundo, aproximadamente 300 fórmulas de solução nutritiva, para diversas culturas. Interessantemente, soluções nutritivas convencionais são relativamente concentradas em comparação com soluções de solo (RODRIGUES, 2002; EPSTEIN e BLOOM, 2006). Na verdade, ao acrescentar os valores propostos por Epstein e Bloom (2006), Hoagland estabeleceu sua formulação com as maiores concentrações que a maioria das plantas toleraria sem exibir estresse osmótico.

Quanto à composição da solução nutritiva, Sarruge (1975), ressaltava que não havia uma solução superior a outras. Diversas soluções vêm sendo empregadas, como as de Hoagland e Arnon, Johnson e Hoagland modificada por Epstein e Bloom (2004), etc. Entretanto, nas tabelas que citam as concentrações de nutrientes recomendadas para o cultivo hidropônico, não há referência à cultura do girassol. De acordo com Wanderley et al. (2007), esta ausência pode ser explicada pelo fato das pesquisas com girassol cultivado em sistemas hidropônicos, serem bastante recentes.

As informações sobre o girassol e o seu cultivo hidropônico ainda são muito incipientes, e raros são os dados disponíveis na literatura. Martinez (1996) cita que, na Europa e Estados Unidos, o cultivo hidropônico tem produzido flores de melhor aspecto fitossanitário e nutricional, aumentando a vida pós colheita das flores cortadas. Rodrigues (2002) resalta a facilidade de se trabalhar com hidroponia com grânulos inertes, como a sílica, pois os redutores de crescimento afetam somente a altura final das plantas e o tamanho do capítulo mas não reagem com o substrato de crescimento.

### **CAPITULO III – TRABALHOS REALIZADOS**

---



## **CAPITULO III – TRABALHOS REALIZADOS**

---

### **III. 1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento**

**Influence of boron levels and types of water in the cultivation of sunflower:  
evaluation of growth**

## CAPITULO III – Trabalhos realizados

### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

---

#### INFLUÊNCIA DE DOSES DE BORO E TIPOS DE ÁGUA NO CULTIVO DO GIRASSOL: AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento do girassol (*Helianthus annuus* L. cv. EMBRAPA 122/V-2000 irrigado com águas residuárias provenientes de esgoto doméstico, e submetido a doses crescentes de boro. As atividades experimentais foram realizadas em ambiente protegido vinculados à Universidade Federal de Campina Grande; o delineamento experimental foi em blocos casualizados, analisados em esquema fatorial 5 x 2 com cinco doses de boro (0,0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 ppm) combinados com dois tipos de água de irrigação (A1 - água de esgoto doméstico e A2 - água de abastecimento), sendo todas as parcelas experimentais adubadas convencionalmente; para cada unidade experimental se utilizaram três repetições, totalizando 30 unidades. Verificou-se que o tipo de água se mostrou significativo aos 63 DAT para número de folhas; aos 7; 14 e 63 DAT, para o comprimento do caule; no entanto, os melhores resultados quanto ao fator água, se relacionam ao diâmetro do caule, cujos efeitos foram significativos aos 7, 14, 28 e 35 DAT.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L., Crescimento, Reúso

#### INFLUENCE OF BORON LEVELS AND TYPES OF WATER IN THE ULTIVATION OF SUNFLOWER: EVALUATION OF GROWTH

**Abstract** - The aim of this study was to evaluate the growth of sunflower (*Helianthus annuus* L. cv. EMBRAPA 122/V-2000 irrigated with wastewater from domestic sewage and subjected to increasing levels of boron. The experimental activities were conducted in greenhouse belong to Federal University of Campina Grande, the experimental design was

## CAPITULO III – Trabalhos realizados

### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

---

randomized blocks, tested in a factorial 5 x 2 with five doses of boron (0.0, 1.0, 2.0, 3.0 and 4.0 ppm) combined with two types of irrigation water (A1 - domestic sewage and A2 - water supply), and all plots were fertilized conventionally, for each experimental unit three repetitions were used, totaling 30 units. It was found that the type of water was significant at 63 DAT for the number of leaves at 7, 14 and 63 DAT for the stem length, however the best results on the water factor is related to stem diameter, whose effects were significant at 7, 14, 28 and 35 DAT.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L. Growth. Reuse.

#### Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) tem origem na América do Norte e, atualmente, é cultivado em todos os continentes, em uma área que atinge aproximadamente 18 milhões de hectares (EMBRAPA, 2002). Em 2004 os maiores produtores mundiais de girassol foram a Rússia, com 16,5%, a Argentina, com 15,325% e a União Européia, com 14,81% da produção mundial, que correspondeu a cerca de 26 mil t (AGRIANUAL, 2005).

Apesar de ter sido introduzido no Brasil como oleaginosa, o girassol tem sido estudado como forrageira alternativa. Estudos comparativos entre silagem de sorgo, de milho e de girassol, concluíram que as silagens de milho e de girassol foram qualitativamente superiores às de sorgo (BANYS et al., 1996; MORGADO et al., 2002). Também é ressaltado como alternativa no sistema de rotação e sucessão de cultivo, sendo excelente reciclador de nutrientes e promotor de colonização micorrízica, proporcionando ganhos de produtividade

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação do crescimento**

---

nas culturas que o seguem: soja após girassol, aumento de 15%, e milho após girassol, aumento de 30% (OLIVEIRA et al. 2004).

Outra utilização do girassol é o aproveitamento de sua inflorescência no mercado de flores (Neves et al, 2005) e no incremento da atividade apícola, uma vez que sua coloração e néctar são bastante apreciados pelas abelhas, favorecendo a produção do mel.

Embora seja considerado uma cultura tolerante, bastante cultivado em condições de sequeiro, o girassol apresenta boa resposta à irrigação e acréscimos de rendimentos acima de 100%, em comparação com cultivos sem irrigação (ANDRADE, 2000).

Entretanto, Paz et al. (2000) afirmam que, se se considerar a disponibilidade absoluta de recursos hídricos, a agricultura irrigada na Região Nordeste é limitada em virtude de reservas insuficientes de água em seus mananciais superficiais. Este fato vem aumentando a necessidade da utilização de águas residuárias, o que a torna uma fonte para a expansão das áreas irrigadas. Assim, a técnica de reúso tende a ser um instrumento eficiente para a gestão dos recursos hídricos no Brasil e no mundo, nos próximos anos (BERNARDI, 2003).

O termo reúso refere-se ao processo de reutilização do efluente tratado para fins menos exigentes, do ponto de vista físico-químico e microbiológico (PINHO et al., 2008).

Segundo Brega Filho e Mancuso (2002), a prática de reúso de água no meio agrícola, além de garantir a recarga do lençol freático serve para a fertirrigação de diversas culturas.

De acordo com van der Hoek et al. (2002), o incremento de nutrientes pelas águas residuárias e a relação entre a produção de girassol e a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, já foram avaliados por vários autores; entretanto, Ungaro (1990) mostrou que a cultura do girassol é sensível à deficiência de boro e resulta na inibição do crescimento da cultura (ROMHELD, 2001).

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação do crescimento**

---

Chatterjee e Nautiyaal (2000), verificaram sintomas de deficiência de B, tais como redução no crescimento e na produção de massa seca, menor teor de B nos tecidos, redução no tamanho da flor e peso de sementes em solo com  $0,033 \text{ mg.L}^{-1}$  de B. O crescimento das raízes é rapidamente inibido (Shorrocks, 1997), sugerindo que este elemento pode ser requerido para a manutenção da divisão e alongamento celular, ou ambos os processos (JOSTEN e KUTSCHERA, 1999).

Objetivou-se, portanto, neste trabalho, avaliar os componentes de crescimento da cultura do girassol quando submetidos a quantidades crescentes de boro e irrigadas com água residuária oriunda de esgoto doméstico.

#### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido de abril a julho de 2009 em casa de vegetação, pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB ( $7^{\circ}12'52''$  de latitude Sul,  $35^{\circ}54'24''$  de longitude Oeste e altitude média de 550 m).

O clima da região, conforme a classificação climática de Köeppen, adaptada ao Brasil (Coelho & Soncin, 1982), é do tipo Csa, que representa clima mesotérmico, subúmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno. A estação chuvosa se inicia entre janeiro e fevereiro, com término em setembro, podendo adiantar-se até outubro.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação foram medidos por uma miniestação HOBO® Temperature Data Logger modelo U12, em que

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação do crescimento**

---

foram registrados a cada 3 h; os dados médios mensais estão apresentados na Tabela 1. Os valores relativos a temperatura e umidade relativa do ar, foram satisfatórios, tolerados pela cultura, não causando estresse às plantas.

A variedade estudada foi a Embrapa 122/V-2000, cujas sementes foram fornecidas pela Embrapa Soja, PR. As mudas provenientes de tubetes de PVC foram transplantadas para os vasos de polietileno, aos 25 dias após o semeio (DAS).

Tabela 1. Médias mensais de temperatura e umidade relativa dentro da casa de vegetação

Meses	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
Abril	26,82	75,18
Mai	25,74	78,76
Junho	24,54	78,12
Julho	24,87	76,14

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial com cinco doses de boro, fornecidas na fundação através do Ácido Bórico (0 - -testemunha, 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 ppm) e dois tipos de água de irrigação (água residuária de esgoto doméstico e água de abastecimento + adubação convencional), com três repetições, totalizando 30 unidades experimentais.

A água residuária utilizada era proveniente do córrego que passa pela área experimental, oriunda de bairros próximos ao Campus, captada por meio de uma motobomba e armazenada em um tonel de PVC (capacidade de 200 L); a água foi submetida a filtração (tela + areia) antes do bombeamento. As águas (abastecimento e residuárias) usadas no experimento, foram analisadas quanto à qualidade química no Laboratório de Irrigação e

### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

Salinidade (LIS) da UFCG, seguindo as metodologias propostas pela EMBRAPA (1997) (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização química da água residuária (R) e de abastecimento (AB) utilizada na irrigação

Água	pH	CE(dS m <sup>-1</sup> )	P	K	N	Na	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	RAS
mg L <sup>-1</sup>													(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>
R	7,45	1,84	3,59	31,6	28,6	147,6	81,2	39,5	0,01	0,08	0,001	0,02	3,36
AB	7,5	0,38	nd	5,47	nd	35,6	20,0	15,8	nd	nd	nd	nd	1,45

nd – não determinado

A irrigação com os dois tipos de água foi realizada desde o semeio; inicialmente, aplicou-se um volume fixo de 10 mL duas vezes ao dia, todos os dias; após o transplante a irrigação foi realizada buscando-se a manutenção da capacidade de campo ao se aplicar diariamente, uma vez ao dia, o valor consumido (volume aplicado – volume drenado) + 5% de fração de lixiviação. Na fase de maturação fisiológica a irrigação foi suspensa oito dias antes da colheita.

O material de solo empregado foi o neossolo regolítico tipo franco-arenoso, não salino e não sódico, cujas características físicas e químicas estão apresentadas na Tabela 3. Realizaram-se análises antes do início do experimento no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG, segundo metodologia descrita pela EMBRAPA (1997).

O material de solo utilizado foi coletado da camada superficial (0 – 20 cm) nas imediações do distrito de São José da Mata, no município de Campina Grande, PB, o qual foi secado ao ar, destorroado, homogenizado e peneirado, para então ser acondicionado nos

## CAPITULO III – Trabalhos realizados

### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

vasos, os quais tinham a base perfurada e foram preenchidos com 200 g de brita nº 1, mais 8 kg de solo.

Tabela 3. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento

Característica Física	Unidade	Valor
Granulometria	%	
Areia		82,19
Silte		12,76
Argila		5,05
Densidade	kg dm <sup>-3</sup>	
Aparente		1,66
Real		2,81
Porosidade	%	40,92
<b>Complexo sortivo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Cálcio	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1,68
Magnésio	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1,27
Sódio	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,06
Potássio	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,07
S	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	3,08
Hidrogênio	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1,20
Alumínio	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,0
T	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	4,28
Carbonato Cálcio Qualitativo	-	Ausente
Carbonato Orgânico	%	0,20
Matéria Orgânica	%	0,34
Nitrogênio	%	0,02
Fósforo assimilável		0,88
pH H <sub>2</sub> O	-	6,12
CE	dS m <sup>-1</sup>	0,16
<b>Extrato de saturação</b>		
Cálcio	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	2,1
Magnésio	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	1,9
Sódio	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	2,0
Potássio	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	0,2
Carbonato	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	0,0
Bicarbonato	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	2,8
Cloreto	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	2,8
Sulfato	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Ausente
RAS	(mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	1,42
pH pasta saturação	-	5,6
CEes	dS m <sup>-1</sup>	0,67



### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

---

As adubações químicas foram realizadas em todos os vasos na fundação, seguindo-se recomendação de Novais et al. (1991), sendo utilizados 300, 100, 150 e 40 mg kg<sup>-1</sup> de solo de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, N, K<sub>2</sub>O e S, respectivamente.

Avaliaram-se as variáveis de crescimento a cada sete dias, de modo que as avaliações tiveram início a partir dos 32 dias após o semeio (DAS); as variáveis estudadas foram: Comprimento do Caule – CC, Diâmetro do Caule – DC, Número de Folhas – NF, Taxa de Crescimento Absoluto para o Comprimento do Caule e para o Diâmetro do Caule (TCA – CC e DC) e Taxa de Crescimento Relativo para o Comprimento do Caule e para o Diâmetro do Caule (TCR – CC e DC).

A Taxa de Crescimento Absoluto e a Taxa de Crescimento Relativo foram calculadas através da metodologia sugerida por Benincasa (2003), com as equações descritas a seguir:

Para a taxa de crescimento absoluto:

$$TCA = \frac{(P2 - P1)}{(T2 - T1)}$$

Assim como a Taxa de Crescimento Relativo:

$$TCR = \frac{(\ln P2) - (\ln P1)}{T2 - T1}$$

em que:

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> – duas amostragens sucessivas

T<sub>1</sub> - T<sub>2</sub> – período entre duas amostragens sucessivas

## **CAPITULO III – Trabalhos realizados**

### **III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento**

---

O DC foi medido a cinco centímetros do solo, com um paquímetro digital; na contagem do NF consideraram-se as folhas maiores que três centímetros e as que estavam saudas e com coloração verde (fotossinteticamente ativas) e o CC foi medido do colo (rente ao solo) até a bifurcação da última folha.

A análise estatística compreendeu análises de variância (teste F) e se fez o teste de média (Tukey) para comparar os fatores qualitativos em 0,05 de probabilidade. Utilizaram-se todas as análises através de programa estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2000).

#### **Resultados e Discussão**

Os níveis de boro não afetaram significativamente o NF em nenhuma das datas de avaliação, conforme pode ser observado na Tabela 4; entretanto, o tipo de água mostrou-se significativo para a água residuária a 0,01 de probabilidade, aos 63 dias após o transplântio – -DAT; quanto à interação dos tipos de água e as doses crescentes de boro, os valores, assim como especificamente para as doses de boro, também não se mostraram significativos.

De acordo com Leite et al. (2005), no girassol os sintomas de deficiência de boro surgem sobretudo nas fases de florescimento e enchimento de aquênios, caracterizando-se pela redução do crescimento de folhas novas, que ficam deformadas e necróticas. Essas informações, junto com a presença natural de boro no solo e na água residuária, propõem justificar os resultados obtidos no presente trabalho, no que diz respeito ao fato dos valores relativos ao NF não se haverem se mostrado significativos, salvo para 63 DAT, justamente durante a fase de enchimento dos grãos.

### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

Tabela 4. Resumo da ANOVA e médias para Número de Folhas (NF) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), em diferentes datas, submetido a dois tipos de águas de irrigação e doses crescentes de boro

CAUSA DE VARIACÃO	GL	Quadrado médio								
		7 DAT	14DAT	21DAT	28DAT	35DAT	42DAT	49DAT	56DAT	63DAT
Dose de Boro	4	2,55 <sup>ns</sup>	2,58 <sup>ns</sup>	3,61 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>	3,91 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	8,63 <sup>ns</sup>	11,88 <sup>ns</sup>	8,86 <sup>ns</sup>
Tipo de Água	1	0,53 <sup>ns</sup>	2,7 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	3,33 <sup>ns</sup>	12,03 <sup>ns</sup>	10,80 <sup>ns</sup>	17,63 <sup>ns</sup>	70,53**
Interação B x A	4	2,28 <sup>ns</sup>	4,45 <sup>ns</sup>	3,78 <sup>ns</sup>	12,11 <sup>ns</sup>	7,58 <sup>ns</sup>	11,11 <sup>ns</sup>	10,63 <sup>ns</sup>	10,21 <sup>ns</sup>	11,86 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	2,174	2,715	5,300	0,048	10,53	6,80	5,10	6,33	12,50
CV (%)		12,930	9,600	10,560	9,360	15,45	12,97	11,93	13,32	22,76
Médias										
Dose de Boro (ppm)										
0		11,666	16,833	18,66	18,83	20,50	22,00	22,00	22,167	22,167
1		10,500	15,33	16,333	17,00	17,16	19,50	20,500	20,66	21,167
2		11,666	13,66	17,833	18,50	19,33	20,00	21,33	21,667	22,333
3		12,166	15,66	17,833	18,83	19,50	19,83	20,00	21,333	21,667
4		11,000	17,000	17,00	20,50	20,50	20,83	21,16	21,167	22,333
Tipo de Água										
Residuária		11,533	17,467	17,06	19,53	19,66	20,66	20,73	21,467	21,600a
Abastecimento		11,267	14,00	16,867	18,13	18,33	19,46	21,33	21,533	22,000b

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade

A evolução do NF ao longo das avaliações, conforme pode ser observado na Figura 1, apresentou comportamento descrito por uma curva com concavidade para baixo, isto é, o valor de “a” da equação é menor que zero, apresentando um ponto de inflexão para valores máximos, denotando um auge no crescimento do número de folhas e uma posterior redução na fase final da cultura.

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação do crescimento**

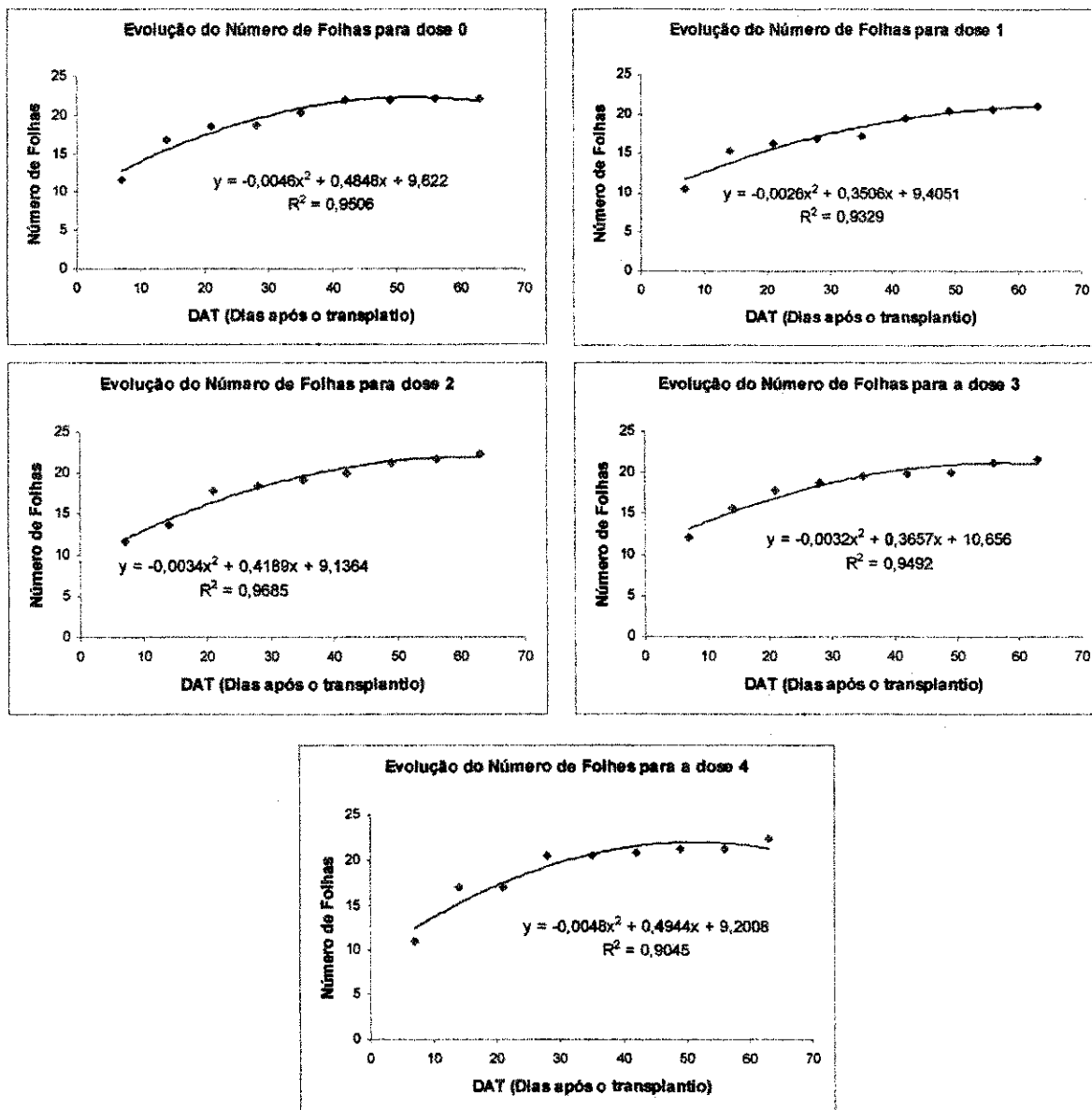


Figura 1. Análise da evolução do Número de Folhas (NF) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) para diferentes datas, submetido a dois tipos de água irrigação e doses crescentes de boro

Ainda com relação à Figura 1 é possível observar que nas curvas de evolução do NF a variação entre doses e tipos de água é bastante tênue, apresentando diferenças sutis nos seus contornos.

### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

Andrade et al. (2007), estudando o cultivo de girassol com água de abastecimento e residuária, obtiveram valores significativos, tanto para o NF quanto para o DC; este resultado discorda do presente trabalho no âmbito do NF (salvo para o 63 DAT), mas concorda com esta pesquisa, no que se refere ao DC, uma vez que se mostraram significativos a nível de 0,01 de probabilidade para as avaliações realizadas em 7, 14, 28 e 35 DAT, notadamente na fase inicial do ciclo da cultura, conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Resumo da ANOVA e médias para Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), em diferentes datas, submetido a dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro.

CAUSA DE VARIÇÃO	GL	Quadrado médio								
		7 DAT	14DAT	21DAT	28DAT	35DAT	42DAT	49DAT	56DAT	63DAT
Dose de Boro	4	0,430 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>
Tipo de Água	1	1,290**	2,488**	0,06 <sup>ns</sup>	2,319**	6,25**	2,01 <sup>ns</sup>	2,64 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
Interação B x A	4	0,252 <sup>ns</sup>	1,553**	1,616**	1,462**	2,86**	1,93 <sup>ns</sup>	2,82**	3,11 <sup>ns</sup>	2,56 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	0,215	0,447	0,466	0,403	0,41	0,81	0,61	1,40	1,70
CV (%)		9,210	9,320	7,250	6,070	5,92	8,49	7,27	10,84	11,87
		(mm)								
Dose de Boro										
B0 - 0 ppm		5,377	7,183	9,650	10,338	10,59	10,64	10,68	10,72	10,77
B1 - 1 ppm		4,648	7,083	9,577	10,953	11,00	11,38	11,40	11,44	11,48
B2 - 2 ppm		5,058	7,097	9,247	10,125	10,21	10,22	10,67	10,72	10,75
B3 - 3 ppm		4,955	7,027	9,015	10,353	10,69	10,57	10,73	10,75	11,02
B4 - 4 ppm		5,152	7,483	9,607	10,497	10,59	10,80	11,03	11,09	11,14
Tipo de Água										
Residuária		5,245a	7,463 <sup>a</sup>	9,463	10,731a	10,89a	10,97	11,04	11,04	11,38
Abastecimento		4,831b	6,887b	9,375	10,175b	10,37b	10,45	10,47	10,87	10,93

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade

### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

A interação entre as doses crescentes de boro e os tipos de água mostrou-se significativa a 0,01 de probabilidade, aos 14, 21, 28, 35 e 49 DAT e seu desdobramento é apresentado na Tabela 6.

No caso da interação descrita nesta tabela, percebe-se que aos 14 DAT a água residuária apresentou melhores médias que as de abastecimento, para as doses de boro 0, 3 e 4; aos 21 DAT, para as doses 0, 3 e 4; aos 28 DAT, para as doses 0, 2, 3 e 4; aos 35, para as doses 0, 2 e 4 e aos 49 DAT para as doses 0, 2, 3 e 4; salvo para a dose 1 e para a dose 2 (14 e 21 DAT), a água residuária interagiu melhor com as doses de boro que a água de abastecimento.

Tabela 6. Resumo da ANOVA e médias para o desdobramento das interações significativas de doses de boro e tipos de água relacionada ao Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) submetido a dois tipos de águas de irrigação e doses crescentes de boro

Tipo de água (TA)	Doses de boro (B)				
	0	1	2	3	4
14 DAT (mm)					
Residuária	7,69	6,75	7,02	7,39	8,46
Abastecimento	6,68	7,41	7,17	6,66	6,51
21 DAT (mm)					
Residuária	10,05	8,74	9,25	9,26	10,01
Abastecimento	9,25	10,41	9,25	8,77	9,27
28 DAT (mm)					
Residuária	11,00	10,37	10,60	10,75	10,95
Abastecimento	9,68	11,54	9,66	9,57	10,04
35 DAT (mm)					
Residuária	11,56	10,65	11,56	10,09	12,06
Abastecimento	9,81	12,10	9,94	10,30	10,22
49 DAT (mm)					
Residuária	11,58	10,57	10,64	11,03	11,41
Abastecimento	9,60	12,24	9,79	10,43	10,20

### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

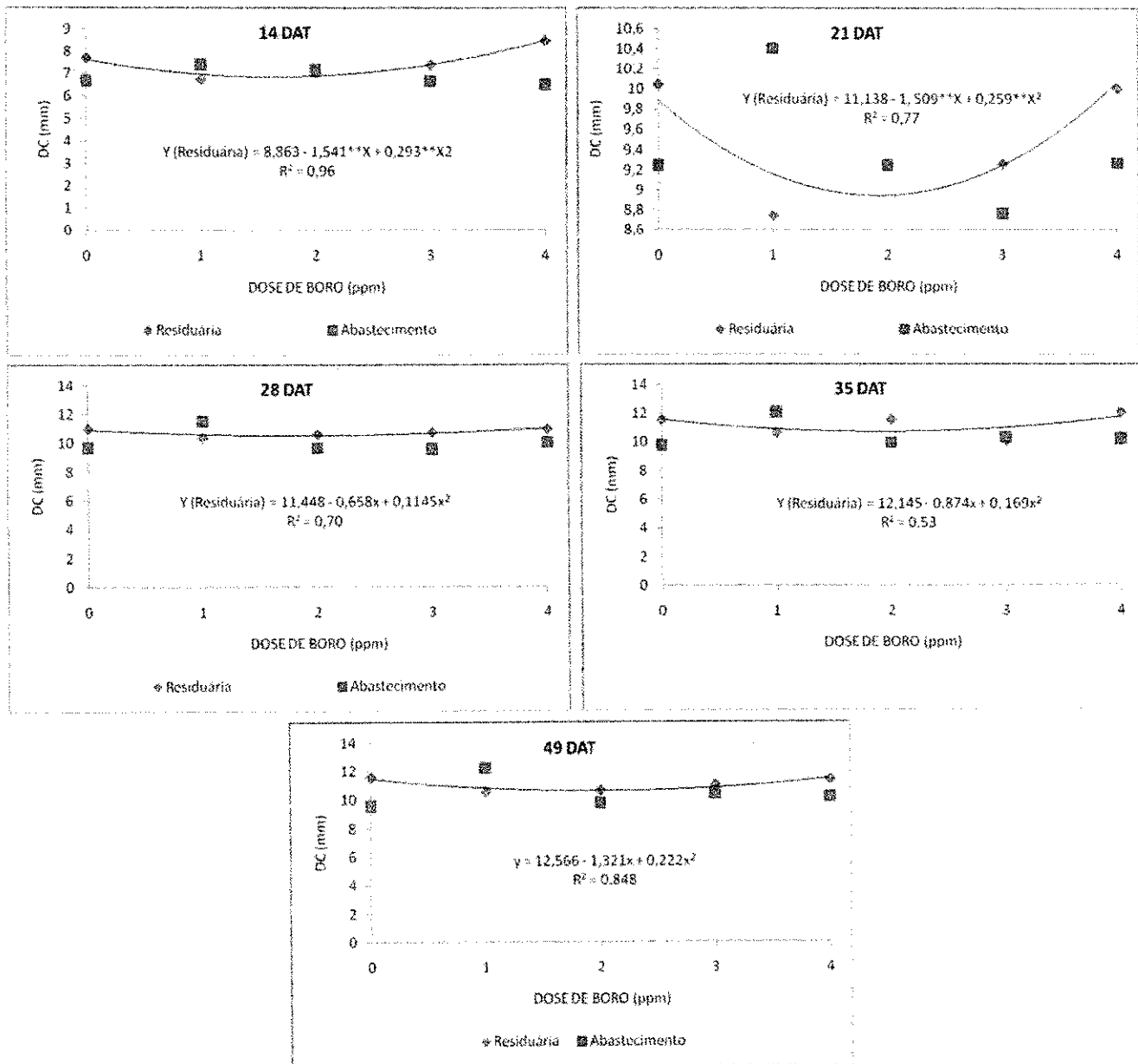


Figura 2. Análise da interação entre doses de boro e tipos de água, correspondentes aos 14, 21, 28, 35 e 49 DAT para o diâmetro do caule, em função das doses de boro e do diâmetro do caule para os dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro na produção do girassol – variedade EMBRAPA 122/V-2000

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação do crescimento**

---

Conforme é possível observar na Figura 2, as equações que descrevem as interações significativas que foram desdobradas, apresentam a concavidade voltada para cima, isto é, o valor de “a” é maior que zero, apresentando uma inflexão correspondente a um ponto de mínimo.

Ressalta-se a curva que descreve o desdobramento referente aos 21 DAT, que apresenta uma concavidade mais acentuada e, conseqüentemente, um ponto de mínimo mais incisivo, para a dose de 2 ppm, indicando uma influência negativa da interação entre o tipo de água e as doses de boro.

As maiores vantagens do aproveitamento da água residuária para fins agrícolas residem na conservação da água disponível e na possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos), concorrendo para a preservação do meio ambiente (van der HOEK et al., 2002).

Este aporte de nutrientes, citado por van der Hoek et al. (2002), também inclui a questão do boro. Sandri et al. (2006) afirmaram que o teor de boro máximo encontrado em seus trabalhos, considerando a água residuária, foi de 0,3 mg L<sup>-1</sup>; Menezes e Silva (2008) indicam que é comum a presença de boro no tipo solo utilizado no presente experimento, em aproximadamente 0,61 mg kg<sup>-1</sup>. Esses autores confirmam a presença de boro na água residuária e no solo utilizado, fato que o presente trabalho ratifica e demonstra o que, mesmo além de presente, se encontra em estado disponível às plantas, além da presença de boro na água.

Na evolução do DC ao longo do ciclo da cultura, exposta na Figura 3, percebe-se que, de modo oposto aos gráficos do desdobramento, as curvas apresentaram concavidade voltada para baixo, com um ponto de máximo e, em seguida, a estabilização; pelo que se pode



### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

observar, este ponto de inflexão ocorre, geralmente, na altura dos 35 DAT do estudo do ciclo, indicando uma estabilização no crescimento da variável, neste período.

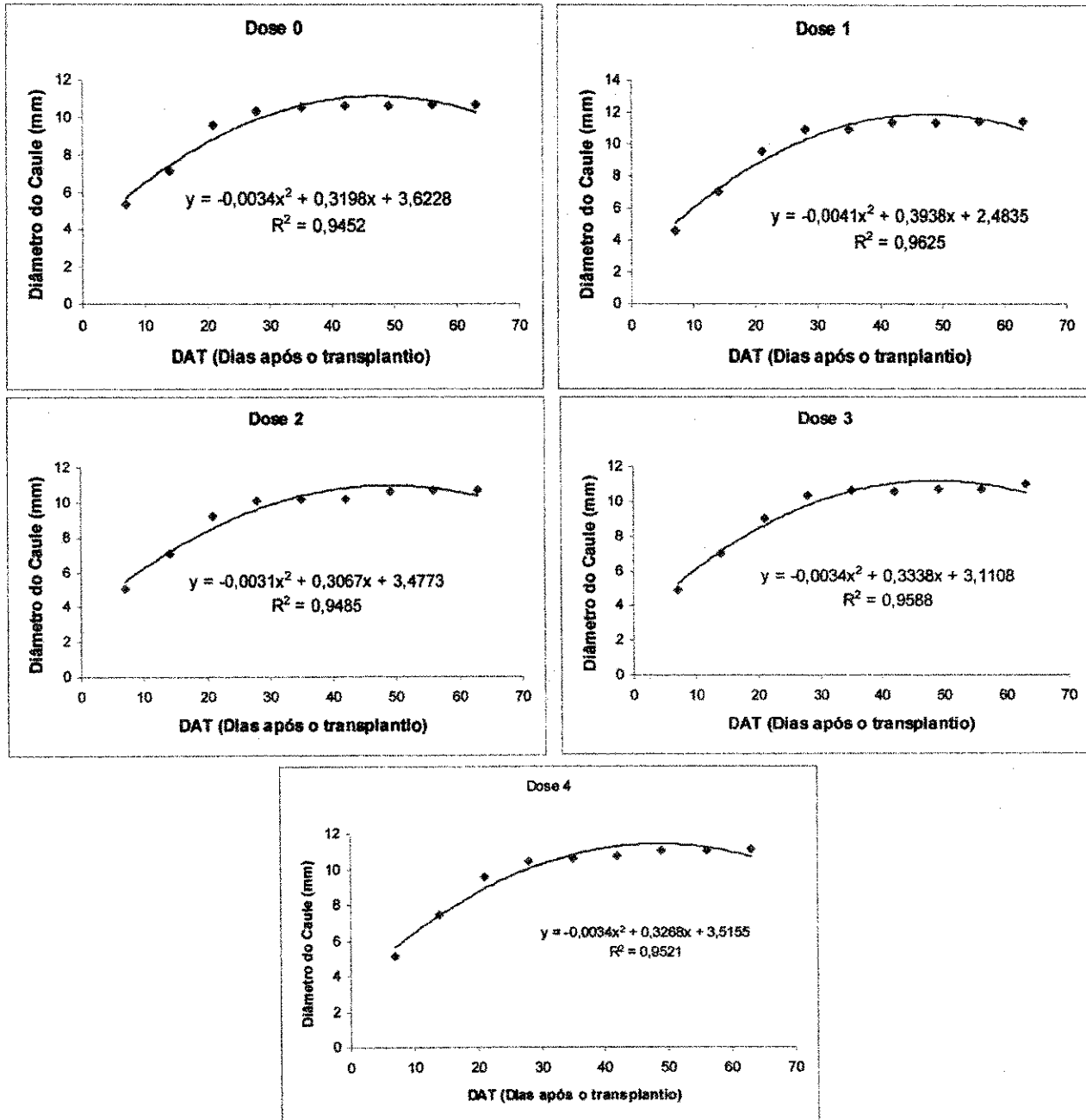


Figura 3. Análise da evolução do Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) para diferentes datas, submetido a dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro na produção do girassol – var. EMBRAPA 122/V-2000

### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

Repetindo-se o ocorrido nas outras variáveis estudadas, conforme pode ser verificado na Tabela 7, as doses de boro não se mostraram estatisticamente significativas para o CC; no entanto, tal como ocorreu com o DC, o tipo de água mostrou-se significativo, neste caso para 7, 14 e 63 DAT, isto é, início e final do ciclo.

Para o CC, Tabela 7, as interações também não se mostraram significativas e as médias apresentaram pouca variação, salvo para a avaliação realizada aos 63 DAT. Conforme já explicitado anteriormente, esta variação tênue é decorrente, sem dúvida, da presença de boro de forma natural e disponível às plantas, tanto na água quanto no solo utilizado.

Tabela 7. Resumo da ANOVA e médias para Comprimento do Caule (CC), em diferentes datas, para os dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro na produção do girassol - variedade EMBRAPA 122/V-2000

CAUSA DE VARIACÃO	GL	Quadrado Médio								
		7 DAT	14DAT	21DAT	28DAT	35DAT	42DAT	49DAT	56DAT	63DAT
Dose de Boro	4	2,78 <sup>ns</sup>	65,85 <sup>ns</sup>	58,14 <sup>ns</sup>	126,36 <sup>ns</sup>	291,41 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	8,63 <sup>ns</sup>	11,88 <sup>ns</sup>	8,86 <sup>ns</sup>
tipo de Água	1	122,816**	384,492**	286,44 <sup>ns</sup>	105,28 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	12,03 <sup>ns</sup>	10,80 <sup>ns</sup>	17,63 <sup>ns</sup>	70,53**
Irrigação B x A	4	33,605 <sup>ns</sup>	45,063 <sup>ns</sup>	140,37 <sup>ns</sup>	148,84 <sup>ns</sup>	77,73 <sup>ns</sup>	11,11 <sup>ns</sup>	10,63 <sup>ns</sup>	10,21 <sup>ns</sup>	11,86 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	26,124	50,650	72,140	98,686	109,41	6,80	5,10	6,33	12,50
CV (%)		14,230	15,440	11,800	9,510	9,08	12,97	11,93	13,32	22,76

(cm)

Dose de Boro (PPM)	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT	35 DAT	42 DAT	49 DAT	56 DAT	63 DAT
0	16,00	18,66	18,83	20,50	22,00	36,650	48,650	74,583	110,200
1	15,33	17,00	17,16	19,50	20,66	35,067	44,833	67,283	102,267
2	13,66	18,50	19,33	20,00	21,33	36,567	49,033	74,500	107,800
3	15,66	18,83	19,50	19,83	20,00	35,667	40,967	70,333	103,467
4	17,00	20,50	20,50	20,83	21,16	35,700	47,017	72,917	98,600
tipo de Água									
Residuaária	17,06a	19,53	19,66	20,66	20,73	37,953a	49,680 <sup>a</sup>	75,013	106,340
Desenvolvimento	14,00b	18,13	18,33	19,46	21,33	33,907b	42,520b	68,833	102,593

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade.  
Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade

### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

Com relação à evolução do CC observa-se, na Figura 4, que todas as curvas apresentam a concavidade para cima, indicando um ponto de mínimo que ocorre, em geral aos 20 DAT.

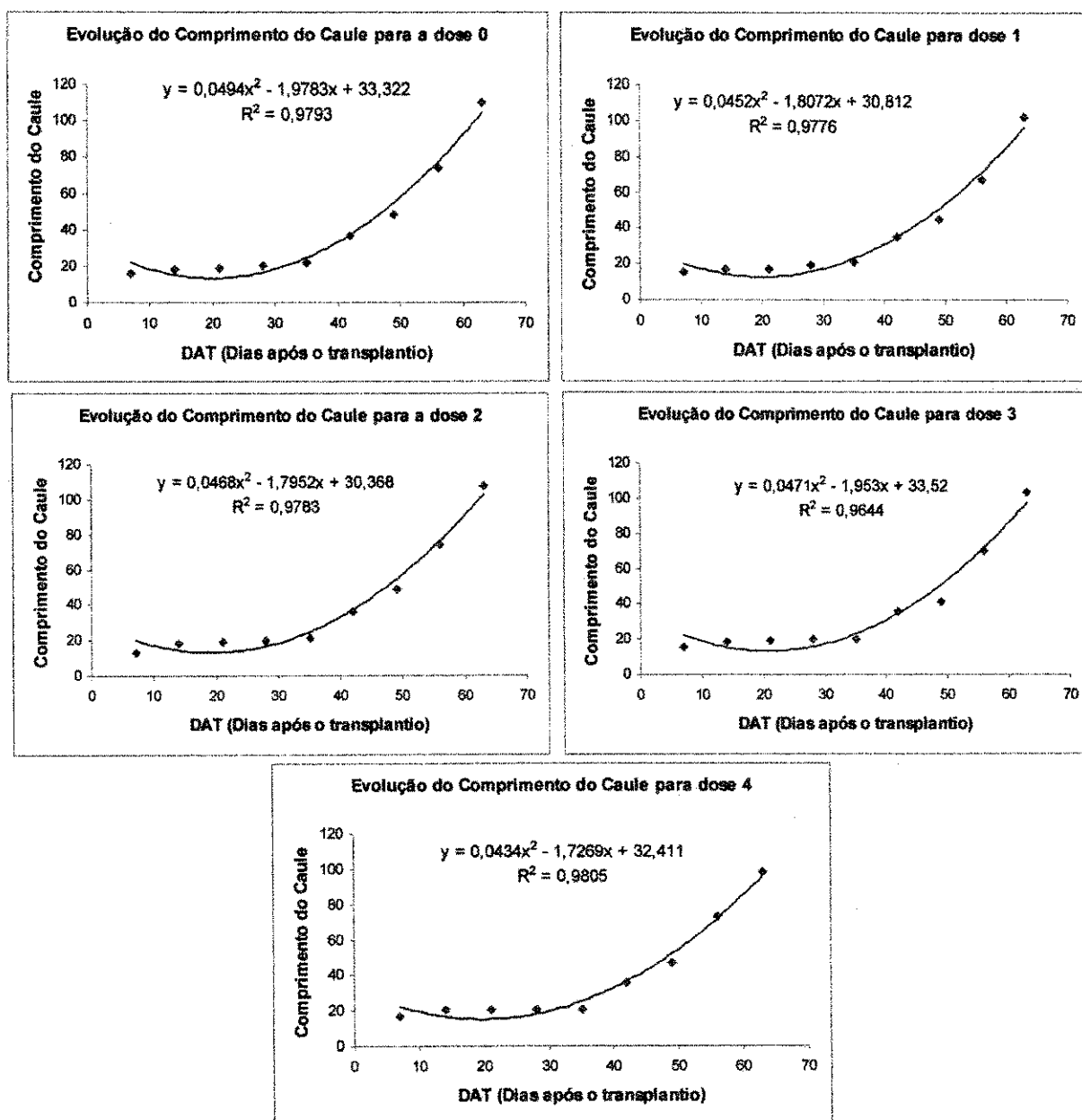


Figura 4. Análise da evolução do Comprimento do Caule (CC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) para diferentes datas, submetido a diferentes tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação do crescimento**

---

É possível observar, também, que todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante; apesar disto, para as doses 1 e 4 os valores relativos ao Comprimentos do Caule se mostraram inferiores quando comparados com a interação entre as águas e as outras doses de boro estudadas no presente trabalho.

A taxa de crescimento absoluto – TCA, é uma característica do crescimento e indica sua velocidade durante um intervalo de tempo. Nesta pesquisa a TCA – DC, conforme Tabela 8, apresentou valores significativos apenas na 8ª semana do ciclo, sendo o modelo de regressão linear suficiente para a análise a 0,01 de probabilidade. O tipo de água não se mostrou significativo, ao contrário da interação que foi influenciada já na primeira semana analisada e cujo desdobramento estatístico pode ser confirmado através da análise da Tabela 9.

Na Figura 5, que apresenta a curva do desdobramento da interação para a primeira semana do TCA - DC é possível notar, na curva, que sua concavidade é para cima, apresentando um ponto de mínimo que, neste caso específico, oscilou entre as doses 2 e 3, mostrando-se bastante tênue; no entanto, referidos valores indicam que a água residuária sinalizou melhores médias que as de abastecimento para as doses de boro 0 e 4.

Em referência à TCA – CC, apresentada na Tabela 10, os valores não se mostraram significativos para as doses de boro e tipos de água, mas indicaram uma variação pequena das médias; também, não houve valores significativos no que diz respeito à interação entre os tratamentos aplicados.

A não significância dos valores relativos à taxa de crescimento absoluto tanto para o DC, salvo na 8ª semana do ciclo, quanto para o CC, aponta para uma taxa de crescimento uniforme ao longo dos estádios da cultura respeitando, obviamente, o estágio fenológico.

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**

**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:  
avaliação do crescimento**

Tabela 8. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) do Diâmetro do Caule (DC) para os dois tipos de águas de irrigação e doses crescentes de boro na produção do girassol - variedade EMBRAPA 122/V-2000

CAUSA DE VARIÇÃO	GL	TCA (DC) – mm/semana							
		1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana	6ª semana	7ª semana	8ª semana
Dose de Boro (B)	4	0,001495 <sup>ns</sup>	0,001363 <sup>ns</sup>	0,001577 <sup>ns</sup>	0,000506 <sup>ns</sup>	0,000237 <sup>ns</sup>	0,000511 <sup>ns</sup>	0,000502 <sup>ns</sup>	0,000537 <sup>**</sup>
Reg. Linear	1	0,001010 <sup>ns</sup>	0,003402 <sup>ns</sup>	0,001515 <sup>ns</sup>	0,000425 <sup>ns</sup>	0,000319 <sup>ns</sup>	0,000000 <sup>ns</sup>	0,000001 <sup>ns</sup>	0,001543 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	0,000204 <sup>ns</sup>	0,000679 <sup>ns</sup>	0,002145 <sup>ns</sup>	0,000185 <sup>ns</sup>	0,000004 <sup>ns</sup>	0,0001620 <sup>ns</sup>	0,000091 <sup>ns</sup>	0,000602 <sup>ns</sup>
Desvio Reg	2	0,002384 <sup>ns</sup>	0,000685 <sup>ns</sup>	0,001324 <sup>ns</sup>	0,000708 <sup>ns</sup>	0,000312 <sup>ns</sup>	0,000942 <sup>ns</sup>	0,000958 <sup>ns</sup>	0,000001 <sup>ns</sup>
Tipo de Água (A)	1	0,000718 <sup>ns</sup>	0,005224 <sup>ns</sup>	0,003145 <sup>ns</sup>	0,006591 <sup>ns</sup>	0,000117 <sup>ns</sup>	0,000457 <sup>ns</sup>	0,002653 <sup>ns</sup>	0,000029 <sup>ns</sup>
Interação B x A	4	0,005246 <sup>*</sup>	0,002334 <sup>ns</sup>	0,001270 <sup>ns</sup>	0,000758 <sup>ns</sup>	0,000117 <sup>ns</sup>	0,000077 <sup>ns</sup>	0,001470 <sup>ns</sup>	0,000054 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	0,018552	0,002161	0,001611	0,001634	0,000154	0,000305	0,001041	0,000115
CV	(%)	2,67	4,05	3,77	3,92	1,23	1,72	3,16	1,06
		cm/semana							
Dose de Boro									
B0 - 0 ppm		1,121037	1,162667	1,046867	1,024488	1,009851	1,010658	1,018852	1,008256b
B1 - 1 ppm		1,161285	1,163499	1,067980	1,038487	1,006642	1,022851	1,019524	1,005794b
B2 - 2 ppm		1,135840	1,134683	1,062937	1,027287	1,009894	1,004955	1,034912	1,007453b
B3 - 3 ppm		1,137665	1,133102	1,091299	1,024599	1,022947	1,026172	1,009630	1,015668ab
B4 - 4 ppm		1,153359	1,140213	1,060335	1,044733	1,013223	1,009079	1,023339	1,028671a
Tipo de Água									
Residuária		1,146728	1,133637	1,076123	1,046740	1,010533	1,010841	1,011847	1,014154
Abastecimento		1,136947	1,160029	1,055644	1,017097	1,014490	1,018645	1,030656	1,012183

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade

### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

Tabela 9. Resumo da ANOVA e médias para o desdobramento da interação Doses de Boro e Tipos de Água, relativos à primeira semana, para a Taxa de Crescimento Absoluto do Diâmetro do Caule TCA – DC do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação.

Tipo de água (TA)	Doses de boro (B)				
	0	1	2	3	4
Residuária	0,33	0,27	0,28	0,29	0,41
Abastecimento	0,18	0,43	0,31	0,30	0,25

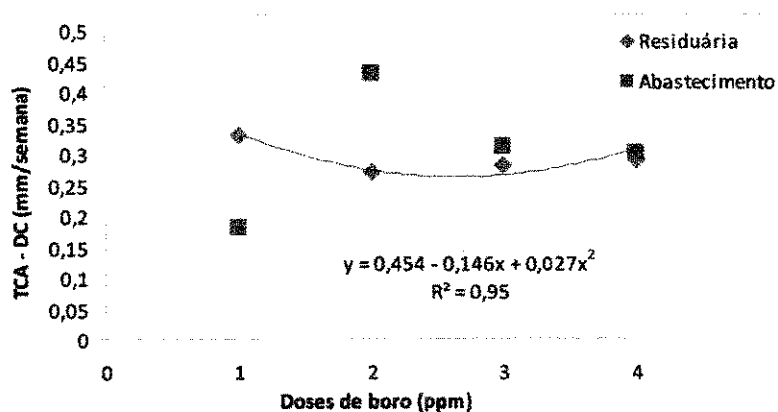


Figura 5. Análise da interação entre doses de boro e tipos de água, correspondentes à primeira semana para a Taxa de Crescimento Absoluto do Diâmetro do Caule TCA - DC do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação.

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**

**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:  
avaliação do crescimento**

Tabela 10. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) do Comprimento do Caule (CC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação

CAUSA DE VARIÇÃO	GL	TCA (CC) – cm/semana							
		1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana	6ª semana	7ª semana	8ª semana
Dose de Boro	4	0,012921 <sup>ns</sup>	0,016528 <sup>ns</sup>	0,108341 <sup>ns</sup>	0,087245 <sup>ns</sup>	0,029359 <sup>ns</sup>	0,011127 <sup>ns</sup>	0,000325 <sup>ns</sup>	0,000763 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	0,000265 <sup>ns</sup>	0,007550 <sup>ns</sup>	0,313327 <sup>ns</sup>	0,339252 <sup>ns</sup>	0,028103 <sup>ns</sup>	0,028546 <sup>ns</sup>	0,000089 <sup>ns</sup>	0,002250 <sup>ns</sup>
Reg. Quadrática	1	0,000140 <sup>ns</sup>	0,008517 <sup>ns</sup>	0,079249 <sup>ns</sup>	0,006441 <sup>ns</sup>	0,003789 <sup>ns</sup>	0,001912 <sup>ns</sup>	0,000057 <sup>ns</sup>	0,000289 <sup>ns</sup>
Desvio Reg	2	0,025639 <sup>ns</sup>	0,025022 <sup>ns</sup>	0,020394 <sup>ns</sup>	0,001643 <sup>ns</sup>	0,042771 <sup>ns</sup>	0,007026 <sup>ns</sup>	0,000577 <sup>ns</sup>	0,000257 <sup>ns</sup>
Tipo de Água	1	0,005839 <sup>ns</sup>	0,001922 <sup>ns</sup>	0,055563 <sup>ns</sup>	0,134864 <sup>ns</sup>	0,036425 <sup>ns</sup>	0,014714 <sup>ns</sup>	0,000493 <sup>ns</sup>	0,000343 <sup>ns</sup>
Interação B x A	4	0,005573 <sup>ns</sup>	0,048174 <sup>ns</sup>	0,027979 <sup>ns</sup>	0,061271 <sup>ns</sup>	0,028244 <sup>ns</sup>	0,001437 <sup>ns</sup>	0,001488 <sup>ns</sup>	0,002192 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	0,017980	0,027384	0,054768	0,116941	0,022775	0,007675	0,001466	0,002819
CV	(%)	8,28	7,74	9,90	21,98	13,72	8,29	3,67	5,07
		cm/semana							
Dose de Boro									
B0 - 0 ppm		1,645965	2,165941	2,465774	1,689218	1,093100	1,094834	1,046328	1,055328
B1 - 1 ppm		1,543415	2,044631	2,437253	1,643638	1,222563	1,112614	1,042966	1,056365
B2 - 2 ppm		1,664164	2,150361	2,398949	1,558058	1,054004	1,025947	1,049934	1,056591
B3 - 3 ppm		1,629223	2,167125	2,386286	1,505705	1,070998	1,021264	1,030874	1,036424
B4 - 4 ppm		1,613559	2,160783	2,129937	1,382213	1,060673	1,031449	1,046294	1,034682
Tipo de Água									
Residuária		1,633216	2,145772	2,320604	1,488718	1,065423	1,035075	1,047333	1,044494
Abastecimento		1,605315	2,129764	2,406676	1,622815	1,135112	1,079368	1,039225	1,051262

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação do crescimento**

---

A taxa de crescimento relativo (TCR) é, sem dúvida, a medida mais apropriada para a avaliação do crescimento vegetal, representando a quantidade de material vegetal produzido por determinada quantidade de material existente (g), durante um intervalo de tempo (dias) prefixado (GUIMARÃES, 1994). Depende, simultaneamente, da eficiência assimilatória de suas folhas e da folhagem (número de folhas/planta e tamanho da folha) da própria planta (GUIMARÃES, 1994). Assim, a TCR representa a variação ou o incremento entre duas amostragens sucessivas, constituindo-se um parâmetro utilizado na observação da velocidade média de crescimento, ao longo do período de observação.

A TCR – DC, conforme verificado na Tabela 11, não apresentou valores significativos para as doses de boro; no entanto, foi influenciada pelo tipo de água durante as 3ª e 4ª semanas; no que diz respeito à interação, Tabela 12, os valores indicaram significância estatística durante a primeira e a oitava semanas, início e final do ciclo, respectivamente, indicando as fases de diferenciação celular e de senescência.

A análise do desdobramento da interação pode ser vista na Figura 6, cuja curva possui um ponto de mínimo em que, neste caso específico, aconteceu para a dose de 2 ppm.

Em se tratando da TCR – CC, conforme pode ser comprovado na Tabela 13, os valores não se mostraram significativos em nenhuma fase da cultura estudada; apesar disto, no presente caso, se atribui a não significância dos valores a um crescimento uniforme, provocado pela não ocorrência de estresse hídrico que provoca desequilíbrio hormonal, alterando o crescimento das plantas e, possivelmente, pela presença de boro de forma natural, tanto no solo como na água residuária.



**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação do crescimento**

Tabela 11. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Relativo (TCR) do Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação

CAUSA DE VARIÇÃO	GL	TCR (DC) – cm/semana							
		1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana	6ª semana	7ª semana	8ª semana
Dose de Boro (B)	4	0,000068 <sup>ns</sup>	0,000010 <sup>ns</sup>	0,000055 <sup>ns</sup>	0,000009 <sup>ns</sup>	8,29192527 <sup>ns</sup>	8,29192527 <sup>ns</sup>	0,000003 <sup>ns</sup>	0,000004 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	0,000026 <sup>ns</sup>	0,000026 <sup>ns</sup>	0,000002 <sup>ns</sup>	0,000010 <sup>ns</sup>	0,000002 <sup>ns</sup>	0,000000 <sup>ns</sup>	0,000000 <sup>ns</sup>	0,000002 <sup>ns</sup>
Reg. Quadrática	1	0,000018 <sup>ns</sup>	0,000000 <sup>ns</sup>	0,000117 <sup>ns</sup>	0,000014 <sup>ns</sup>	0,000001 <sup>ns</sup>	0,000000 <sup>ns</sup>	0,000000 <sup>ns</sup>	0,000001 <sup>ns</sup>
Desvio Reg	2	0,000114 <sup>ns</sup>	0,000007 <sup>ns</sup>	0,000050 <sup>ns</sup>	0,000007 <sup>ns</sup>	0,000000 <sup>ns</sup>	0,000001 <sup>ns</sup>	0,000005 <sup>ns</sup>	0,000007 <sup>ns</sup>
Tipo de Água (A)	1	0,000007 <sup>ns</sup>	0,000157 <sup>ns</sup>	0,000118**	0,000030**	0,000003 <sup>ns</sup>	3,46944695 <sup>ns</sup>	0,000007 <sup>ns</sup>	8,291927 <sup>ns</sup>
Interação B x A	4	0,00011**	0,000027 <sup>ns</sup>	0,000014 <sup>ns</sup>	0,000011 <sup>ns</sup>	0,0000070 <sup>ns</sup>	0,000008 <sup>ns</sup>	0,000014 <sup>ns</sup>	0,000009**
Resíduo	18	0,000025	0,000040	0,000019	0,000007	0,000004	0,000004	0,000010	0,000002
CV (%)		0,48	0,62	0,43	0,26	0,20	0,20	0,31	0,16
		cm/semana							
Dose de Boro									
B0 - 0 ppm		1,020603b	1,020607	1,004979	1,000831	1,001663	1,000831	1,001663	1,000831
B1 - 1 ppm		1,029536a	1,021430	1,009115	1,001663	1,000831	1,000831	1,001663	1,000000
B2 - 2 ppm		1,023057ab	1,019780	1,006626	1,000000	1,00083	1,000831	1,002490	1,001663
B3 - 3 ppm		1,024684ab	1,018158	1,010770	1,000831	1,000831	1,001663	1,000831	1,000000
B4 - 4 ppm		1,026310ab	1,018954	1,003325	1,003317	1,000831	1,000831	1,002490	1,001663
Tipo de Água									
Residuária		1,024360	1,017498	1,008947a	1,002324a	1,000665	1,000998	1,001330	1,000665
Abastecimento		1,025316	1,022074	1,004979b	1,000333b	1,001330	1,000998	1,002324	1,000998

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação do crescimento**

Tabela 12. Resumo da ANOVA e médias para o desdobramento da interação Doses de Boro e Tipos de Água para a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) do Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação

Tipo de água (TA)	Doses de boro (B)				
	0	1	2	3	4
Residuária	0,050	0,047	0,043	0,047	0,060
Abastecimento	0,033	0,073	0,050	0,053	0,047

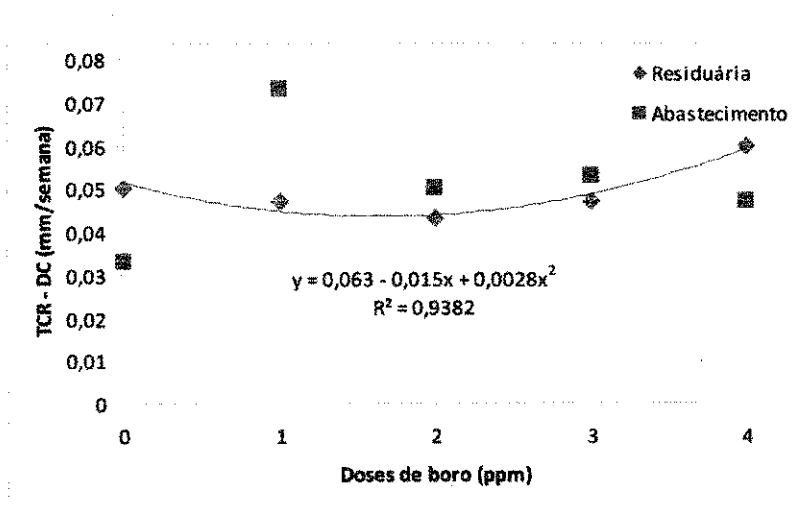


Figura 6. Análise da interação entre doses de boro e tipos de água correspondentes à primeira semana, para a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) do Diâmetro do Caule (DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação do crescimento**

Tabela 13. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Relativo (TCR) do Comprimento do Caule (CC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000), submetido a doses crescentes de boro e dois tipos de água de irrigação

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	TCR (CC) – cm/semana							
		1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana	6ª semana	7ª semana	8ª semana
Dose de Boro (B)	4	0,000049 <sup>ns</sup>	0,000014 <sup>ns</sup>	0,000054 <sup>ns</sup>	0,000013 <sup>ns</sup>	0,000007 <sup>ns</sup>	8,29192527 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	0,000019 <sup>ns</sup>	0,000019 <sup>ns</sup>	0,000115 <sup>ns</sup>	0,000033 <sup>ns</sup>	0,000004 <sup>ns</sup>	0,000000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Reg. Quadrática	1	0,000023 <sup>ns</sup>	0,000003 <sup>ns</sup>	0,000064 <sup>ns</sup>	0,000014 <sup>ns</sup>	0,000003 <sup>ns</sup>	0,000000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Desvio Reg	2	0,000076 <sup>ns</sup>	0,000018 <sup>ns</sup>	0,000018 <sup>ns</sup>	0,000003 <sup>ns</sup>	0,000012 <sup>ns</sup>	0,000001 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Tipo de Água (A)	1	0,000038 <sup>ns</sup>	0,000050 <sup>ns</sup>	0,000114 <sup>ns</sup>	0,000040 <sup>ns</sup>	0,000007 <sup>ns</sup>	8,29192527 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Interação B x A	4	0,000021 <sup>ns</sup>	0,000017 <sup>ns</sup>	0,000025 <sup>ns</sup>	0,000022 <sup>ns</sup>	0,000007 <sup>ns</sup>	8,29192527 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	0,000051	0,000030	0,000032	0,000024	0,000002	829192527,000	0,000	0,000
CV	(%)	0,700	0,53	0,55	0,49	0,16	0,09	0,00	0,00
		cm/semana							
Dose de Boro									
	B0 - 0 ppm	1,019796	1,030363	1,027129	1,007469	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
	B1 - 1 ppm	1,016523	1,028744	1,029540	1,009095	1,002490	1,000831	1,000000	1,000000
	B2 - 2 ppm	1,022242	1,029559	1,026318	1,007469	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
	B3 - 3 ppm	1,023819	1,032767	1,027125	1,006634	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
	B4 - 4 ppm	1,018981	1,031174	1,021403	1,004983	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Tipo de Água									
	Residuária	1,019142	1,029232	1,024352	1,005977	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
	Abastecimento	1,021402	1,031810	1,028254	1,008283	1,000996	1,000333	1,000000	1,000000

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação do crescimento**

---

**Conclusões**

1. Nenhuma das variáveis estudadas (Número de Folhas, Diâmetro do Caule, Comprimento do Caule, Taxa de Crescimento Absoluto e Relativo) mostrou-se significativa para as doses de boro estudadas;
2. Neste trabalho, a irrigação das plantas com águas residuárias ofereceram boro em níveis exigidos pelas plantas e no momento do ciclo necessário, dispensando a aplicação de tal nutriente;
3. O tipo de água mostrou-se significativo aos 63 DAT, para Número de Folhas, aos 7, 14 e 63 DAT para o Comprimento do Caule e 7, 14, 28 e 35 DAT para o Diâmetro do Caule;

**Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa e Tecnologia (CNPq) e à Coordenação para Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa aos autores.

**Referências**

- AGRIANUAL – Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP consultoria e comércio. 2005. 520p.
- ANDRADE, L.O.; NOBRE, R.G.; SOARES, F.A.L.; GHEYI, R.H.; FIGUEIREDO, G.R.G. de; SILVA, L.A. da. Germinação e crescimento inicial de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L) irrigadas com água residuária. **Educação Agrícola Superior**, v.22, n.2, p.48-50, 2007.
- ANDRADE, S.J. **Efeito de lâminas de água e doses de boro na cultura do girassol**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiros", Universidade de São Paulo. 94p. 2000.

## CAPITULO III – Trabalhos realizados

### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

---

- BANYS, V.L.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. von; FALCO, J.E. Consórcio milho-girassol: características agrônômicas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.20, n.1, p.84-89, jan./mar. 1996.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas** (noções básicas). 2ed Jaboticabal: FUNEP, 41p. 2003.
- BERNARDI, C.C. **Reúso de água para irrigação**. Monografia (MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) - ISEA-FGV/ ECOBUSINESS SCHOOL. 63p. 2003.
- BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reúso de água. In: MANCUSO P. C. S. & SANTOS, H. F. dos. **Reúso de água**. São Paulo: Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, cap. 2, p. 21-36. 2002.
- CHATTERJEE, C.; NAUTIYAAL, N. Developmental aberrations in seeds of boron deficient sunflower and recovery. *Journal Plant Nutr.*, New York, v. 23, n. 6, p. 835-841, 2000.
- COELHO, M.A.; SONCIN, N.B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna. 1982. 368p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja – 2001: girassol e trigo**. Londrina: EMPRAPA SOJA, 2002. 51p. (Documentos, 199).
- FERREIRA, P .V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 2.ed. Revisada e ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUN-DEPES, 2000. 437p.
- JOSTEN, P.; KUTSCHERA, U. The micronutrient boron causes the development of adventitious roots in sunflower cuttings. *Ann. Bot.*, London, v. 85, n. 3, p. 337- 342, 1999.
- LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de (Ed). **Girassol no Brasil**. 1.ed. Londrina: Embrapa Soja, 641p. 2005.
- MENEZES, J.M.; PRADO, R.B.; SILVA JÚNIOR, G.C. da; MANSUR, L.K.; OLIVEIRA, E. dos S. de. Qualidade da Água e sua Relação espacial como fontes antrópicas de Contaminação e Naturais : Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos, RJ. *Revista Engenharia Agrícola* v.29 n.4, 2009.
- MORGADO, L.N.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B.; SANTANA, M.P. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras, MG. *Revista Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v.26, n.6, p.1167-1177, 2002.

### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III.1. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação do crescimento

---

NEVES, M.B.; BUZETYTI, S.; CASTILHO, R.M.M. de.; BOARO, C.S.F. Desenvolvimento de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vasos, em dois substratos com solução nutritiva e em solo. **Científlca**, Jaboticabal, v.33, n.2, p. 127-133, 2005.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Documentos. Embrapa-SEA, Brasília, p.189-253, 1991.

OLIVEIRA, M.F; VIEIRA, O.V; LEITE, R.M.V.B.C. Extração de óleo de girassol utilizando-se miniprensa. Londrina: Embrapa, 27p. 2004.

PAZ, V.P.S; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PINHO, F. ; VASCONCELOS, A. K. P. ; MARINHO, G. Diagnóstico do reúso no nordeste brasileiro , In: **Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica**, Fortaleza, CE, 2008.

RÖMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C. P.; Van RAIJ, B.; ABREU, C.A. (ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, cap.4, p.71-86, 2001.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAR, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, p.17-29, 2007.

SHORROCKS, V. M. **The occurrence and correction of boron deficiency**. In: DELL. B.; BELL, W. (Ed.). **Boron in soils and plants: reviews**. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, p.121-148, 1997.

UNGARO, M.R.G. Girassol (*Helianthus annuus* L.). Campina: Instituto Agrônômico, Campinas, v.200, n.5, p.112-113, 1990.

Van der HOEK, W. et al. **Urban wastewater: a valuable resource for agriculture. A case study from Horoonabad, Pakistan**. Lanka: International Water Management Institute. 29 p. Research Report, 63, 2002.

## **CAPITULO III – TRABALHOS REALIZADOS**

---

### **III.2 - Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação da produção**

### **Influence of boron doses and types of water in the sunflower cultivation: evaluation of production**

## **CAPITULO III - Trabalhos realizados**

### **III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação da produção**

---

#### **INFLUÊNCIA DE DOSES DE BORO E TIPOS DE ÁGUA NO CULTIVO DO GIRASSOL: AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO**

**Resumo** – Objetivou-se, com este trabalho, avaliar os efeitos de doses de boro e da irrigação com dois tipos de água – residuária, oriunda de esgoto doméstico, e de abastecimento - nos componentes de produção do girassol (*Helianthus annuus* L. cv. EMBRAPA 122/V-2000). A pesquisa foi realizada em ambiente protegido da Universidade Federal de Campina Grande, em delineamento em blocos casualizados, analisados em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco doses de boro (0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 ppm) combinados com dois tipos de água de irrigação (R - água de esgoto doméstico e AB - água de abastecimento), com todas as parcelas experimentais adubadas convencionalmente, com três repetições. Verificou-se que as doses de boro e tipos de água utilizados não influenciaram significativamente a porcentagem de aquênios não viáveis; no entanto, a água residuária afetou positivamente a produção de fitomassa da parte aérea.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L. Recursos Hídricos. Reúso

#### **INFLUENCE OF BORON LEVELS AND TYPES OF WATER IN THE ULTIVATION OF SUNFLOWER: EVALUATION OF PRODUCTION**

**Abstract** - This study aimed to evaluate the effects of doses of boron and irrigation with two types of water - wastewater, originating from domestic sewage, and supplies - in the yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L. cv. EMBRAPA 122/V-2000). The survey was conducted in a greenhouse at the Federal University of Campina Grande, in a randomized block design, analyzed in a factorial 5 x 2 with five doses of B (0, 1.0, 2.0, 3.0 and 4.0 ppm)



**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação da produção**

---

combined with two types of irrigation water (R - water and sewage AB - water supply) all plots being fertilized conventionally, with three replications. It was found that the boron levels and types of water used did not affect significantly the percentage of non-viable seeds, however, the wastewater positively affected the biomass production of shoots.

**Key words:** *Helianthus annuus* L. Water Recourses. Reuse

### **Introdução**

O girassol é uma dicotiledônea anual, adaptada a diversas condições edafoclimáticas, cultivada em todos os continentes, com grande importância na economia mundial; destaca-se como a quinta oleaginosa em produção de matéria-prima, atrás apenas da soja, colza, algodão e amendoim, quarta oleaginosa em produção de farelo depois da soja, colza e algodão e terceira em produção de óleo, depois da soja e colza. Os maiores produtores de grãos são a Rússia, Ucrânia, União Européia e Argentina (LAZARATO et al., 2005).

O girassol também é indicado como boa alternativa no sistema de rotação e sucessão de cultivo, além de excelente reciclador de nutrientes e promotor de colonização micorrízica, proporcionando ganhos expressivos de produtividade nas culturas que o seguem: soja, após girassol, teve aumento de 15%, e milho, após girassol, teve aumento de 30% (MORGADO et al., 2002).

Para Banyas et al. (1996), apesar de ter sido introduzido no Brasil como oleaginosa, a cultura do girassol tem sido estudada também como forrageira alternativa. Almeida et al. (1995) compararam silagem de sorgo, de milho e de girassol e concluíram que as silagens de milho e de girassol foram qualitativamente superiores às de sorgo; sua silagem é de elevado

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação da produção**

---

valor nutritivo (30% de matéria seca, 11,7% de proteína bruta e 4,993 Kcal de energia bruta) além de bem aceita pelos animais.

Não obstante, nas regiões áridas e semiáridas a água tornou-se fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agropecuário. Planejadores e entidades gestoras de recursos hídricos procuram, continuamente, novas fontes de recursos para complementar a disponibilidade hídrica existente; este fato vem aumentando, em todo o mundo, a necessidade de se utilizar águas de qualidade inferior na agricultura, o que torna o uso de águas residuárias uma fonte hídrica para a expansão das áreas irrigadas. Assim, a técnica de reúso tende a ser um instrumento eficiente para a gestão dos recursos hídricos no Brasil e no mundo, nos próximos anos (NOBRE et al., 2008).

O incremento de nutrientes pelas águas residuárias e a relação entre a produção de girassol e a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, já foram avaliados por van der Hoek et al. (2002). No entanto, Ungaro (1990) mostrou que a cultura do girassol é sensível à deficiência de boro, a qual resulta na inibição do crescimento da cultura. Por outro lado, a toxicidade desse micronutriente também limita o crescimento, o rendimento e a qualidade das sementes (FAGERIA et al., 2002).

O boro exerce papel importante no processo de florescimento e na formação da semente. Dentre as funções desempenhadas pelo boro se destaca a participação na formação das paredes celulares, na germinação do pólen, na divisão celular, no florescimento e na frutificação, fato que reafirma a necessidade de estudos direcionados às exigências de boro pela cultura do girassol (FAGERIA et al., 1997).

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação da produção**

---

Neste sentido, a sensibilidade do girassol em relação ao boro, ainda carece de estudos quantitativos e qualitativos, no sentido de evitar a deficiência e a toxicidade, favorecendo o desenvolvimento da cultura em níveis de máximo potencial genético.

Levando-se em consideração esses aspectos objetivou-se, com este trabalho, avaliar os componentes de produção da cultura do girassol - tanto os relacionados à produção de aquênios destinados à extração do óleo como os relacionados à produção de fitomassa, visando ao incremento da forragem para alimentação animal, quando submetida a quantidades crescentes de boro e irrigada com água residuária oriunda de esgoto doméstico.

#### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido de abril a julho de 2009, em ambiente protegido, tipo casa de vegetação, pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB (7°12'52" de latitude Sul, 35°54'24" de longitude Oeste e altitude média de 550 m).

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação foram medidos por uma miniestação HOBO® Temperature Data Logger modelo U12, e registrados a cada 3 h, sendo os dados médios mensais apresentados na Tabela 1. Os valores relativos a temperatura e umidade relativa do ar, foram satisfatórios, isto é, dentro da faixa exigida pela cultura, não resultando estresse às plantas.

A variedade estudada foi a EMBRAPA 122/V-2000, cujas sementes foram fornecidas pela EMBRAPA Soja, escritório de Dourados, MS. As mudas, provenientes de

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação da produção**

---

tubetes de PVC, foram transplantadas para vasos de polietileno, aos 25 dias após o semeio (DAS).

Tabela 1. Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação observadas no período de estudo

Meses	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
Abril	26,82	75,18
Mai	25,74	78,76
Junho	24,54	78,12
Julho	24,87	76,14

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com cinco doses de boro usando-se como fonte, o ácido bórico aplicado em fundação (0 - testemunha, 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 ppm) e dois tipos de água de irrigação (água residuária oriunda de esgoto doméstico - R e água de abastecimento - AB), totalizando 30 unidades experimentais.

A água residuária utilizada proveio de um córrego que passa ao lado da área experimental, oriunda de bairros próximo ao Campus, captada por meio de um conjunto motobomba e armazenada em tonel de PVC (capacidade de 200 L); a água foi submetida a filtração (tela + areia) durante o bombeamento, no ponto de captação; as águas (abastecimento e residuárias) usadas no experimento foram analisadas quanto à qualidade química no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da UFCG, seguindo-se as metodologias propostas pela EMBRAPA (1997), cujos resultados se encontram na Tabela 2.

## CAPITULO III - Trabalhos realizados

### III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação da produção

A irrigação com os dois tipos de água foi realizada desde o semeio; inicialmente, aplicou-se um volume fixo de 10 mL duas vezes ao dia todos os dias; após o transplante a irrigação foi realizada buscando-se a manutenção da capacidade de campo e se aplicando diariamente, uma vez ao dia, o valor consumido (volume aplicado – volume drenado) + 5% de fração de lixiviação. Na fase de maturação fisiológica a irrigação foi suspensa oito dias antes da colheita.

Tabela 2. Caracterização química da água residuária (R) e de abastecimento (AB) utilizada na irrigação

Água	pH	CE(dS m <sup>-1</sup> )	P	K	N	Na	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	RAS
mg L <sup>-1</sup>													(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>
R	7,45	1,84	3,59	31,6	28,6	147,6	81,2	39,5	0,01	0,08	0,001	0,02	3,36
AB	7,5	0,38	nd	5,47	nd	35,6	20,0	15,8	nd	nd	nd	nd	1,45

nd – não determinado

O material de solo utilizado foi o neossolo regolítico tipo franco-arenoso, não salino e não sódico cujas características físicas e químicas se acham na Tabela 3. Essas análises foram realizadas antes do início do experimento no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG, segundo metodologia descrita pela EMBRAPA (1997).

O material de solo foi coletado da camada superficial (0 – 20 cm) nas imediações do distrito de São José da Mata, localizado no município de Campina Grande, PB, o qual foi secado ao ar, destorroado, homogenizado e peneirado, para então ser acondicionado nos vasos, os quais tinham a base perfurada e foram preenchidos com 200 g de brita nº 1, mais 8 kg de solo.

### CAPITULO III – Trabalhos realizados

#### III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação da produção

Tabela 3. Características físicas e químicas do material de solo utilizado no experimento

Característica	Unidade	Valor
<b>Granulometria</b>	%	
Areia		82,19
Silte		12,76
Argila		5,05
<b>Densidade</b>	$\text{kg dm}^{-3}$	
Aparente		1,66
Real		2,81
<b>Porosidade</b>	%	40,92
<b>Complexo sortivo</b>	Unidade	Valor
Cálcio	$\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	1,68
Magnésio	$\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	1,27
Sódio	$\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	0,06
Potássio	$\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	0,07
S	$\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	3,08
Hidrogênio	$\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	1,20
Alumínio	$\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	0,0
T	$\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$	4,28
Carbonato Cálcio Qualitativo	-	Ausente
Carbonato Orgânico	$\text{g kg}^{-1}$	2,0
Matéria Orgânica	$\text{g kg}^{-1}$	3,4
Nitrogênio	$\text{g kg}^{-1}$	0,2
Fósforo assimilável	$\text{mg kg}^{-1}$	8,8
pH H <sub>2</sub> O	-	6,12
CE	$\text{dS m}^{-1}$	0,16
<b>Extrato de saturação</b>		
Cálcio	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	2,1
Magnésio	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	1,9
Sódio	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	2,0
Potássio	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	0,2
Carbonato	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	0,0
Bicarbonato	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	2,8
Cloreto	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	2,8
Sulfato	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	Ausente
RAS	$(\text{mmol L}^{-1})0,5$	1,42
pH pasta saturação	-	5,6
CEes	$\text{dS m}^{-1}$	0,67

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação da produção**

---

Realizaram-se, em todos os vasos em fundação, as adubações químicas, de acordo com a recomendação proposta por Novais et al. (1991), utilizando-se as dosagens 300, 100, 150 e 40 mg kg<sup>-1</sup> de solo de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, N, K<sub>2</sub>O e S, respectivamente.

Os componentes de produção foram avaliados por ocasião da colheita das plantas, quando as mesmas se encontravam no estágio de maturação fisiológica (R9), segundo metodologia proposta Schneiter & Miller (1981), quais sejam: a) variáveis ligadas à produção de aquênios: Fitomassa Fresca dos Aquênios – FA; Número de Aquênios Viáveis – NAV; Números de Aquênios Não Viáveis – NANV; Porcentagem de Aquênios Não Viáveis % ANV; Diâmetro interno do Capitulo – DCap; b) variáveis relacionadas a produção de forragem: Fitomassa Fresca e Seca da Parte Aérea – FFPA e FSPA; Fitomassa Fresca e Seca das Raízes – FFR e FSR; Fitomassa Fresca e Seca do Caule – FFCaule e FSCaule; Fitomassa Fresca e Seca das Folhas – FFF e FSF; Número de Folhas – NF; Diâmetro do Caule – DCaule; e Comprimento de Raiz – CR. Além dessas variáveis se estudou, também, o Tempo do Plantio à Colheita – TPC.

As fitomassas foram determinadas através de estufas e balanças de precisão e os aquênios viáveis e não viáveis foram contados manualmente e separados utilizando-se o critério do peso, cor, sanidade e tamanho.

O DC foi medido a 5 cm da superfície do solo com um paquímetro digital; na contagem do NF, consideraram-se apenas as folhas maiores que 3 cm, saudáveis e com coloração verde (fotossinteticamente ativas). O comprimento da raiz foi mensurado após lavagem das raízes e, conseqüentemente, a eliminação do solo, utilizando-se régua.

A análise estatística compreendeu análises de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, para comparar os fatores qualitativos em 0,05 de

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação da produção**

---

probabilidade. Realizaram-se todas as análises através do programa estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2000).

**Resultados e Discussão**

Em uma análise inicial das variáveis ligadas à produção de aquênios, nota-se que os níveis de boro não afetaram significativamente as variáveis FA, NAV, NANV, %ANV, DCap e TPC, conforme pode ser constatado na Tabela 4, discordando dos resultados obtidos por Marchetti et al. (2001) para as mesmas variáveis, sob mesmas condições. Denota-se que tal resultado faz menção à existência de boro na água residuária ou no solo, em quantidades suficientes às necessidades nutricionais da cultura.

Dentro deste contexto, Sandri et al. (2006) afirmaram que o teor de boro máximo, considerando a água residuária, foi de 0,3 mg L<sup>-1</sup> sendo o limite máximo de boro na água de irrigação da Classe 1, de 0,5 mg L<sup>-1</sup>. A alta concentração de boro pode ser encontrada em efluente doméstico, normalmente entre 0,5 e 1,0 mg L<sup>-1</sup>, sendo atribuída ao uso de componentes à base de boro, em produtos de limpeza (KIRKHAM, 1986).

De acordo com Menezes e Silva (2008), os atributos químicos de um Neossolo Regolítico (0-20 cm) na região de Esperança, PB, que dista cerca de 30 km de Campina Grande, PB, cidade onde foi realizada a pesquisa apresentam, em termos de boro, aproximadamente 0,61 mg kg<sup>-1</sup>. As informações relativas à presença de boro na água residuária e no solo, corroboram com os resultados encontrados uma vez que os níveis deste micronutriente exigidos pela cultura são mínimos, e podem ser plenamente satisfeitos através da presença natural do boro no solo, ou do seu incremento, através da aplicação de águas residuárias. Observou-se, porém, durante as atividades experimentais, que todas as plantas



### CAPITULO III - Trabalhos realizados

#### III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação da produção

apresentaram, embora em pequena escala, necrose e queda de folhas mais velhas, sintomas típicos de toxidez por boro.

Tabela 4. Resumo da ANOVA e médias para Fitomassa dos Aquênios (FA), Número de Aquênios Viáveis (NAV), Número de Aquênios Não Viáveis (NANV), porcentagem de aquênios não viáveis (%ANV), Diâmetro do Capitulo – DCap e o Tempo do Plantio a Colheita (TPC), para os dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro na colheita do girassol – cv. EMBRAPA 122/V-2000

Causa de Variação	GL	Quadrado médio					
		FA <sup>1</sup>	NAV <sup>1</sup>	NANV <sup>1</sup>	%ANV <sup>2</sup>	DCap	TPC
Boro (B)	4	0,22 <sup>ns</sup>	1,88 <sup>ns</sup>	15,78 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	74,55 <sup>ns</sup>
Água (A)	1	0,80 <sup>ns</sup>	25,01 <sup>ns</sup>	18,09 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
Interação B x A	4	0,38 <sup>ns</sup>	9,54 <sup>ns</sup>	32,42 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	39,78 <sup>ns</sup>
Resíduo	20	0,50	6,24	24,45	0,06	1,04	70,80
CV		15,97	16,28	55,76	50,72	11,81	8,46

Dose de Boro (ppm)	Médias					
	(g)	Unidade	Unidade	(%)	(cm)	dias
0	4,46	15,84	9,69	53	8,39	100,83
1	4,13	15,47	10,65	59	8,59	104,83
2	4,44	15,86	9,37	48	8,78	97,33
3	4,66	14,99	8,17	46	8,67	95,83
4	4,49	14,56	6,43	38	8,69	98,33

Tipo de água						
Residuária	4,60	16,26	9,64	0,51	8,79	99,4
Abastecimento	4,27	14,43	8,09	0,47	8,46	99,47

<sup>\*</sup> e <sup>\*\*</sup> Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valores transformados em função da equação  $\sqrt{(X + 1)}$

<sup>2</sup> Os valores da variável %NANV foram transformados em valores decimais e transformados de acordo com Gomes (1987), pela função (arcoseno  $\sqrt{x}$ )

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação da produção**

---

Ainda em relação à Tabela 4, embora não tenha ocorrido efeito significativo das doses de boro para as variáveis TPC e FA, a dose de 3 ppm proporcionou o melhor resultado; já para a variável NANV, a dose 4 ppm e para NAV a dose 2 ppm apresentou melhor desempenho, concordando com os resultados encontrados por Bonacin et al. (2009) que testaram girassol em um planissolo sob doses de boro.

Com relação à %ANV, no que diz respeito às doses de boro e à irrigação com águas residuárias, não houve diferenças significativas; no entanto, as doses de 2 e 3 ppm mais irrigação com água residuária mostraram as melhores tendências, com relação à Fitomassa dos Aquênios, que apresentou uma massa de 1000 aquênios estimada em 54,33 g para a situação de dose 3 ppm combinada com água residuária.

Braz e Rossetto (2009), analisando o cultivo do girassol (EMBRAPA 122/ V-2000) em um planossolo, verificaram que a produção média de aquênios por planta foi de 940 unidades, enquanto no presente estudo as doses 1, 2 e 3 ppm apontaram produções médias de 513, 489 e 450 unidades de aquênio; no entanto, caso se compare a massa de 1000 aquênios estimada por Braz e Rossetto (2009), que foi de 53,66 g, os resultados serão similares aos encontrados no presente trabalho para a dose 3 ppm, interagindo com a água residuária.

Lobo e Grassi Filho (2007) verificaram maior produção de sementes nos tratamentos com águas residuárias em comparação com a adubação mineral e com a testemunha sem adubação, podendo ser utilizada alternativa para a substituição da adubação tradicional, sem prejuízos, em termos de rendimento, quando comparado com a adubação mineral.

Com relação ao Diâmetro do Capitulo – Dcap, Lobo et al. (2007) verificaram que os valores foram influenciados significativamente pela utilização da água residuária em plantas de girassol justificando, daí, o fato dos níveis de boro estudados não terem influenciado as

### CAPITULO III - Trabalhos realizados

#### III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação da produção

variáveis avaliadas no presente estudo, uma vez que o teor de boro na água residuária ou no solo pode suprir as necessidades da cultura.

Em relação às variáveis cujo interesse é a produção de forragem pode-se observar, na Tabela 5, que as variáveis FFPA, FSPA, FFCaule e FSCaule não foram influenciadas significativamente pelos tratamentos com boro; no entanto, mostraram-se estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ) para irrigação, com água residuária.

Tabela 5. Resumo da ANOVA e médias para Fitomassa Fresca e Seca da Parte Aérea (FFPA e FSPA), Fitomassa Fresca e Seca de Raiz (FFR e FSR) e Fitomassa Fresca e Seca do Caule (FFCaule e FSCaule) para os dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro na colheita do girassol – cv. EMBRAPA 122/V-2000

Causa de Variação	GL	Quadrado Médio					
		FFPA	FSPA	FFR <sup>1</sup>	FSR <sup>1</sup>	FFCaule	FSCaule
Boro (B)	4	863,35 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	2,29 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	41,46 <sup>ns</sup>	1,75 <sup>ns</sup>
Água (A)	1	8924,46**	140,53**	4,67 <sup>ns</sup>	2,09 <sup>ns</sup>	859,63**	12,61**
Inter B x A	4	617,80 <sup>ns</sup>	6,96 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	290,34 <sup>ns</sup>	3,13 <sup>ns</sup>
Resíduo	20	683,48	15,16	2,08	0,63	97,15	2,42
CV		18,72	17,33	38,12	33,56	17,35	14,62
		Médias					
Dose de Boro (ppm)		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
0		138,03	22,01	3,18	2,18	59,74	11,02
1		121,53	22,80	4,56	2,75	53,29	10,63
2		137,59	22,54	4,25	2,94	56,08	11,24
3		149,88	22,56	3,75	1,89	59,08	10,52
4		151,30	22,43	3,20	2,08	55,82	9,83
Tipo de Água							
Residuária		156,91a	24,63a	3,39	2,10	62,15a	11,29a
Abastecimento		122,42b	20,30b	4,18	2,63	51,45b	10,00b

\*, \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade

<sup>1</sup> Valores transformados em função da equação  $\sqrt{X + 1}$

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação da produção**

---

Em termos de rendimento da fitomassa fresca e seca da raiz – FFR e FSR, Tabela 5, os resultados do presente trabalho concordam com os valores obtidos por Marchetti et al. (2001), uma vez que não foram estatisticamente influenciados pelas doses de boro. Este fato, está atrelado, possivelmente, ao uso da água residuária na irrigação já que os resultados encontrados por Andrade et al. (2007), para a germinação e o crescimento do girassol (EMBRAPA 122/V-2000) irrigado com água residuária, foram significativos em termos de fitomassa fresca e seca radicular, em relação às plantas irrigadas com água de abastecimento, fato que corrobora com os resultados obtidos no presente trabalho.

Segundo Lucas Filho et al. (2002) a maior disponibilidade de nutrientes no solo com aplicação de águas residuárias, pode levar a um desenvolvimento melhor das plantas, com maior produção de matéria seca, fato este comprovado por Nobre et al. (2008) na avaliação do vigor do girassol irrigado com águas residuárias que concordam com os valores obtidos neste trabalho, uma vez que as variáveis FPPA, FSPA, FFCaule e FSCaule se mostraram significativas ( $p < 0,01$ ), indicando o incremento na produção de fitomassa para o fornecimento aos animais.

Na Tabela 6 é possível observar que as variáveis Fitomassa Fresca e Seca das Folhas – FFF e FSF e Número de Folhas – NF, apresentaram melhor desenvolvimento sob irrigação com água residuária ( $p < 0,01$ ) não obtendo, no entanto, significância estatística para os tratamentos nos quais se usou ácido bórico. As variáveis Diâmetro do Caule – DCaule e Comprimento da Raiz – CR, não foram afetadas por nenhum dos tratamentos aplicados. Entretanto, a influência do uso da água residuária é bastante evidenciada quando se compararam seus efeitos aos da água de abastecimento sob essas variáveis, que se mostraram significativas para o tipo de água na Tabela 6. Nota-se que os valores significativos ( $p < 0,01$ )

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação da produção**

foram maiores em todos os casos para as plantas irrigadas com águas residuárias, indicando que na ausência de adubação mineral os níveis de boro encontrados em um neossolo e presentes na água residuária de esgoto doméstico, conseguem suprir as necessidades nutricionais do girassol, com produção rentável (MENEZES E SILVA, 2008; SANDRI et al., 2006).

Tabela 6. Resumo da ANOVA e médias para Fitomassa Fresca e Seca das Folhas – FFF e FSF, Diâmetro do Caule (DCaule), Comprimento de Raiz (CR) e Número de Folhas para os dois tipos de água de irrigação e doses crescentes de boro na colheita do girassol – cv. EMBRAPA 122/V-2000

Causa de Variação	GL	Quadrado Médio				
		FFF	FSF	DCaule	CR <sup>1</sup>	NF <sup>1</sup>
Boro (B)	4	269,12 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>
Água (A)	1	1584,42 <sup>**</sup>	32,48 <sup>**</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>**</sup>
Interação B x A	4	50,49	0,36 <sup>ns</sup>	3,39 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
Resíduo	20	123,09	1,26	1,63	1,20	0,22
CV		52,59	20,02	11,85	22,08	11,68
Médias						
Dose de boro (ppm)		(g)	(g)	(mm)	(cm)	unidade
0		19,31	5,29	10,81	5,11	4,17
1		10,47	6,20	11,52	5,16	3,94
2		22,98	5,43	10,41	4,82	3,87
3		24,87	5,23	10,61	4,41	4,01
4		27,84	5,95	10,57	5,35	4,14
Tipo de Água						
Residuária		28,36a	6,66a	10,63	4,78	4,22a
Abastecimento		13,82b	4,58b	10,94	5,16	3,83b

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade

<sup>1</sup> Valores transformados em função da equação  $\sqrt{X + 1}$

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol:**  
**avaliação da produção**

---

Azevedo e Oliveira (2005), ressaltam a importância da utilização de águas residuárias domésticas para o fornecimento de nutrientes e aumento de produtividade das plantas. O reúso de água é uma alternativa viável e inúmeros são os benefícios provenientes de sua aplicação na agricultura; mencionam-se entre as vantagens do reúso: a possibilidade de substituição parcial de fertilizantes químicos com diminuição do impacto ambiental, em função da redução da contaminação dos cursos d'água; as plantas podem ser beneficiadas não apenas pela água mas, também, dentro de certos limites, pelos materiais dissolvidos no esgoto doméstico (como matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes) além da economia da quantidade de água direcionada, em grandes volumes, para a irrigação, que representa a maior demanda de água nas regiões secas (BERNARDI, 2003).

**Conclusões**

1. As variáveis Fitomassa Fresca e Seca da Parte Aérea (FFPA e FSPA), Fitomassa Fresca e Seca do Caule (FFCaule e FSCaule), Número de Folhas (NF) e Fitomassa Fresca e Seca das Folhas (FFF e FSF), não foram afetadas pelos tratamentos com boro; no entanto, sofreram influência positiva da aplicação de águas residuárias; as demais não sofreram efeitos quanto ao tipo de água ou doses de boro.
2. As doses de boro e tipos de água utilizados, não influenciaram significativamente no que diz respeito às variáveis ligadas à produção de aquênios; apesar disto, os tratamentos utilizados influenciaram significativamente as variáveis ligadas à produção de forragem;
3. O suprimento de água e boro para a cultura do girassol pode ser realizado, em parte, por meio da utilização de água residuária.

## CAPITULO III - Trabalhos realizados

### III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação da produção

---

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa e Tecnologia (CNPq), pela concessão de bolsa.

#### Referências

ALMEIDA, M.F.; de, TIESENHAUSEN, I.M.E.V.V.; AQUINO, L.H.; de,. Composição química e consumo voluntário das silagens de sorgo, em dois estágios de corte, girassol e milho para ruminantes. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 19, n. 3, p.315-321, 1995.

ANDRADE, L.O.; NOBRE, R.G.; SOARES, F.A.L.; GHEYI, R.H.; FIGUEIREDO, G.R.G. de; SILVA, L.A. da. Germinação e crescimento inicial de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L.) irrigadas com água residuária. **Educação Agrícola Superior**, v.22, n.2, p.48-50, 2007.

AZEVEDO, L. P. de; OLIVEIRA, E. L. de. Efeitos da aplicação de efluente de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação subsuperficial. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.253-263, 2005.

BANYS, V.L. et al. Consórcio milho-girassol: características agronômicas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, n.1, p.84-89, jan./mar. 1996.

BERNARDI, C.C. **Reúso da água para irrigação**. Monografia. MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada do Instituto Superior de Administração e Economia da Fundação Getúlio Vargas, Brasília, DF, Brasil. 63p. 2003. Disponível em <[http://www.integracao.gov.br/.../download.asp?.../reuso/Reuso\\_de\\_agua\\_irrigacao](http://www.integracao.gov.br/.../download.asp?.../reuso/Reuso_de_agua_irrigacao)> (Acesso em 29/08/2009).

BONACIN, G.A. et al. Características morfofisiológicas de sementes e produção de girassol em função de boro no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.13, n.2, p.111-116, 2009.

BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Estabelecimento de plântulas e desempenho de plantas em resposta ao vigor dos aquênios de girassol. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 1997-2003, 2009.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

## CAPITULO III – Trabalhos realizados

### III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação da produção

---

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; CLARK, R.B. Micronutrients in crop production. *Advances in Agronomy*, v.77, p.185-268, 2002.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONE, C.A. Factors affecting production of field crops In: **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: Marcel Dekker, 1997. cap. 2. p.11-59.

FERREIRA, P .V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 2.ed. Revisada e ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUN-DEPES, 2000. 437p.

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

KIRKHAM, M.B. Problems of using wastewater on vegetable crops. *HortScience*, Alexandria, v.21, n.1, p.24-7, 1986.

LAZARATO, J.; ROESSING A.C.; MELLO H.C. O agronegócio do girassol no mundo e no Brasil. In : LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 15-42.

LOBO, T. F.; GRASI FILHO, H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu – UNESP. **Revista Ciência Solo Nutrição Vegetal**. v. 7 n.3, p. 16-25, 2007.

LUCAS FILHO, M.; PEREIRA, M.G.; SILVA, D.A.; ANDRADE NETO, C.O.; MELO, H.N. de; SILVA, G.B. **Águas residuárias – alternativa de reuso na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.)**. In. SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6, 2002. Vitória, ES. Anais. v.1. 7p.

MARCHETTI, M.E.; MOTOMYA, W.R.; FABRICIO, A.C.; NOVELINO, J.O. Resposta do girassol (*Helianthus annuus* L.) a fontes e níveis de boro. *Acta Scientiarum*, v.23, n.5, p.1107-1110, 2001.

MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. da. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.3, p.251–257, 2008.

MORGADO, L.N.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B.; SANTANA, M.P. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras, MG. **Revista Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.6, p.1167-1177, 2002.

NOBRE, R.G. ; ANDRADE, L.O. de; SOARES, F.A.L.; GHEYI, R.H.; FIGUEIREDO, G.R.G. de; SILVA, L.A. da. Vigor do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes qualidades de água. **Educação Agrícola Superior**, v. 23, n.1, p. 58-60, 2008.



### CAPITULO III - Trabalhos realizados

#### III. 2. Influência de doses de boro e tipos de água no cultivo do girassol: avaliação da produção

---

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A.J.; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D.; LOURENCO, S. (eds.). Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Documentos 3. Embrapa - SEA, Brasília, 1991, p.189 - 253.

PATHAK, A.N.; SINGH, R.S. Effect of different concentrations of boron in irrigation water on sunflower. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, v.23, p.388-390, 1975.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Teores de nutrientes na alface irrigada com água residuária aplicada por sistemas de irrigação. *Eng. Agrícola, Jahoticahal*, v.26, n.1, p.45-57, 2006 .

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, Madison, v.21, p.901-903, 1981.

UNGARO, M.R.G. *Girassol (Helianthus annuus L.)*. Campinas: Instituto Agrônômico, Campinas, v.200, n.5, p.112-113, 1990.

VAN DER HOEK, W. et al. **Urban wastewater: a valuable resource for agriculture. A case study from Horoonahad, Pakistan.** Lanka: International Water Management Institute. 29 p. Research Report, 63, 2002.

## **CAPITULO III – TRABALHOS REALIZADOS**

---

### **III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra: avaliação do crescimento**

**Hydroponic the suuflower irrigation with brackish water: evalnation of growth**

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

**CULTIVO HIDROPÔNICO DO GIRASSOL IRRIGADO COM ÁGUA SALOBRA:**  
**AValiação DO CRESCIMENTO**

**Resumo** – O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta dicotiledônea anual que apresenta estágio de desenvolvimento vegetativo, dividido em duas fases: na de emergência e na de desenvolvimento de folhas verdadeiras. A análise do crescimento da cultura permite avaliar suas exigências e sensibilidades em cada etapa do seu ciclo, favorecendo a tomada de decisão durante o manejo agrícola. Dentro desta idéia o presente trabalho propôs estudar o crescimento do girassol (EMBRAPA 122/ V-2000) sob condições de cultivo hidropônico irrigado com água salobra; o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2 com três repetições, que englobaram cinco diferentes níveis de salinidade (1,7; 4,3; 5,0; 9,0 e 11,5 dSm<sup>-1</sup>) e dois manejos que representam a densidade de uma ou duas plantas por vaso. Concluiu-se que o manejo utilizado não apresentou grandes variações estatísticas recomendando-se portanto, a utilização de duas plantas por vaso; todas as variáveis estudadas foram influenciadas negativamente pela salinidade porém, os níveis de decréscimo são aceitáveis até 6 dSm<sup>-1</sup>, a partir do qual o decréscimo do crescimento é mais acentuado.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L., hidroponia, salinidade

**HYDROPONIC CULTIVATION OF SUNFLOWER IRRIGATED WITH BRACKISH**  
**WATER: EVALUATION OF GROWTH**

**Abstract** - The sunflower (*Helianthus annuus* L.) is a dicotyledon annual plant that has its development stage, divided into two phases, the emergency and the development of true leaves. The analysis of crop growth allows us to evaluate its needs and sensitivities at each stage of its

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

cycle, aiding decision-making during the agricultural management. With this idea the present study was aimed to study the growth of sunflower (EMBRAPA 122 / V-2000) under conditions of hydroponic cultivation irrigated with brackish water. The experimental design was completely randomized in a 5x2 factorial design with three replications, encompassed five different levels of salinity (1,7; 4,3; 5,0; 9,0 e 11,5 dSm<sup>-1</sup>) and two management representing the density of one or two plants per pot. The results permit conclude that management did not show large variations in statistics there by recommending the use of two plants in each pot; all variables were negatively impacted by salinity, however the decreases are acceptable up to 6 dSm<sup>-1</sup> from which the decrease in growth is more pronounced.

**Key words:** *Helianthus annuus* L., hydroponics, salinity

### **Introdução**

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta dicotiledônea anual, cultivada em todos os continentes, em uma área que atinge aproximadamente 18 milhões de hectares (EMBRAPA, 2002 e DALL AGNOL et al., 2005). Esta expansão se deve à ampla adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, visto que seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo (MORGADO et al., 2002) apresentando também características de rusticidade, resistência à seca, ao frio e ao calor (BALLA et al., 1997).

Trata-se de uma cultura com potencial de utilização no Brasil em projetos de inclusão social como integrante de sistemas de produção de grãos e biodiesel (Nobre et al. 2008), nos sistemas de rotação de culturas (Oliveira et al., 2004), forragem para alimentação animal (Banys

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

et al. 1996), como planta ornamental (Camilli et al., 2007), na obtenção de farinha panificável (SACHS et al., 2005), entre outros fins, como o incremento de atividades apícolas.

Entretanto, os cultivos agrícolas irrigados nas regiões áridas e semiáridas, entre eles o do girassol, são limitados pela escassez de recursos hídricos seja em quantidade como em qualidade, sobretudo no que diz respeito à presença de sais nesses recursos, causando restrições de uso para o consumo humano, animal e irrigação (MEDEIROS et al., 2003).

Várias alternativas têm sido levantadas pela comunidade científica, em referência à ampliação da oferta de recursos hídricos para a agricultura, as quais abrangem o reúso e a utilização de águas subterrâneas na agricultura; estudos têm sido desenvolvidos visando identificar os potenciais e os limites dessas alternativas, tanto do ponto de vista técnico quanto do ponto de vista da gestão desses recursos, num amplo debate que abarca desde as questões ambientais e econômicas, até as de cunho social e político.

Mesmo com grandes volumes hídricos subterrâneos disponíveis (ABAS, 2009), a utilização desses recursos esbarra na quantidade de sais solubilizados, que dificultam e/ou inviabilizam a irrigação.

Dentro deste contexto se propõe, através dos sistemas de cultivo hidropônico, equacionar fatores característicos do semiárido, como solos não férteis, pouco profundos e pedregosos somados, em alguns casos, à presença de água salobra utilizando preferencialmente, plantas com alto valor comercial e oferecendo ao produtor uma atividade atraente e possível; atraente pelo fato de permitir aos agricultores a manutenção da produção de subsistência e, ao mesmo tempo, desenvolver uma atividade agrícola rentável e possível, uma vez que, dado ao estado de saturação ao qual as plantas são submetidas, o potencial mátrico tende a ser nulo, fato que permite o uso de águas cada vez mais salinas.

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

Estudos realizados sobre a tolerância de várias espécies à salinidade em sistema hidropônico, têm demonstrado que, mediante manejo adequado do sistema, pode-se produzir comercialmente com água salina (Caruso e Villari, 2004; Savvas et al., 2007; Al-karaki et al., 2009).

Considerando esses fatores, objetivou-se avaliar os componentes de crescimento do girassol (variedade EMBRAPA 122/ V-2000) cultivado em sistema hidropônico, utilizando-se a fibra de coco como substrato e água salobra na irrigação.

**Material e Métodos**

As atividades experimentais foram desenvolvidas em ambiente protegido pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, vinculada ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB, no período de setembro a dezembro de 2009.

As coordenadas geográficas do ambiente experimental são 7°12'52" de latitude Sul, 35°54'24" de longitude Oeste e altitude média de 550 m. Segundo a classificação climática de Köppen, aplicada ao Brasil (Coelho & Soncin, 1982), o clima da cidade é do tipo CSa, que significa um clima mesotérmico, subúmido, com verão quente e seco (4 a 5 meses) e chuvas de outono a inverno.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação durante a pesquisa foram obtidos por uma miniestação HOBO® Temperature Data Logger modelo U12, com capacidade para realizar leituras a cada 3h, em que os dados médios mensais estão apresentados na Tabela I.

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

A variedade de girassol utilizada na pesquisa foi a Embrapa 122/V-2000, cujas sementes, fornecidas pela Embrapa Soja, escritório de Dourados, MS, foram semeadas diretamente no substrato em número de nove, apresentando percentual de germinação de 100%. Realizaram-se dois desbastes, um aos sete e outro aos quinze dias após o semeio (DAS), de modo que três plantas foram retiradas no primeiro desbaste e no segundo se estabeleceu o manejo utilizando-se a densidade de uma ou duas plantas por vaso para cada nível salino, constituindo três repetições.

Tabela 1. Médias mensais de temperatura e umidade relativa dentro da casa de vegetação

Meses	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
Setembro	21,23	88,92
Outubro	21,33	86,02
Novembro	24,46	72,00
Dezembro	24,87	76,14

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2 com três repetições, de modo que foram estudados cinco níveis de salinidade e dois manejos com densidade de uma planta - M1 e duas plantas - M2. Cada parcela experimental se compunha de um vaso com capacidade volumétrica equivalente a seis litros; cada vaso foi preenchido com 0,5 kg de brita na parte inferior, uma tela de nylon que fez a separação entre a brita e o substrato e, por fim 1,2 kg de fibra de coco (Figura 1).

O substrato utilizado foi à fibra de coco, Figura 2, oriunda do Sítio Canabrava, da cidade de Paraipaba, CE; as características físicas e químicas do substrato estão dispostas na Tabela 2.

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

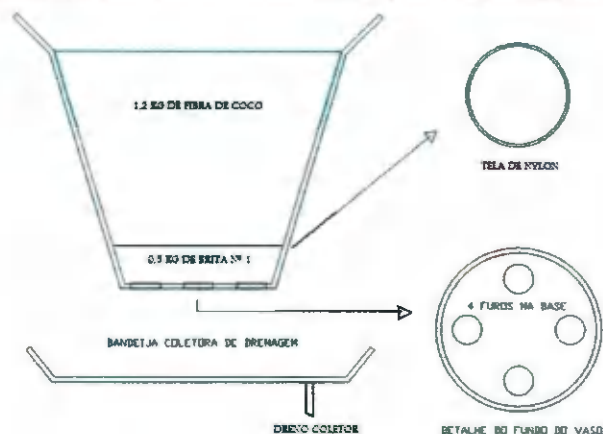


Figura 1. Esquema da unidade experimental



Figura 2. Substrato utilizado - fibra de coco

Tabela 2. Características físicas e químicas da fibra de coco (TAVARES, 2007)

Determinações	Valor
Densidade (material seco)	89 kg.m <sup>-3</sup>
Matéria Orgânica	98%
Porosidade Total	94%
Capacidade de Aeração (10 cm)	35%
Capacidade de Retenção de água	408 ml.L <sup>-1</sup>
Faixa de CE (1:2, v:v água)	0,8 – 1,0 dS.m <sup>-1</sup>
Faixa de pH (1:2, v:v água)	5,5 – 6,2

A curva característica de retenção de água deste substrato (Figura 3) foi determinada por Tavares (2005) para as tensões variando até 50 kPa. Primeiro ele adicionou a fibra de coco a três anéis de alumínio com volume e tara conhecidos, e obteve as unidades do substrato, quando



**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

saturado, e as diferentes umidades, quando submetidas a diversas tensões (1, 2, 4, 10, 30 e 50 kPa), no total de seis pontos; posteriormente, Tavares (2007) determinou a umidade, com base no peso seco (g de H<sub>2</sub>O.cm<sup>-3</sup> de substrato) para três amostras. As tensões utilizadas para a confecção da curva foram resultantes da média das três amostras para as seis tensões (TAVARES, 2007).

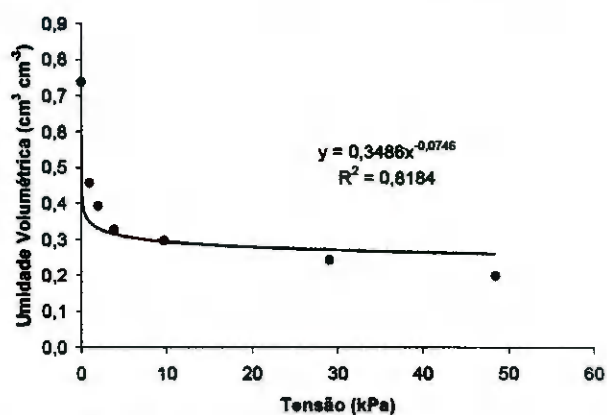


Figura 3. Curva característica da retenção de água da fibra de coco (TAVARES, 2007)

Os tratamentos salinos foram compostos de 50% da solução padrão proposta por Furlani et al. (1999) e 50% de água de abastecimento, mais adições crescentes de NaCl, resultando em uma condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva de 1,7 (testemunha); 4,3; 5,0; 9,0 e 11,5 dSm<sup>-1</sup>.

As características químicas da água de abastecimento e da solução padrão estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Característica da água de abastecimento

Água	pH	CEa dS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>				RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>
			K	Na	Ca	Mg	
Abastecimento	7,5	0,38	5,47	35,65	20,00	15,8	1,45

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

Tabela 4. Quantidade de sais utilizada no preparo da solução nutritiva (Furlani et al. 1999)

Sal ou fertilizante	g.1000L <sup>-1</sup>
Nitrato de cálcio hydro especial	750,0
Nitrato de potássio	500,0
Fosfato monoamônico (MAP)	150,0
Sulfato de magnésio	400,0
Sulfato de cobre	0,15
Sulfato de zinco	50,0
Sulfato de manganês	1,50
Ácido bórico	1,50
Molibdato de sódio (Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O), ou	0,15
Molibdato de amônio	0,15
Tenso-Fe (FeEDDHMA-6% Fe)	30,0

Na irrigação foi aplicado um volume inicial de solução nutritiva de 2 L por vaso, com reciclagem diária da solução nutritiva lixiviada às 8h, 12h e às 16h, ou seja, às 8h o volume de solução drenado para os coletores era mensurado, anotado e em seguida aplicado aos vasos; às 12 e às 16h, a solução era apenas reaplicada, finalizando a circulação diária; quando o volume drenado atingia o limite de 200 mL, isto é, as plantas consumiam 1,8 L, uma nova solução, também, com volume inicial de 2 L, era utilizada, descartando-se os 200 mL anteriores (Figura 4).



Figura 4. Processo de rega e reciclagem da solução nutritiva utilizada

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

As variáveis estudadas passaram a ser observadas a partir do 15º dia após o semeio (DAS), em intervalo de 10 dias; elas foram: Comprimento do Caule (CC), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF). A partir desses dados estudou-se a Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) do CC e DC e a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) do CC e DC.

O CC foi definido mensurando-se a distância entre o eolo da planta e a inserção da folha mais nova; já o DC foi medido a três centímetros do solo utilizando-se um paquímetro digital. Na contagem do NF foram consideradas as folhas maiores que três centímetros, que estavam saudáveis e com coloração verde (fotossinteticamente ativas). O cálculo da área foliar se baseou no modelo  $AF = 0,1328 C^{2,5569}$ , com  $R^2$  de 0,87, em que C é o comprimento da nervura central das folhas, proposto por Maidaner (2009).

Calcularam-se a Taxa de Crescimento Absoluto e a Taxa de Crescimento Relativo através da metodologia sugerida por Benincasa (2003), com as equações descritas a seguir:

Para a taxa de crescimento absoluto:

$$TCA = \frac{(P2 - P1)}{(T2 - T1)}$$

Assim como a taxa de crescimento relativo:

$$TCR = \frac{(\ln P2) - (\ln P1)}{T2 - T1}$$

em que:

$P_1, P_2$  – duas amostragens sucessivas

$T_1 - T_2$  – período entre duas amostragens sucessivas

A análise estatística compreendeu análises de variância (teste F) e se fez o teste de média (Tukey) para comparar os fatores qualitativos em 0,05 de probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2000).

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidrapônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

**Resultados e Discussão**

O manejo utilizado e a interação entre os tratamentos não apresentaram efeitos significativos em nenhuma das variáveis estudadas; no entanto, os níveis de salinidade afetaram significativamente ( $p < 0,01$ ) a variável número de folhas, em todas as datas de avaliação (15, 25, 35, 45, 55 e 65 DAS). Ressalta-se que as plantas foram avaliadas individualmente, e os resultados, expostos na Tabela 5, consideram a média por planta.

Tabela 5. Resumo da ANOVA e médias para Número de Folhas (NF) em diferentes datas do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

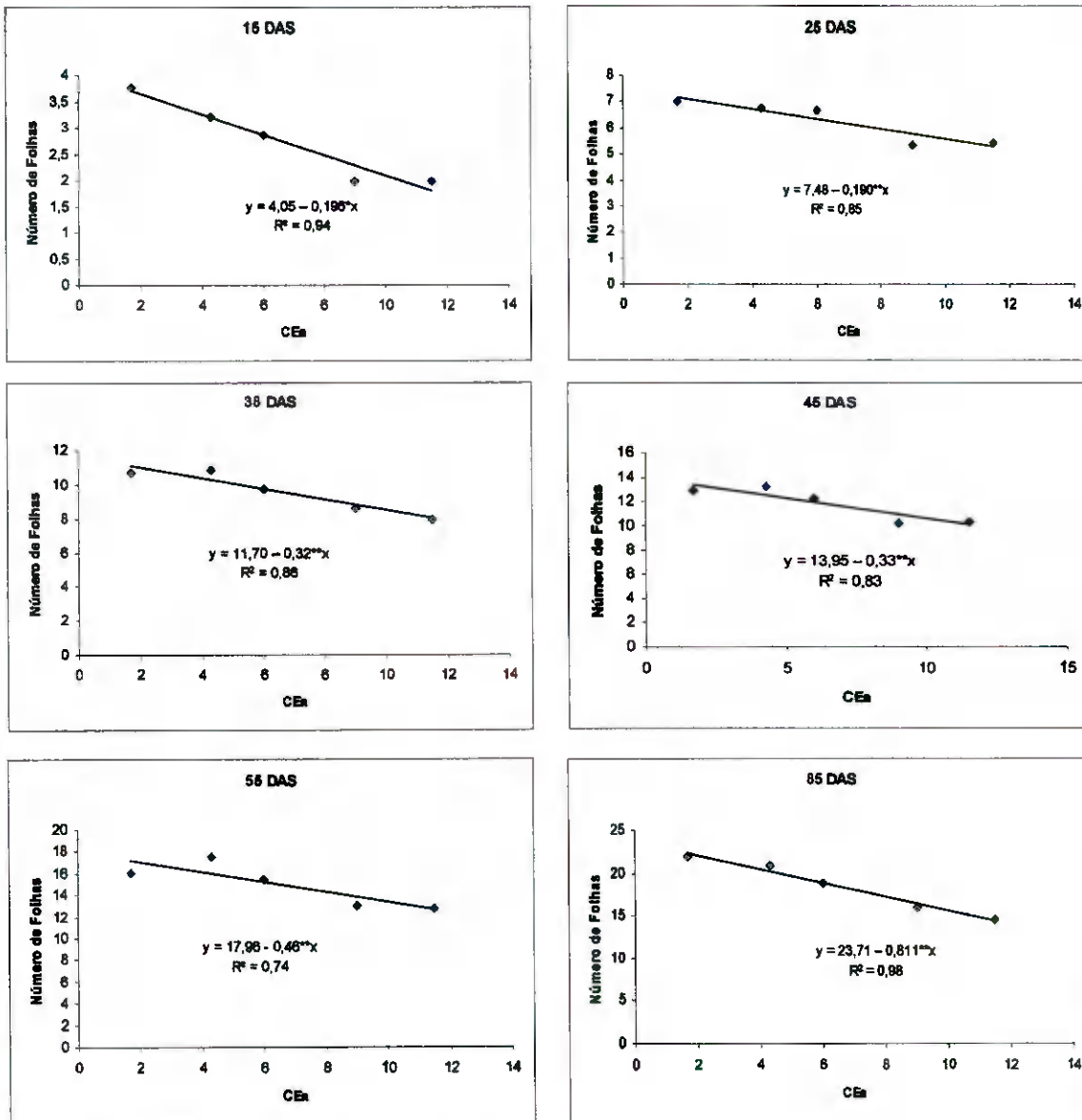
CAUSA DE VARIACÃO	GL	Quadrado Médio					
		15 DAS	25 DAS	35 DAS	45 DAS	55 DAS	65 DAS
Salinidade (S)	4	5,44*	5,63*	14,64**	18,05**	38,02**	89,61**
Reg. Linear	1	20,63*	19,31**	54,20**	59,68**	112,86**	351,63**
Reg. Quadrática	1	0,39 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	6,96 <sup>ns</sup>	0,16
Desvio Reg.	2	0,38	1,57	1,67	5,86	16,12 <sup>ns</sup>	3,32
Manejo (M)	1	1,11 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	1,87 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	15,21 <sup>ns</sup>
Interação S x M	4	0,22 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	1,87 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	2,40 <sup>ns</sup>
Residuo	18	0,62	1,26	2,07	3,39	6,89	5,53
CV (%)		28,54	17,99	14,96	15,64	17,53	12,76
		Médias - unidades					
Salinidade							
S1 - 1,7 dSm <sup>-1</sup>		3,77a	7,00a	10,77a	12,88a	16,11ab	22,00a
S2 - 4,3 dSm <sup>-1</sup>		3,22a	6,77ab	10,88a	13,22a	17,55a	20,88ab
S3 - 6,0 dSm <sup>-1</sup>		2,88ab	6,66ab	9,77ab	12,22ab	15,44ab	18,77bc
S4 - 9,0 dSm <sup>-1</sup>		2,00b	5,33b	8,66b	10,22b	13,00b	16,00cd
S5 - 11,5 dSm <sup>-1</sup>		2,00b	5,44b	8,00b	10,33b	12,77b	14,55d
Manejo							
1		3,00	6,13	9,60	12,06	15,20	19,26
2		2,66	6,13	9,63	11,63	14,86	18,03

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

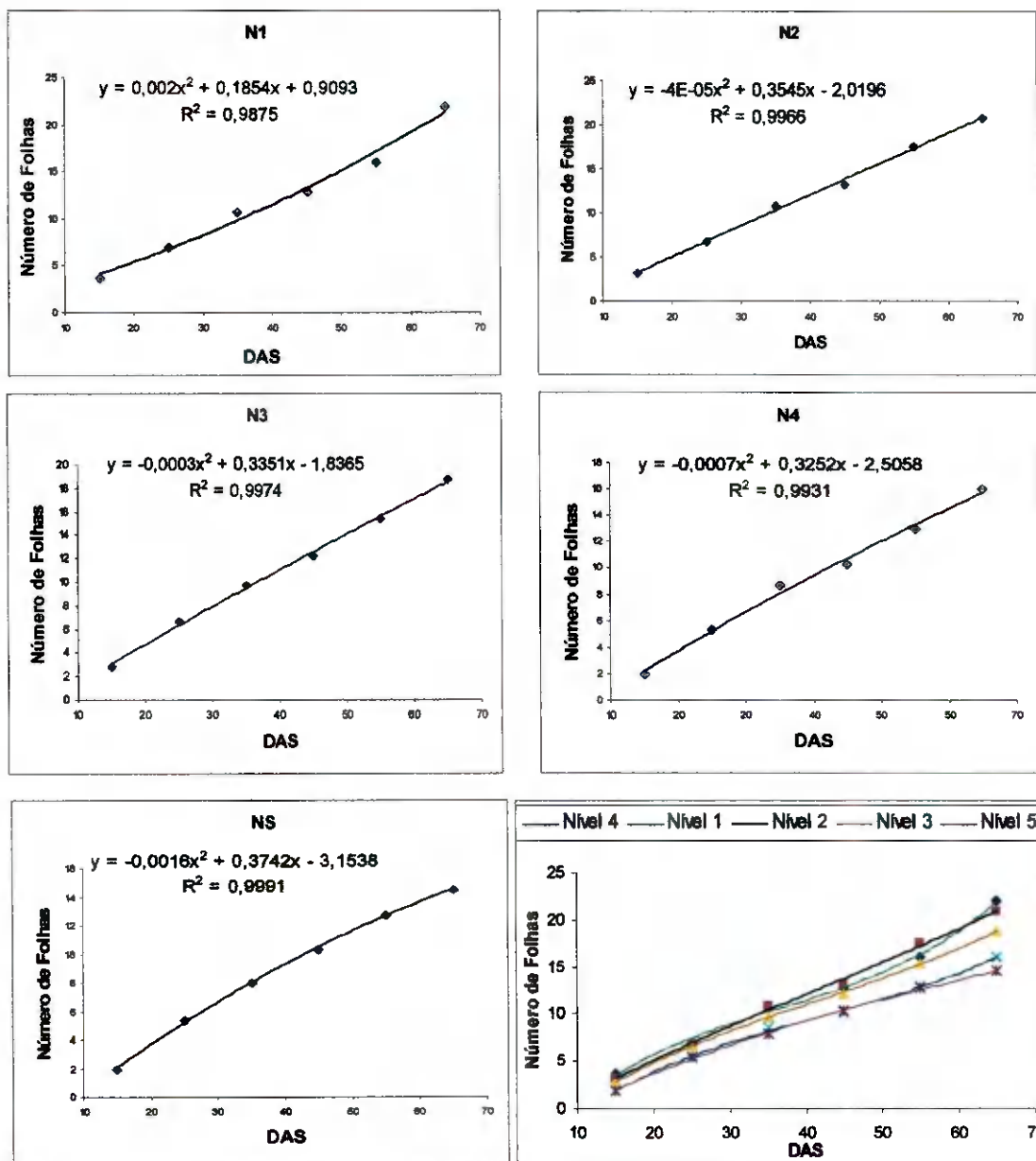
É possível perceber, através das equações presentes na Figura 5, que o decréscimo do NF por incremento unitário da CEa ( $\text{dSm}^{-1}$ ) corresponde 5,4%, 2,65%, 2,86%, 2,46%, 2,67% e 3,63% aos 15, 25, 35, 45, 55 e 65 DAS, respectivamente, ficando evidente o aumento da sensibilidade da cultura no início e no final do seu ciclo.



**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

Figura 5. Análise das médias relativas ao Número de Folhas (NF) para eada avaliação do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.

Na evolução do crescimento do NF, salvo para N1, nota-se que as curvas apresentam um ponto de máximo que é bastante afetado pela salinidade da solução, Figura 6.



**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

Figura 6. Análise da evolução do Número de Folhas (NF) para todas as avaliações correspondentes a cada nível de salinidade do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra.

Espécies e cultivares apresentam tolerância variável à salinidade e, dentro da mesma espécie ou cultivar a tolerância varia com o seu estágio fenológico, fazendo com que o manejo da irrigação seja específico para cada cultura (GURGEL et al., 2005) e dentro da mesma cultura específico para cada estágio fenológico, uma vez que, conforme se pode constatar no presente trabalho, a variação da sensibilidade ao efeito salino ocorre ao longo do ciclo.

Pedrosa et al. (2001), estudando o crescimento de gipsofila em hidroponia, concluíram que o número de folhas por planta foi crescente no decorrer de todo o ciclo. Neves et al. (2005), estudando o girassol (*Helianthus annuus* L. var. Sunbrighth) verificaram a diminuição do número de folhas nas últimas semanas de avaliação.

BONACIN (2002), estudando o crescimento de plantas, produção e características das sementes de girassol (*Helianthus annuus* L. var. Embrapa 122-V2000), observou a ocorrência de decréscimo do número de folhas verdes durante as avaliações, caracterizando a fase final da maturação com a senescência e a perda de folhas, concordando com os resultados obtidos por Neves et al. (2005) e com os do presente trabalho. Apesar disto, as reduções nos valores relativos à variável NF, as quais se refletem na suavidade das curvas de evolução presentes na Figura 4, indicam que a perda de folhas foi tênue, fato este correlacionado com o modelo proposto pelo cultivo hidropônico, no qual o potencial mátrico tende a ser zero, resumindo às forças de origem osmótica os obstáculos para a absorção da solução pelas plantas; aliado a este fator tem-se a alta frequência de irrigação, três vezes ao dia, em intervalos iguais de 4h, e o elevado poder de

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

absorção de água do substrato utilizado que, juntos, tornavam a concentração salina a mínima possível dentro dos níveis concebidos pela metodologia proposta.

A variável DC também foi afetada significativamente pelo tratamento salino, em todas as datas de avaliações realizadas, sendo o modelo de regressão linear satisfatório para análise de todas as avaliações, salvo para a primeira (15 DAS). Ressalta-se que os dados apresentados na Tabela 6 consideram a média por planta.

Tabela 6. Resumo da ANOVA e médias para Diâmetro de Caule (DC) em diferentes datas, do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	Quadrado Médio				
		15 DAS	25 DAS	35 DAS	45 DAS	55 DAS
Salinidade (S)	4	1,50**	5,13**	6,42**	16,38**	25,36**
Reg. Linear	1	5,97 <sup>ns</sup>	20,34**	25,22**	63,60**	97,85**
Reg. Quadrática	1	0,01 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	3,01 <sup>ns</sup>
Desvio Reg	2	0,01	0,08	0,21 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>
Manejo (M)	1	0,14 <sup>ns</sup>	1,10**	0,63 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
Interação S x M	4	0,08 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	2,19 <sup>ns</sup>	3,00 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	0,11	0,25	0,49	1,20	1,73
CV (%)		9,65	11,54	13,72	18,04	20,44
Médias - mm						
Salinidade						
S1 - 1,7 dSm <sup>-1</sup>		4,01a	5,37a	6,08a	7,76a	8,75a
S2 - 4,3 dSm <sup>-1</sup>		3,73a	4,75ab	5,79a	7,05ab	7,40ab
S3 - 6,0 dSm <sup>-1</sup>		3,63ab	4,56b	5,28ab	6,06bc	6,34bc
S4 - 9,0 dSm <sup>-1</sup>		3,26bc	3,83c	4,49bc	4,94c	5,06c
S5 - 11,5 dSm <sup>-1</sup>		2,97c	3,47c	4,09c	4,59c	4,68c
Manejo						
1		3,60	4,62a	5,31	6,08	6,43
2		3,48	4,29b	5,06	6,07	6,45

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade, Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade



**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

Pode-se observar, na Figura 7, através das equações, que os decréscimos no crescimento por incremento unitário da CEa para cada avaliação, foram: 2,61%, 3,65%, 3,38%, 4,53% e 5,06%, aos 25, 35, 45, 55 e 65 DAS, respectivamente.

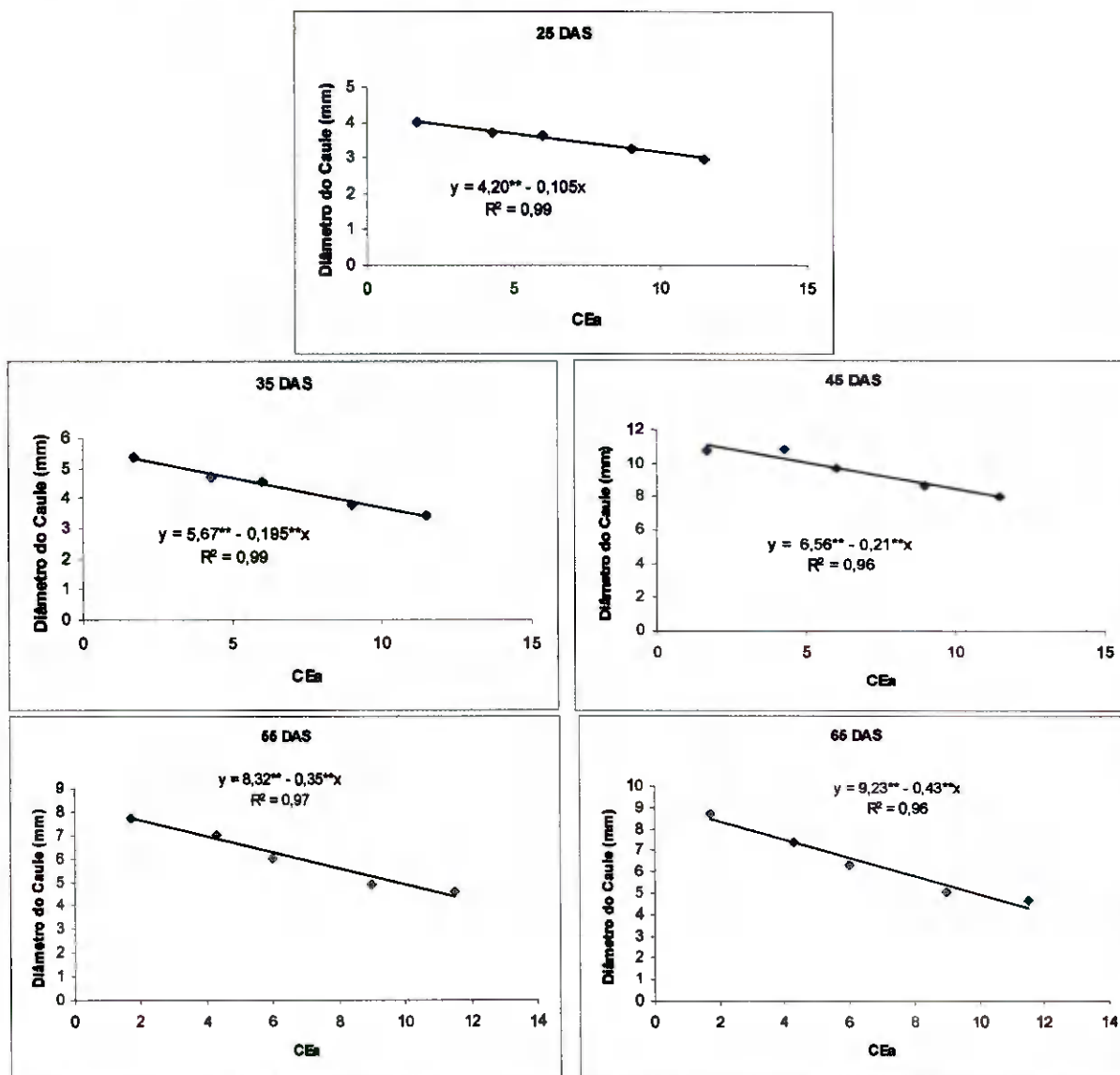


Figura 7. Análise das médias relativas ao Diâmetro de Canle (DC) para cada avaliação do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

### CAPITULO III - Trahaihos realizados

#### III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra: avaliação do crescimento

Fazendo-se uma correlação entre o decréscimo e os gráficos de evolução presentes na Figura 8 entende-se que, durante a fase fisiológica de crescimento e desenvolvimento, a cultura é mais sensível à salinidade.

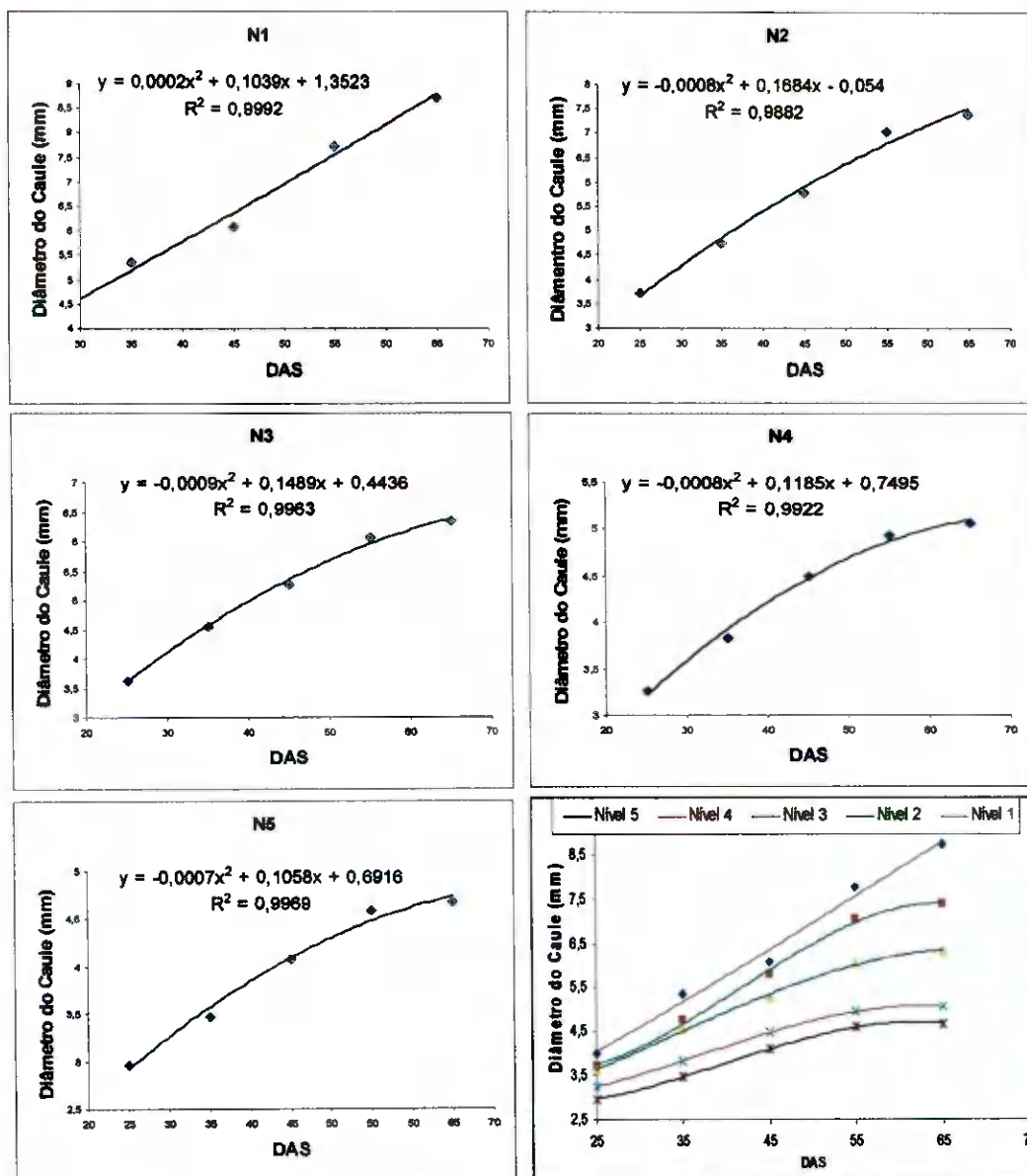


Figura 8. Análise da evolução do Diâmetro do Caule (DC) para todas as avaliações correspondentes a cada nível de salinidade do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

Ainda no que diz respeito à evolução do crescimento do DC, verifica-se que, salvo para o N1, a concavidade das equações é voltada para baixo, isto é, o valor de “a” da equação é menor que zero, apresentando um ponto de inflexão e de estabilidade no crescimento de modo que o decréscimo da concavidade é acentuado sempre que a concentração de sais é elevada.

Com relação ao CC, é possível verificar na Tabela 7, que os valores de médias por planta se mostraram significativos para todos os níveis salinos ( $p < 0,05$ ) e que o modelo da regressão linear foi suficiente para a análise dos dados a nível de 0,01 de probabilidade.

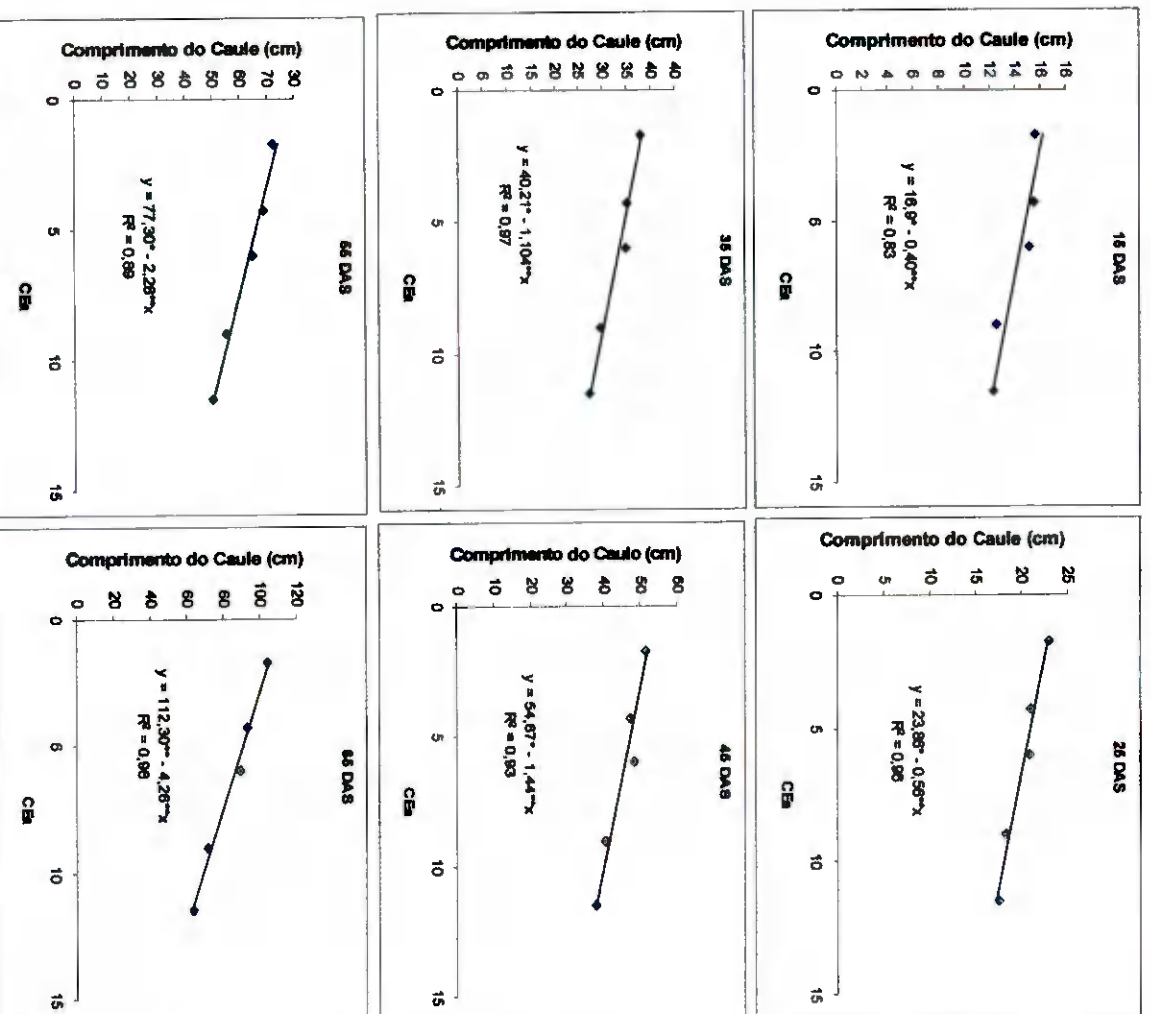
Tabela 7. Resumo da ANOVA e médias para Comprimento do Caule (CC) em diferentes datas do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000 cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

CAUSA DE VARIACÃO	GL	Quadrado Médio					
		15 DAS	25 DAS	35 DAS	45 DAS	55 DAS	65 DAS
Salinidade (S)	4	25,49*	44,35*	168,89*	298,35*	779,23*	2462,36**
Reg. Linear	1	84,77**	171,17**	652,48**	1108,56**	2781,65**	9715,23**
Reg. Quadrática	1	1,58 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	3,87 <sup>ns</sup>	7,55 <sup>ns</sup>	51,33 <sup>ns</sup>	15,47 <sup>ns</sup>
Desvio Reg	2	7,80 <sup>ns</sup>	2,76 <sup>ns</sup>	9,60 <sup>ns</sup>	38,64 <sup>ns</sup>	141,97	59,38 <sup>ns</sup>
Manejo (M)	1	6,08 <sup>ns</sup>	27,88 <sup>ns</sup>	50,47 <sup>ns</sup>	38,35 <sup>ns</sup>	20,58 <sup>ns</sup>	323,00 <sup>ns</sup>
Interação S x M	4	2,34 <sup>ns</sup>	2,94 <sup>ns</sup>	38,81 <sup>ns</sup>	117,24 <sup>ns</sup>	141,10 <sup>ns</sup>	161,75 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	5,02	7,03	22,60	63,67	115,17	80,85
CV (%)		15,67	13,15	14,39	17,60	17,18	10,63
Médias - cm							
Salinidade							
S1 - 1,7 dSm <sup>-1</sup>		15,71a	23,07a	37,91a	51,89a	72,72a	104,16a
S2 - 4,3 dSm <sup>-1</sup>		15,60a	21,02ab	35,25ab	47,36ab	64,83abc	93,38ab
S3 - 6,0 dSm <sup>-1</sup>		15,27ab	20,88ab	34,93ab	48,66ab	68,88ab	89,88b
S4 - 9,0 dSm <sup>-1</sup>		12,54b	18,27b	29,54bc	40,64b	55,62bc	72,00c
S5 - 11,5 dSm <sup>-1</sup>		12,40b	17,63b	27,51c	38,10b	50,32c	63,44c
Manejo							
1		14,82	21,29	34,53	46,64	63,43	88,36
2		14,04	19,62	32,28	44,68	62,00	82,68

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade, Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade

### CAPÍTULO III - Trabalhos realizados III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra: avaliação do crescimento

É possível verificar, através das equações presentes na Figura 9, que o decréscimo relativo ao CC por acréscimo unitário da CEA para cada dia de avaliação é: 2,46% aos 15 DAS; 2,42% aos 25 DAS; 2,88% aos 35 DAS; 2,75% aos 45 DAS; 3,10% aos 55 DAS e 4,05% aos 65 DAS. É perceptível o fato de que a maior sensibilidade aos efeitos da salinidade para esta variável ocorre durante o estado de maturação das plantas.



**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

Figura 9. Análise das médias relativas ao Comprimento do Caule (CC) para cada avaliação que se mostrou significativa, do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

Em condições salinas dá-se a redução da disponibilidade de água às plantas com redução do potencial total da água no solo. Assim, a salinidade provocará um gasto maior de energia para sua absorção da mesma (Leonardo et al., 2003); como consequência, as plantas desenvolvem mecanismos fisiológicos de adaptação, no sentido de reduzir a evapotranspiração.

Os efeitos imediatos da salinidade sobre as plantas podem ser resumidos em: seca fisiológica, provocada pela redução do potencial osmótico; desbalanço nutricional, devido à elevada concentração iônica e à inibição da absorção de outros cátions pelo sódio, e efeito tóxico dos íons sódio e cloreto (Jeffrey e Izquierdo, 1989).

A influência salina é bastante perceptível na evolução, Figura 10, das variáveis de crescimento, entre elas no CC, uma vez que afeta o balanço hormonal da planta alterando os processos naturais de crescimento, na busca da perpetuação da espécie; entretanto, a utilização de sistemas hidropônicos de cultivo e a metodologia utilizada no presente trabalho atenuaram os efeitos da salinidade sobre as variáveis de crescimento considerando-se, sobretudo, que as plantas não cresceriam sob os tratamentos salinos aqui utilizados em condições de cultivo com solo.

Assim como nas variáveis NF e DC, o N3 também se mostrou como ponto de inflexão nas curvas de evolução do CC presentes na Figura 10, a partir do qual os efeitos da salinidade se tornaram mais incidentes.

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

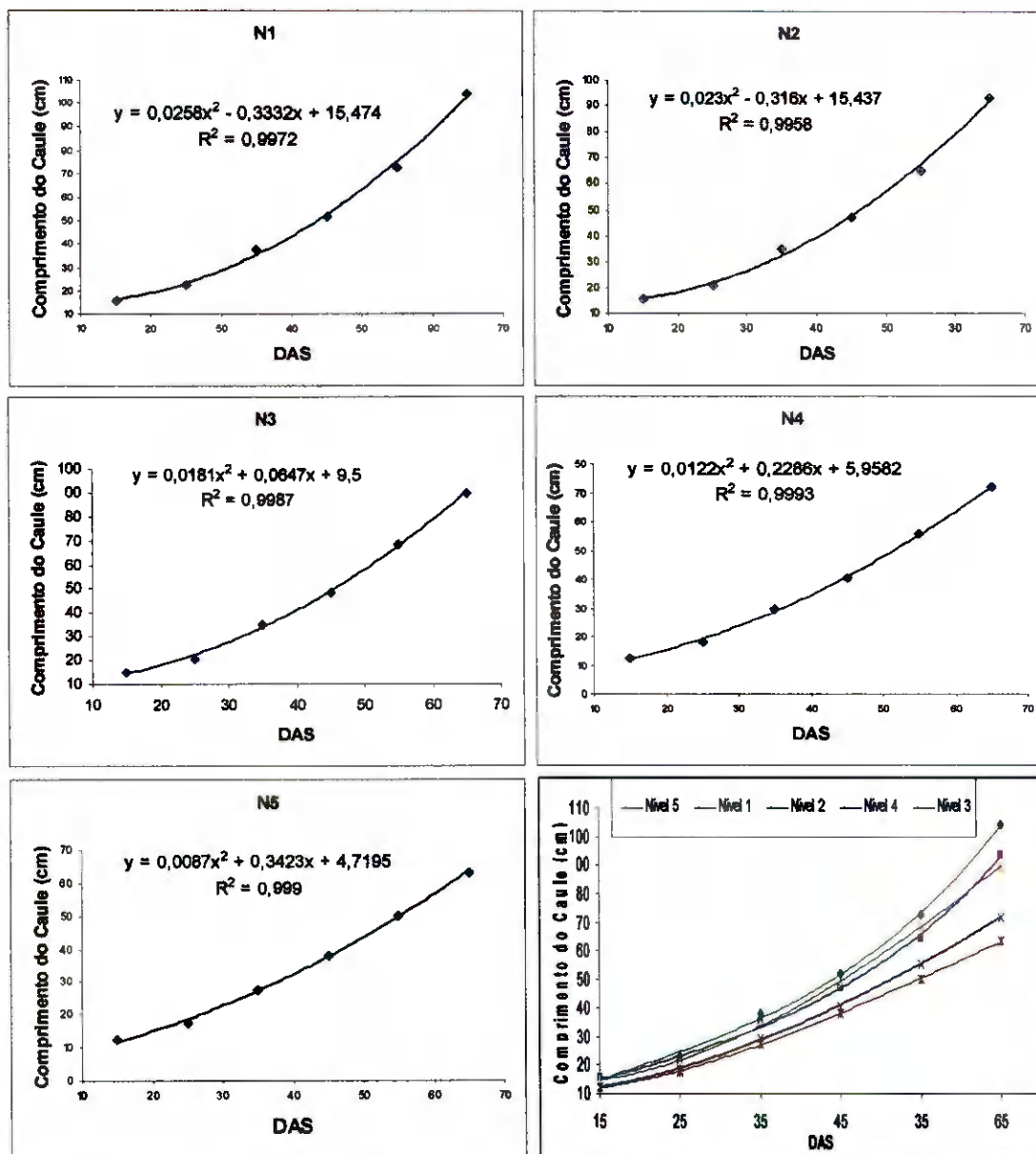


Figura 10. Análise da evolução do Comprimento do Caule (CC) para todas as avaliações correspondentes a cada nível de salinidade do girassol (variedade EMBRAPA I22/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

Em se tratando da AF, é possível observar, na Tabela 8, que o efeito salino sobre esta variável, considerando-se a média por planta, mostrou-se significativo a nível de 0,01 de

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

probabilidade e o modelo da regressão linear, satisfatório; buscando uma normalidade melhor dos dados, utilizou-se a transformação estatística  $(X+1)^{0,5}$ .

Tabela 8. Resumo da ANOVA e médias para Área Foliar (AF) em diferentes datas do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	Quadrado Médio			
		35 DAS	45 DAS	55 DAS	65 DAS
Salinidade (S)	4	42,59**	57,33**	169,61**	641,81**
Reg. Linear	1	168,33**	225,16**	635,05**	2334,69**
Reg. Quadrática	1	1,34 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	21,26 <sup>ns</sup>	221,06**
Desvio Reg	2	0,36	1,94 <sup>ns</sup>	11,07 <sup>ns</sup>	5,75 <sup>ns</sup>
Manejo (M)	1	3,32 <sup>ns</sup>	9,70 <sup>ns</sup>	5,42 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>
Interação S x M	4	3,18 <sup>ns</sup>	4,46 <sup>ns</sup>	9,84 <sup>ns</sup>	38,62 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	2,17	3,76	7,30	20,02
CV (%)		13,37	14,57	15,40	20,39
		Médias – cm <sup>2</sup>			
Salinidade					
S1 - 1,7 dSm <sup>-1</sup>		13,87a	16,34a	23,40a	34,81a
S2 - 4,3 dSm <sup>-1</sup>		12,38ab	15,21ab	20,59a	25,46b
S3 - 6,0 dSm <sup>-1</sup>		10,96bc	13,27bc	16,24b	19,68ab
S4 - 9,0 dSm <sup>-1</sup>		9,48cd	11,45cd	14,69b	16,01b
S5 - 11,5 dSm <sup>-1</sup>		8,45d	10,27d	12,86b	13,77b
Manejo					
1		11,41	13,97	18,05	22,13
2		10,83	12,98	17,31	21,85

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade. Dados transformados pela equação  $(X+1)^{0,5}$ .

Com base nas equações presentes na Figura II, obtiveram-se os valores relativos ao decréscimo da AF por incremento unitário da CEa os quais são: 6,75%, 4,08%, 6,55% e 3,95% aos 35, 45, 55 e 65 DAS, respectivamente. Percebe-se que, diferentemente das outras variáveis até então estudadas, o decréscimo máximo não aconteceu na última avaliação e que a fase

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

correspondente aos 35 DAS apresenta maior sensibilidade, tanto para a AF quanto para o NF, se comparado com os pontos vizinhos.

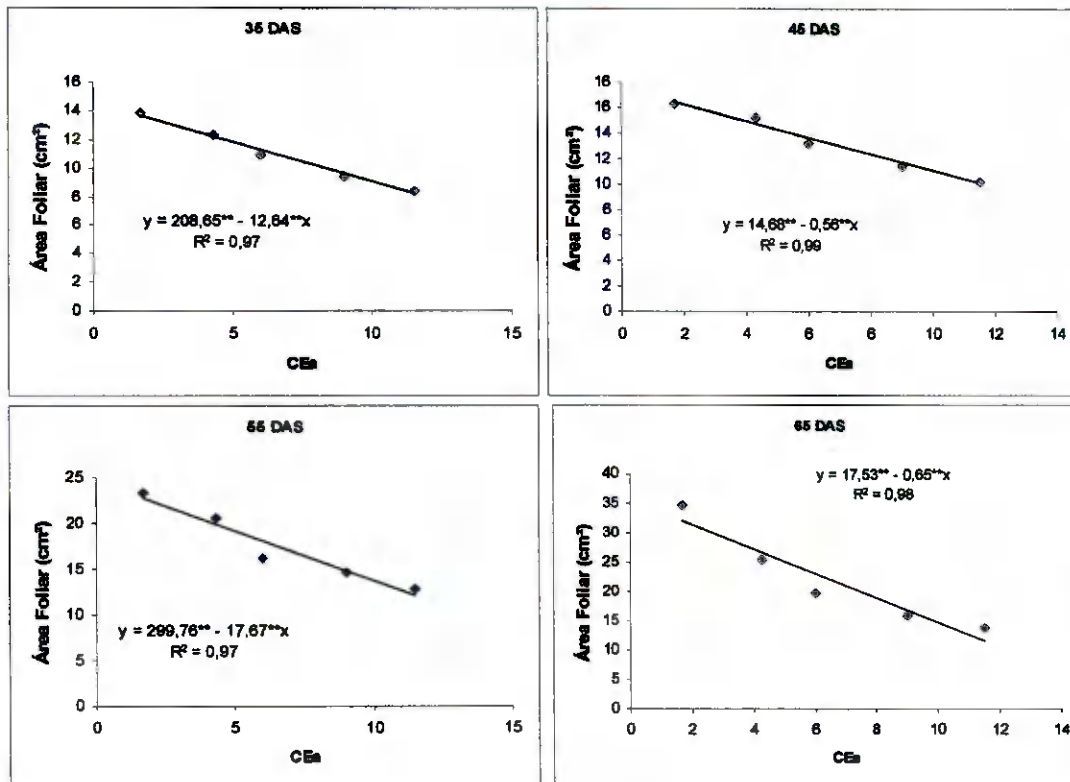


Figura 11. Análise das médias relativas à Área Foliar (AF) para cada avaliação do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

Ainda é possível concluir, com base na evolução da AF presente na Figura 12, que os efeitos salinos são mais sentidos pela área foliar durante a fase inicial de desenvolvimento e crescimento.



### CAPÍTULO III - Trabalhos realizados III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra: avaliação do crescimento

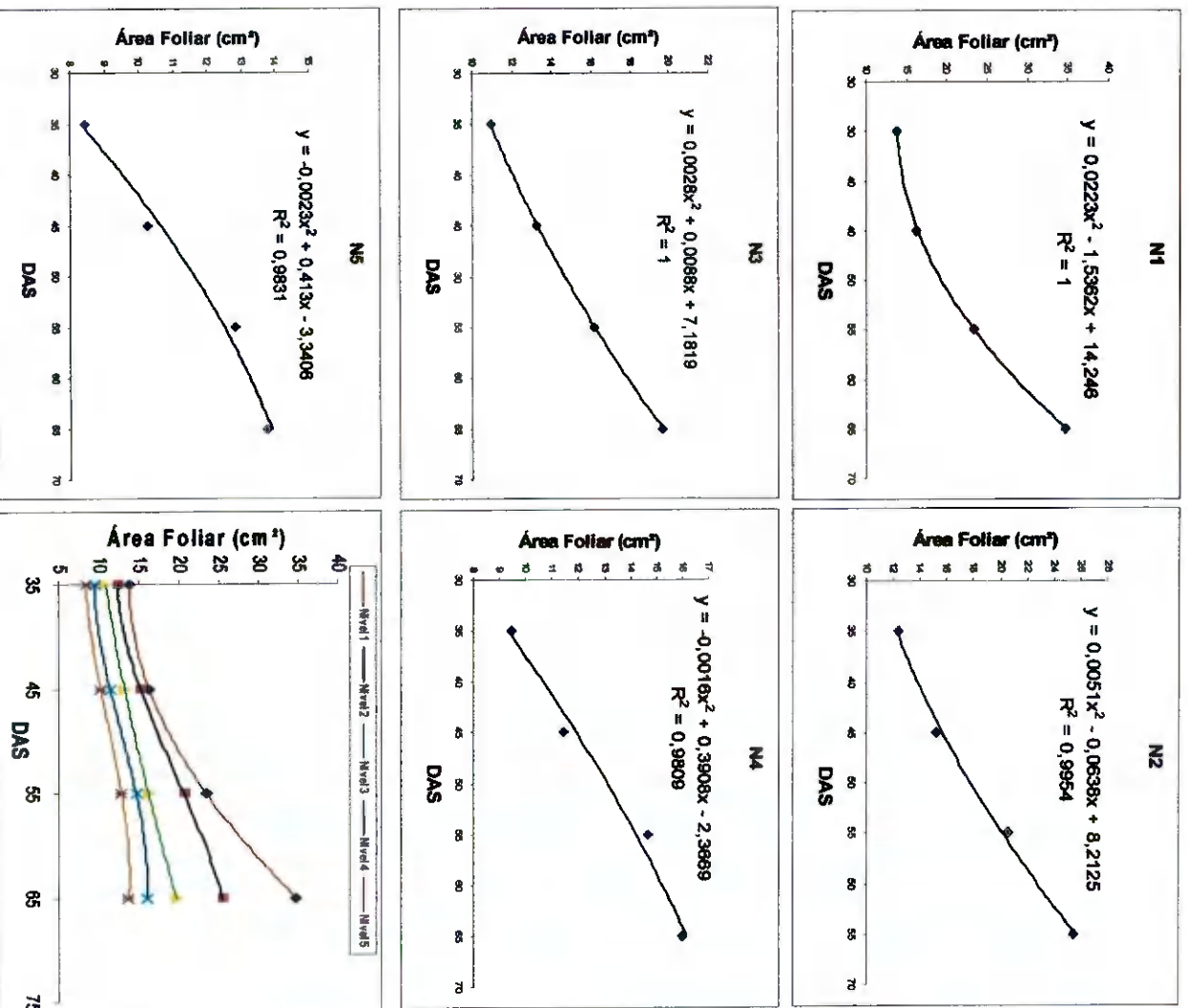


Figura 12. Análise da evolução da Área Foliar (AF) para todas as avaliações correspondentes a cada nível de salinidade do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidrapônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

Conforme verificado na Tabela 9, os valores da TCA – CC se mostraram significativos nas 2ª e 4ª semanas ( $p < 0,01$ ) e na 5ª semana ( $p < 0,05$ ); na 1ª e 3ª semanas ocorreu manutenção da taxa de crescimento. Os valores relativos ao manejo e à interação entre os tratamentos, não apresentaram significância estatística.

Tabela 9. Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Absoluto do Comprimento do Caule (TCA-CC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

CAUSA DE VARIÇÃO	GL	TCA (CC)				
		1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana
Salinidade (S)	4	0,011 <sup>ns</sup>	0,050**	0,020 <sup>ns</sup>	0,106**	0,392**
Reg. Linear	1	0,024 <sup>ns</sup>	0,187**	0,065 <sup>ns</sup>	0,337**	1,50*
Reg. Quadrática	1	0,006 <sup>ns</sup>	0,012 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,024 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Desvio Reg	2	0,007 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	0,032 <sup>ns</sup>	0,030 <sup>ns</sup>
Manejo (M)	1	0,014 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,166 <sup>ns</sup>
Interação S x M	4	0,006 <sup>ns</sup>	0,024 <sup>ns</sup>	0,046 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	0,009	0,014	0,029	0,019	0,061
CV (%)		7,57	7,88	11,65	8,48	14,02
cm/semana						
<b>Salinidade</b>						
S1 - 1,7 dSm <sup>-1</sup>		1,31	1,57a	1,53	1,74a	2,00a
S2 - 4,3 dSm <sup>-1</sup>		1,23	1,55ab	1,48	1,65ab	1,94ab
S3 - 6,0 dSm <sup>-1</sup>		1,24	1,54ab	1,52	1,73a	1,75abc
S4 - 9,0 dSm <sup>-1</sup>		1,25	1,45ab	1,44	1,57ab	1,61bc
S5 - 11,5 dSm <sup>-1</sup>		1,22	1,39b	1,42	1,48b	1,51c
<b>Manejo</b>						
1		1,28	1,51	1,48	1,63	1,85
2		1,24	1,50	1,48	1,64	1,72

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade. Dados transformados pela equação  $(X+1)^{0,5}$

De acordo com Benincasa (2003), a análise de crescimento permite avaliar o crescimento final da planta, como um todo, e a contribuição dos diferentes órgãos para o crescimento total. A partir dos dados de crescimento pode-se inferir atividade fisiológica, isto é,

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

estimar, de forma bastante precisa, as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes.

A TCA - DC, conforme a Tabela 10, mostrou-se significativa na 1ª semana de avaliação (25 DAS), havendo uma manutenção na taxa de crescimento na 2ª semana e a retomada do crescimento nas semanas seguintes; o modelo de regressão linear mostrou-se significativo a nível de 0,01 de probabilidade, apenas nas 1ª e 4ª semanas.

Tabela 10 - Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Absoluto do Diâmetro do Caule (TCA-DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	TCA (DC)			
		1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana
Salinidade (S)	4	0,002*	0,000 <sup>ns</sup>	0,005*	0,002**
Reg, Linear	1	0,009**	0,000 <sup>ns</sup>	0,018 <sup>ns</sup>	0,007**
Reg, Quadrática	1	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
Desvio Reg	2	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Manejo (M)	1	0,001 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Interação S x M	4	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	0,000	0,000	0,000	0,000
CV	(%)	1,83	1,70	2,96	1,82
mm/semana					
Salinidade					
S1 - 1,7 dSm <sup>-1</sup>		1,06a	1,04	1,07a	1,04a
S2 - 4,3 dSm-1		1,04ab	1,05	1,06ab	1,02ab
S3 - 6,0 dSm-1		1,04ab	1,03	1,03ab	1,01b
S4 - 9,0 dSm-1		1,02b	1,03	1,02b	1,00b
S5 - 11,5 dSm-1		1,02b	1,03	1,02b	1,00b
Manejo					
1		1,05	1,04	1,03	1,01
2		1,03	1,03	1,04	1,02

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade, Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade. Dados transformados pela equação (X+1)<sup>0,5</sup>

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

No presente estudo o efeito da salinidade na TCR – CC, conforme dados da Tabela 11, não se mostrou significativo em momento algum do ciclo da planta estudado, de modo que as médias apresentaram variações mínimas.

Tabela 11 – Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Relativo do Comprimento do Caule (TCR-CC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

CAUSA DE VARIÇÃO	GL	TCR (CC)				
		1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana
Salinidade (S)	4	0.000047ns	0.000026ns	0.000011ns	0.000021ns	0.000093ns
Reg. Linear	1	0.000002ns	0.000044ns	0.000000ns	0.000017ns	0.000288ns
Reg. Quadrática	1	0.000025ns	0.000058ns	0.000006ns	0.000020ns	0.000009ns
Desvio Reg	2	0.000080ns	0.000000ns	0.000020ns	0.000023ns	0.000038ns
Manejo (M)	1	0.000027ns	0.000013ns	0.000013ns	0.000022ns	0.000061ns
Interação S x M	4	0.000035ns	0.000037ns	0.000044ns	0.000012ns	0.000010ns
Resíduo	18	0.000053	0.000037	0.000041	0.000014	0.000038
CV	(%)	0.71	0.59	0.63	0.37	0.61
cm/semana						
Salinidade						
S1 - 1,7 dSm <sup>-1</sup>		1,019799	1,024144	1,015427	1,016517	1,018683
S2 - 4,3 dSm-l		1,014865	1,025233	1,014884	1,014884	1,018693
S3 - 6,0 dSm-l		1,015968	1,025764	1,017586	1,017617	1,013235
S4 - 9,0 dSm-l		1,019778	1,024146	1,014876	1,016525	1,013232
S5 - 11,5 dSm-l		1,016491	1,021392	1,015412	1,013792	1,012145
Manejo						
1		1,018481	1,023366	1,014881	1,014886	1,016847
2		1,016830	1,024521	1,016015	1,016357	1,014373

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns = Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade. Dados transformados pela equação  $(X+1)^{0.5}$

A TCR pode ser considerada um índice de eficiência uma vez que representa a capacidade da planta em produzir material novo, o que é visualizado pelo incremento em altura

**CAPITULO iii - Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

(ou perímetro) de um perfilho por altura (ou perímetro) já existente, em determinado intervalo de tempo (SANTOS et al., 2004) porém, no que diz respeito à TCR – DC, Tabela 12, o modelo de regressão linear mostrou-se satisfatório, apresentando significância a nível de 0,05 de probabilidade para as 1ª, 3ª e 4ª semanas estudadas, assim como ocorreu com a TCR – CC, as variações nas médias relativas à TCR – DC apresentaram variações mínimas.

Tabela 12 – Resumo da ANOVA e médias para Taxa de Crescimento Relativo do Diâmetro do Caule (TCR-DC) do girassol (variedade EMBRAPA 122/V-2000) cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

CAUSA DE VARIÇÃO	GL	TCR (DC)			
		1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana
Salinidade (S)	4	0.000065*	0.000008ns	0.000069ns	0.000027ns
Reg. Linear	1	0.000232*	0.000002ns	0.000240*	0,000101*
Reg. Quadrática	1	0.000001ns	0.000001ns	0.000035ns	0,000003ns
Desvio Reg	2	0.000013ns	0.000014ns	0.000ns	0.000002ns
Manejo (M)	1	0.000022ns	0.000001ns	0.000039ns	2.81884276E-0007ns
Interação S x M	4	0.000023ns	0.000022ns	0.000027ns	0.000013ns
Resíduo	18	0.000021	0.000014	0.000024	0.000009
CV	(%)	0.45	0.37	0.49	0.30
mm/semana					
Salinidade					
S1 - 1,7 dSm <sup>-1</sup>		1,013235	1,007191	1,011583	1,004979a
S2 - 4,3 dSm-1		1,012145	1,009394	1,008288	1,002771ab
S3 - 6,0 dSm-1		1,011043	1,007191	1,006636	1,002768ab
S4 - 9,0 dSm-1		1,007177	1,008296	1,004974	1,001108ab
S5 - 11,5 dSm-1		1,007742	1,008288	1,004982	1.000554b
Manejo					
1		1,011259	1,008291	1,005979	1,002324
2		1,009773	1,007962	1,007950	1,002492

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns = Não significativo a 5% de probabilidade, Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5 % de probabilidade. Dados transformados pela equação  $(X+1)^{0,5}$

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

A taxa de crescimento de plantas, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), é geneticamente controlada, de maneira que fatores que determinem diferentes taxas iniciais de crescimento terão efeito apenas durante a fase de crescimento exponencial das plantas, diminuindo de intensidade à medida em que as plantas crescem.

Para Larcher (2000), a manutenção da taxa de crescimento vegetativo em função da aceleração do crescimento produtivo ocorre pela canalização da energia e de materiais destinados à floração e frutificação que, por sua vez, se originam no processo fotossintético, na incorporação de substâncias minerais e na mobilização de reservas para formação e enchimento dos frutos.

As auxinas e as giberelinas são vistas como hormônios vegetais que promovem a divisão e o alongamento celular. Devido ao ácido abscísico (ABA) ser um potente antagonista da ação de ácido giberélico (GA), sugere-se que a taxa de crescimento da planta seria determinada pelo balanço entre o inibidor e o promotor de crescimento, ABA e GA, respectivamente (KENDE e ZEEVAART, 1997).

O estresse salino leva a um aumento na biossíntese de ABA (LEUNG e GIRAUDAT, 1998). Em plantas sob condições de estresse salino, um desbalanço hormonal, somado à entrada de íons na célula, poderia acarretar alterações nas vias de transdução de sinal e levar à ativação precoce de genes envolvidos na diferenciação celular.

Este fator corrobora com o resultado de efeito da salinidade e não significância da TCR relativos ao CC, uma vez que os fatores hormonais supracitados estimularam um crescimento proporcional, mesmo que em intensidades diferentes, resultando na não significância das variáveis comentadas.

Marcondes e Garcia (2009) sugerem que a síntese de lignina pode ser induzida em condições de estresse aumentando o espessamento dos vasos xilemáticos, o que poderia ser

**CAPÍTULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

causado pelo aumento na concentração de íons e pelo distúrbio na nutrição mineral, nas raízes, e pela redução no potencial hídrico do meio em que elas se encontram, quando o estresse salino é aplicado. Um aumento na espessura do vaso aumentaria sua resistência mecânica quando a planta tem de reduzir o potencial hídrico da raiz para nela manter a entrada de água.

Os valores obtidos no presente trabalho relativos às TCA e TCR – DC, corroboram com a afirmação de Marcondes e Garcia (2009), uma vez que foi possível observar significância na taxa de crescimento do caule, mesmo em condições de estresse salino.

#### **Conclusões**

1. O manejo utilizado não afetou negativamente qualquer variável, salvo o diâmetro do caule aos 25 DAS, indicando que o uso de duas plantas por vaso é mais viável;
2. Todas as variáveis estudadas foram afetadas negativamente pela salinidade; no entanto, os níveis de decréscimo foram aceitáveis até  $6 \text{ dSm}^{-1}$ , a partir dos quais o decréscimo do crescimento é mais acentuado;
3. Os sistemas hidropônicos no cultivo de girassol utilizando a fibra de coco como substrato, atuam como atenuadores dos efeitos salinos sobre as plantas.

#### **Referências**

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2003. Disponível em <[www.abas.org.br/](http://www.abas.org.br/)> Acesso em 15 de novembro de 2009.

AL-KARAKI, G.N.; OTHMAN, Y. Soilless cultivation of some medicinal and aromatic herb plants under the conditions of Arabian Gulf region. *Emir. J. Food Agric.* n.21 v.2, p.64-70, 2009.

BALLA, A., V. B. R. CASTIGLIONI e C. de CASTRO. Colheita do Girassol. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – CNPSo, Londrina. Documentos, 92. 25p. 1997.

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**iii.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

BANYS, V.L.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. von; FALCO, J.E et al. Consórcio milho-girassol: características agrônômicas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.20, n.1, p.84-89, jan./mar. 1996.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

BONACIN, G. A. **Crescimento de plantas, produção e características das sementes de girassol em função de doses de boro**. 2002. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

CAMILLI, L.; IKEJIRI, L.; KLEIN, J.; RODRIGUES, J. D.; BOARO, C. S. F. Produtividade e estimativa da eficiência de carboxilação in vivo da enzima rubisco em girassol ornamental cultivado em lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, p. 858-860, 2007.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CARUSO, G. VILLARI, G., Efeitos do nível da CE e sombreamento de plantas cultivadas em NFT - " Friariello pimenta ". *Acta Horticulturac*, n.659, v.2. p.577- 585, 2004.

COELHO, M.A.; SONCIN, N.B. **Geografia do Brasil**, São Paulo: Moderna, 1982, 368p.

DALLAGNOL, A.; VIEIRA, O.V. ; LEITE, M.R.V.B. de C. Origem e histórico do Girassol. In: \_\_\_\_\_, **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, v. 1, p. 1-12.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja – 2001: girassol e trigo**, Londrina: EMPRAPA SOJA, 2002, 51p, (Documentos, 199).

FERREIRA, P .V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 2.ed. Revisada e ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUN-DEPES, 2000. 437p.

FURLANI, P.R; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHESE, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52p. (Boletim Técnico, 180).

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T. de ; UYEDA, C. A.; FERNANDES, P. D.; ALMEIDA FILHO, F. D. de. Análise econômica do uso de água salina no cultivo de meloeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9, p. 258 – 262, 2005. Suplemento.

JEFFREY, W. D.; IZQUIERDO, J. **Frijol: fisiología del potencial del rendimiento y la tolerancia al estrés**. Santiago: FAO, 91p. 1989.



**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

KENDE, H.; ZEEVAART, J.A.D. The five “classical” plant hormones. **Plant Cell**, v.9, p.1197-1210, 1997.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LEONARDO, M.; BROETTO, F. BÔAS, R.L.V.; ALMEIDA, R.S.; MARCHESE, J.A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. **Revista Irriga**, v.12, n.1, 2007.

LEUNG, J.; GIRAUDAT, J. Abscisic acid signal transduction. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.49, p.199-222, 1998.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A.B.; LOOSE, L.H.; LUCAS, D.D.P.; GUSE, F.I.; BORTOLUZZI, M.P. Métodos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol, **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1356-1361, 2009.

MARCONDES, J.; GARCIA, A. B. Aspectos citomorfológicos do estresse salino em plântulas de arroz (*Oryza sativa* L.). **Arquivo Instituto de Biologia**, São Paulo, v.76, n.2, p.187-194, abr./jun., 2009.

MORGADO, L. N.; CARVALHO, C. F. ; SANTANA, M. P. ; SOUZA, B. Fauna de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol, *Helianthus annuus* L., **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n.6, p.1167-1177, 2002.

MEDEIROS, J.F.; LISBOA, R.A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M.J.; ALVES, L.P. Caracterização das águas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.4, p.469-472, 2003.

NEVES, M.B.; BUZETYTI, S.; CASTILHO, R.M.M. de.; BOARO, C.S.F. Desenvolvimento de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vasos, em dois substratos com solução nutritiva e em solo. **Cicutifica**, Jaboticabal, v.33, n.2, p. 127-133, 2005.

NOBRE, R. G.; ANDRADE, L. O.; SOARES, F. A. L. ; GHEYI, H. R.; FIGUEIREDO, G. R. G.; SILVA, L. A. da . Vigor do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes qualidades de água. **Educação Agrícola Superior**, v. 23, p. 58-60, 2008.

OLIVEIRA, M.F; VIEIRA, O.V; LEITE, R.M.V.B.C. **Extração de óleo de girassol utilizando-se miuiprensa**. Londrina: Embrapa, 2004. 27p.

PEDROSA, M. W.; BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. P.; CARDOSO, A. A. Avaliação do crescimento de *Gypsophila paniculata* L. em hidropônica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.7, n.1, p.49-56, 2001.

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**iii.3. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação do crescimento**

---

SACHS, L. G.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; SACHS, J. P. D.; FELINTO, A. S.; PORTUGAL, A. P. Farinha de girassol: II - efeito na qualidade do pão, In: **Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, V simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol**, p.261, 2005.

SAVVAS, D. E. ; CHATZIEUSTRATIOU, C ; PASCHALIDIS AND N. SIGRIMIS. **Impact of a progressive Na and Cl Accumulation in the root zone on pepper grown in a closed-cycle hydroponic system**. ISHS conference in Antalya Turkey, 2008.

TAVARES, A. C. S. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade para a cultura do pimentão (*Capsicum annuum*) utilizando medidores de íons da solução do substrato. Dissertação de mestrado, 101p. ESALQ, Piracicaba, 2005.

## **CAPITULO III – TRABALHOS REALIZADOS**

---

### **III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra: avaliação da produção**

### **Hydroponic cultivation of sunflower irrigated with brackish water: evaluation of production**

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

---

**CULTIVO HIDROPÔNICO DO GIRASSOL IRRIGADO COM ÁGUA  
SALOBRA: AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO**

**Resumo** – Os sistemas hidropônicos se têm constituído em uma das alternativas para equacionar os fatores naturais adversos à produção agropecuária presente nas regiões semiáridas do Brasil, como solos rasos, pedregosos e pouco férteis, além da escassez de recursos hídricos, em quantidade e qualidade (teores elevados de sais). Este trabalho buscou estudar os componentes de produção do girassol (variedade EMBRAPA 122/ V-2000) destinados à obtenção de óleo (aquênios) e forragem (fitomassa), cultivado em sistema hidropônico, utilizando-se a fibra de coco como substrato e irrigado com água salobra de diferentes salinidades. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, com três repetições, de modo que foram estudados cinco níveis de salinidade e dois manejos (densidade de uma planta - M1 ou duas plantas - M2 por vaso). As águas de irrigação foram compostas por 50% da solução padrão e 50% de água de abastecimento, com níveis crescentes de NaCl, resultando em uma condutividade elétrica da água (CEa), de 1,7; 4,3; 5,0; 9,0 e 11,5 dSm<sup>-1</sup>. Verificou-se que o manejo diferenciado das plantas de girassol não afetou a produção de aquênios nem de fitomassa, em termos da produção individual das plantas, indicando maior viabilidade na utilização de duas plantas por vaso; apesar disto e se considerando os tratamentos salinos, constatou-se que a produção de aquênios viáveis apresentou decréscimo de 6,94% e a fitomassa fresca e seca da parte aérea apresentaram um decréscimo por incremento unitário da salinidade da ordem de 8,05 e 6,04%, respectivamente.

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

---

**Palavras-chave:** fibra de coco. biocombustíveis. semiárido

**HYDROPONIC CULTIVATION OF SUNFLOWER IRRIGATED WITH  
BRACKISH WATER: MEASUREMENT OF OUTPUT**

**Abstract** - Hydroponic systems has been constituted as an alternative to consider the adverse natural factors to agricultural production in this semi-arid regions of Brazil, such as shallow soils, rocky and infertile, and the scarcity of water resources in quantity and quality (high content of salts ). This work studied the yield of sunflower (variety EMBRAPA 122 / V-2000) in order to get oil (achene) and grass (phytomass), grown hydroponically, using coconut fiber as substrate and irrigated with brackish water of different salinities. The experimental design was completely randomized in a 5x2 factorial design with three replications, so we studied five levels of salinity and two cropping systems (density of a plant - or two plants M1 - M2 per pot). The irrigation waters were composed of 50% of the standard solution, 50% water supply, with increasing levels of NaCl, resulting in an electric conductivity (EC w) of 1.7, 4.3, 5.0, 9.0 and 11.5  $\text{dSm}^{-1}$ . It appeared that the different management sunflower plants did not affect the production of grain and biomass production in terms of individual plants, indicating greater viability in using two plants per pot. However, considering the saline treatments, the production of viable achene decreased by 6.94% and the fresh and dry phytomass showed a decrease in unit increase in salinity of about 8.05 and 6.04% respectively.

**Key words:** coconut. biofuels. semiarid

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

---

**Introdução**

A escassez de recursos hídricos nas regiões áridas e semiáridas envolve aspectos quantitativos e qualitativos, principalmente no que diz respeito à presença de sais nesses recursos, causando restrições de uso para o consumo humano, animal e irrigação (MEDEIROS et al., 2003). Esta escassez afeta diretamente a produção agrícola e pecuária, uma vez que a produção de forragem passa a ser comprometida pela irregularidade e baixos índices pluviométricos, além dos altos níveis salinos das águas superficiais e subterrâneas, dificultando a irrigação das forrageiras e das pastagens.

Dentro deste contexto os sistemas de cultivo hidropônico se têm constituído em uma das alternativas que buscam equacionar problemas relativos a esses fatores, em virtude da tolerância das plantas à salinidade em sistemas hidropônicos ser maior em relação aos sistemas convencionais que utilizam solo, já que o efeito do potencial mátrico sobre o potencial total da água na hidroponia tende a ser zero, fato que reduz a dificuldade de absorção de água e nutrientes pelas plantas.

O aproveitamento de águas salobras em solução nutritiva para cultivo hidropônico do girassol, tem sido tema de estudos recentes, no sentido de se avaliar os usos mais rentáveis do cultivo desta cultura em tal sistema, dentro da perspectiva técnica, ambiental, social e de custos de produção.

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é usado como planta forrageira para alimentação animal, como planta melífera, ornamental, na produção de óleo para alimentação humana e biocombustíveis. De acordo com NOBRE et al. (2008), trata-se de uma cultura da qual se aproveitam todas as suas partes, apresentando alto valor comercial; para BANYS et al. (1996), apesar de ter sido introduzida no Brasil como

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

---

oleaginosa, a cultura do girassol tem sido estudada, também, como forrageira alternativa; segundo RAMOS (1996), sua silagem é de elevado valor nutritivo (30% de matéria seca, 11,7% de proteína bruta e 4,993 Kcal de energia bruta) além de bem aceita pelos animais.

O óleo do girassol pode ser usado como biocombustível ou biodiesel, óleo de BVO (baixo volume oleoso), utilizado em aeronaves, óleo de UBVO (ultrabaixo volume oleoso), também usado em aeronaves, e óleo comestível, já que possui potencial de 40 a 55% de óleo, dependendo do híbrido e das condições ambientais (GRANDO, 2005).

De acordo com CORRÊA et al. (2009) a autorização do uso de misturas com 2% de biodiesel (B2) pelo governo federal brasileiro é o passo inicial para reduzir o uso de óleo diesel e desencadear ações de pesquisa sobre óleos vegetais, principalmente de matérias-primas, como girassol e outras oleaginosas, para a produção de biodiesel.

Considerando esses fatores objetivou-se avaliar os efeitos da utilização da solução nutritiva preparada com água salobra sob os componentes de produção do girassol, destinados à produção de óleo (aquênios) e forrageira (fítomassa), cultivado em sistema hidropônico utilizando-se a fibra de coco como substrato.

#### **Material e métodos**

O trabalho foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2009, em ambiente protegido, situado no Campus I da Universidade Federal de Campina Grande, município de Carapina Grande, PB. Cada parcela experimental foi composta de um vaso com capacidade volumétrica equivalente a seis litros; cada um foi preenchido com

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hldropônico do girassol irrigado com água saiohra:**  
**avaiiação da produção**

---

0,5 kg de brita na parte inferior; uma tela de nylon fez a separação entre a brita e o substrato e, por fim, 1,2 kg de substrato.

Neste trabalho foi utilizada a fibra de coco como substrato, uma vez que possui textura variável que influencia muito na relação de equilíbrio entre o conteúdo de ar e de água, tão essencial para o eultivo das plantas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2 com três repetições, de modo que foram estudados cinco níveis de salinidade e dois manejos (densidades) uma planta - M1 e duas plantas - M2 por vaso.

Os aquênios foram semeados diretamente no substrato em número de nove, apresentando 100% de germinação, favorecendo a realização de dois desbastes, aos 7 e aos 14 dias após a semeadura (DAS), estabelecendo-se a densidade (manejo) de uma ou duas plantas por vaso para cada nível salino.

A água de irrigação foi composta de 50% de água de abastecimento (Tabela 1) e 50% da solução padrão (FURLANI, 1999), cujas características químicas estão descritas na Tabela 2, mais adições crescentes de NaCl, resultando em uma condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva de 1,7 (testemunha); 4,3; 6,0; 9,0 e 11,5 dSm<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Característica da água de abastecimento utilizada no preparo da solução nutritiva padrão

Água	pH	CEa dS m <sup>-1</sup>	K	Na	Ca	Mg	RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>
Abastecimento	7,5	0,38	5,47	35,65	20,00	15,8	1,45



**CAPÍTULO III - Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

Tabela 2. Quantidade de sais utilizada no preparo da solução nutritiva (Furlani et al., 1999)

Sai ou fertilizante	g.1000L <sup>-1</sup>
Nitrato de cálcio hidroespecial	750,0
Nitrato de potássio	500,0
Fosfato monoamônico (MAP)	150,0
Sulfato de magnésio	400,0
Sulfato de cobre	0,15
Sulfato de zinco	50,0
Sulfato de manganês	1,50
Ácido bórico	1,50
Molibdato de sódio (Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O), ou	0,15
Molibdato de amônio	0,15
Tenso-Fe (FeEDDHMA-6% Fe.) ou	30,0

Na irrigação aplicou-se um volume inicial de solução nutritiva de 2 L por vaso com reciclagem diária da solução nutritiva lixiviada às 8h, 12h e às 16h, ou seja, às 8h o volume de solução drenado para os coletores era mensurado e anotado e em seguida aplicado aos vasos; às 12 e às 16h, a solução era apenas reaplicada, finalizando a circulação diária. Quando o volume drenado atingia o limite de 200 mL, isto é, as plantas consumira 1,8 L, uma nova solução, também com volume inicial de 2 L, era utilizada, descartando-se os 200 mL anteriores (Figura 1).



Figura 1. Processo de rega e reciclagem da solução nutritiva utilizada

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

---

Os componentes de produção foram avaliados por ocasião da colheita das plantas, quando elas se encontravam no estágio de maturação fisiológica (R9), segundo metodologia proposta por SCHNEITER & MILLER (1981). As variáveis analisadas relacionadas à produção de aquênios foram: fitomassa fresca do capítulo – FFCap, fitomassa fresca dos aquênios – FFA, número de aquênios viáveis – NAV, número de aquênios não viáveis – NANV e diâmetro do capítulo – DCAP. As variáveis relacionadas à produção de fitomassa foram: fitomassa fresca e seca da parte aérea – FFPA e FSPA, fitomassa fresca e seca do caule – FFCaule e FSCaule, fitomassa fresca e seca das folhas – FFF e FSF. Também se analisou o tempo do semeio à colheita da planta.

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparados pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. Buscando-se uma normalidade melhor dos dados, utilizou-se a transformação estatística  $(X+1)^{0.5}$  para todas as variáveis.

#### **Resultados e discussão**

O manejo utilizado não apresentou efeitos significativos do ponto de vista estatístico, em nenhuma das variáveis estudadas; no entanto, os tratamentos salinos testados sinalizaram valores significativos ( $p > 0,01$ ), tanto para os componentes de produção ligados à obtenção de forragem (fitomassa), Tabela 3, quanto os ligados à obtenção de óleo (aquênios), Tabela 4. Ressalta-se que os valores apresentados se referem a média por planta.

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

Tabela 3. Resumo da ANOVA (transformação  $(X+1)^{0,5}$ ) e médias para Fitomassa Fresca e Seca da Parte Aérea (FFPA e FSPA), Fitomassa Fresca e Seca do Caule (FFCaule e FSCaule) e Fitomassa Fresca e Seca das Folhas (FFF e FSF) do girassol cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

CAUSA DE VARIACÃO	GL	Quadrado Médio					
		FFPA	FSPA	FFCaule	FSCaule	FFF	FSF
Salinidade (S)	4	100,09**	8,55**	46,57**	3,50**	10,835*	2,05**
R. Linear	1	368,93**	0,000**	171,87**	12,13**	0,156**	7,31**
R. Quadrática	1	30,49*	30,77**	13,43*	1,72*	0,000 <sup>ns</sup>	0,87*
Desvio Reg	2	0,48 <sup>ns</sup>	3,32*	0,49 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,048 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Manejo (M)	1	0,22 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,167 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,315 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>
S x M	4	2,26 <sup>ns</sup>	0,306 <sup>ns</sup>	1,276 <sup>ns</sup>	0,259 <sup>ns</sup>	0,156 <sup>ns</sup>	0,190 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	2,60	0,407	1,34	0,187	0,536	0,104
CV	%	25,00	21,39	24,38	19,74	29,33	17,63
Médias							
Salinidade		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
1,7 dSm <sup>-1</sup>		11,39	4,50	8,14	3,20	3,92	2,58
4,3 dSm <sup>-1</sup>		7,92	3,32	5,64	2,32	3,39	1,97
6,0 dSm <sup>-1</sup>		5,99	2,74	4,62	2,03	2,08	1,73
9,0 dSm <sup>-1</sup>		3,61	2,29	2,75	1,77	1,64	1,49
11,5 dSm <sup>-1</sup>		3,35	2,05	2,64	1,62	1,46	1,39
Manejo							
1		6,55	2,99	4,84	2,19	2,61	1,81
2		6,40	2,98	4,72	2,18	2,43	1,84

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade

Em uma análise dos componentes de produção do girassol destinados a forragem (fitomassa), notou-se que as variáveis fitomassa fresca e seca da parte aérea apresentaram decréscimo por incremento unitário da salinidade, da ordem de 8,05 e 6,04% respectivamente (Figura 2a e 2b); as variáveis fitomassa fresca e seca do caule indicaram um decréscimo de 7,62 e 5,15%, respectivamente (Figura 2c e 2d) e as variáveis fitomassa fresca e seca das folhas, 7,14 e 5,02%, respectivamente (Figura 2e e

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

---

2f) esses valores de decréscimo foram obtidos das equações de regressão geradas para cada variável e expostas na Figura 2.

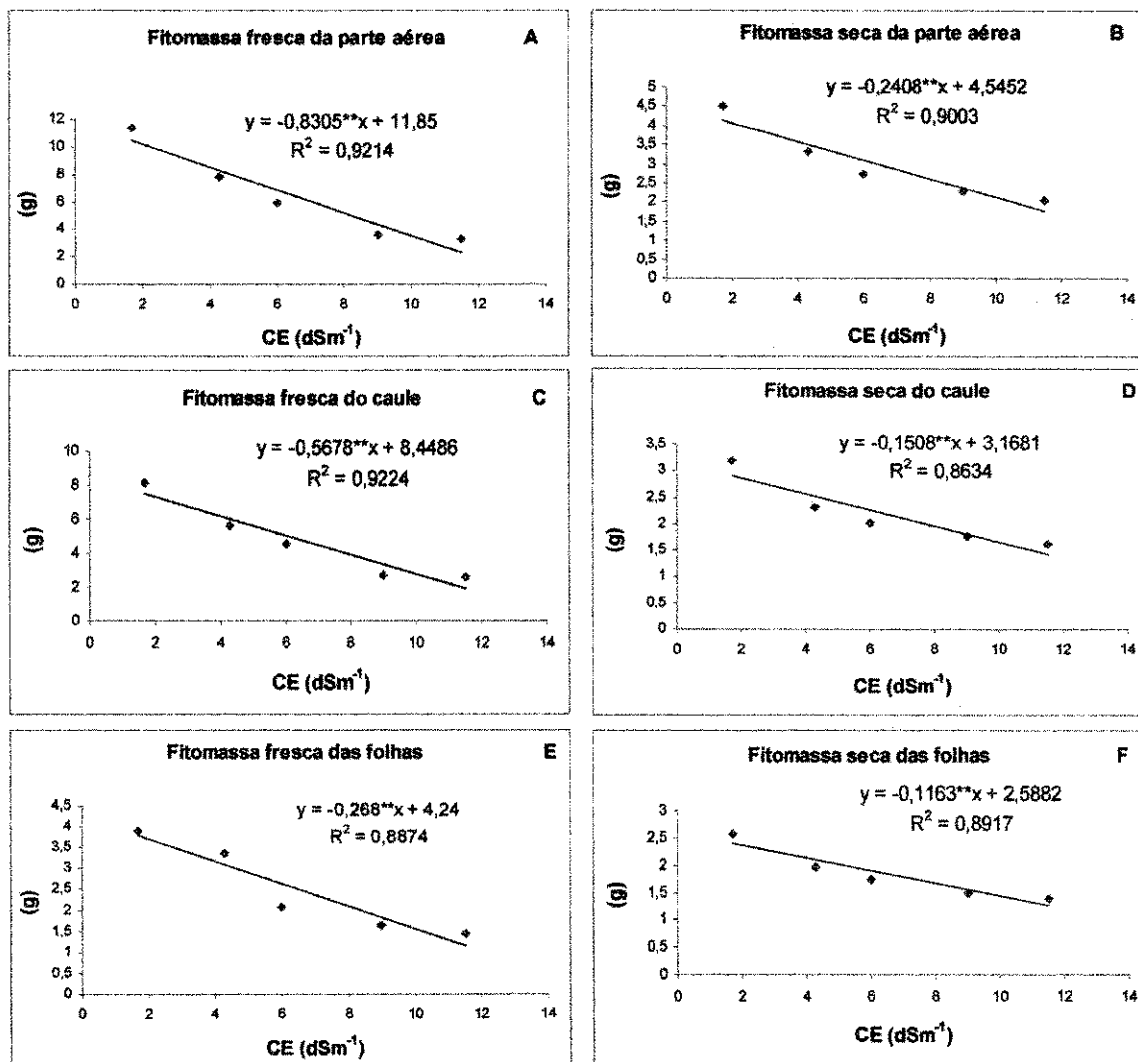


Figura 2. Relação entre fitomassa fresca e seca da parte aérea, fitomassa fresca e seca do caule e fitomassa fresca e seca das folhas do girassol cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

A partir desses valores se observa que o decréscimo é bastante atenuado no que diz respeito às fitomassas secas, indicando dificuldades de absorção hídrica em função

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

---

do baixo potencial osmótico e que, em se tratando do uso seco desta fitomassa, feno, por exemplo, os níveis de decréscimo são reduzidos em relação à fitomassa fresca.

De acordo com os resultados, de todas as fitomassas estudadas e comparadas ao total, isto é, a fitomassa fresca e seca do caule e a fitomassa fresca e seca das folhas foram as que menos sofreram os efeitos da salinidade.

Para LEONARDO et al (2007), em condições salinas ocorre redução da disponibilidade de água às plantas com a redução do potencial total da água no solo; assim, a salinidade provocará um gasto maior de energia para a sua absorção. BONACIN (2002), estudando o crescimento de plantas, produção e características das sementes de girassol (*Helianthus annuus* L. cv. Embrapa 122-V2000), observou decréscimo do número de folhas verdes durante as avaliações, caracterizando a fase final da maturação com a senescência e a perda de folhas, além da consequente redução da fitomassa fresca e seca das folhas.

Ainda é possível observar, na Figura 2, que o nível 3 (6 dSm<sup>-1</sup>) de salinidade se constitui em um ponto a partir do qual a produção resultante não é mais compensatória, indicando tratar-se de um ponto limite para os níveis salinos para a cultura, neste sistema de cultivo. Do ponto de vista dos níveis mais salinos utilizados, é possível observar, na Figura 2, que para todas as variáveis estudadas os níveis 4 e 5 não apresentaram diferenças significativas entre si e que, em análise individual, a fitomassa do caule contribui mais para o decréscimo produtivo da fitomassa total do que a fitomassa das folhas.

Analisando-se os componentes de produção do girassol destinados à obtenção de óleo (aquênios), Tabela 4, notou-se para a variável número de aquênios viáveis que,

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

à medida em que os níveis de salinidade aumentaram a produção de aquênios decresceu significativamente a uma proporção de 6,94% por incremento unitário da CEA, valor calculado a partir da equação da Figura 3<sup>a</sup>, para esta variável; no entanto o mesmo efeito não aconteceu, no que diz respeito ao percentual de aquênios não viáveis.

Tabela 4. Resumo da ANOVA (transformação  $(X+1)^{0,5}$ ) e médias para Fitomassa Fresca do Capitulo (FFCap), Fitomassa Fresca dos Aquênios (FFA), Número de Aquênios Viáveis (NAV), Número de Aquênios Não Viáveis (NANV), Diâmetro do Capitulo (DCap) e Tempo do Semeio à Colheita (TSC) do girassol cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

CAUSA DE VARIACÃO	GL	Quadrado Médio					
		FFCap	FFA	NAV	NANV	DCap	TSC
Salinidade (S)	4	34,90*	8,12**	193,66**	7,36 <sup>ns</sup>	1,77**	0,283**
R. Linear	1	128,88*	30,87**	765,81**	22,95 <sup>ns</sup>	7,014**	1,05*
R. Quadrática	1	10,58**	1,37 <sup>ns</sup>	4,36 <sup>ns</sup>	5,24 <sup>ns</sup>	0,024 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Desvio Reg	2	0,073 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	2,24 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	0,026 <sup>ns</sup>	0,039 <sup>ns</sup>
Manejo (M)	1	0,038 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	1,19 <sup>ns</sup>	4,83 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,058 <sup>ns</sup>
S x M	4	1,09 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	7,37 <sup>ns</sup>	8,17 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,022 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	1,15	0,47	8,34	3,31	0,048	0,033
CV	(%)	28,39	31,80	35,14	53,10	9,39	1,90
		Médias					
Salinidade		(g)	(g)	unidade	unidade	(cm)	Dias
1,7 dSm <sup>-1</sup>		6,70	3,54	145,4	398	2,89	98,8
4,3 dSm <sup>-1</sup>		4,64	2,60	103,4	424	2,62	97,6
6,0 dSm <sup>-1</sup>		3,44	1,96	83,0	364	2,31	96,1
9,0 dSm <sup>-1</sup>		2,17	1,55	55,5	333	2,02	96,1
11,5 dSm <sup>-1</sup>		1,90	1,11	23,4	193	1,79	94,1
Manejo							
1		3,81	2,18	84,4	389	2,38	97,1
2		3,75	2,14	81,0	319	2,30	96,3

\* e \*\* = Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> = Não significativo a 5% de probabilidade

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

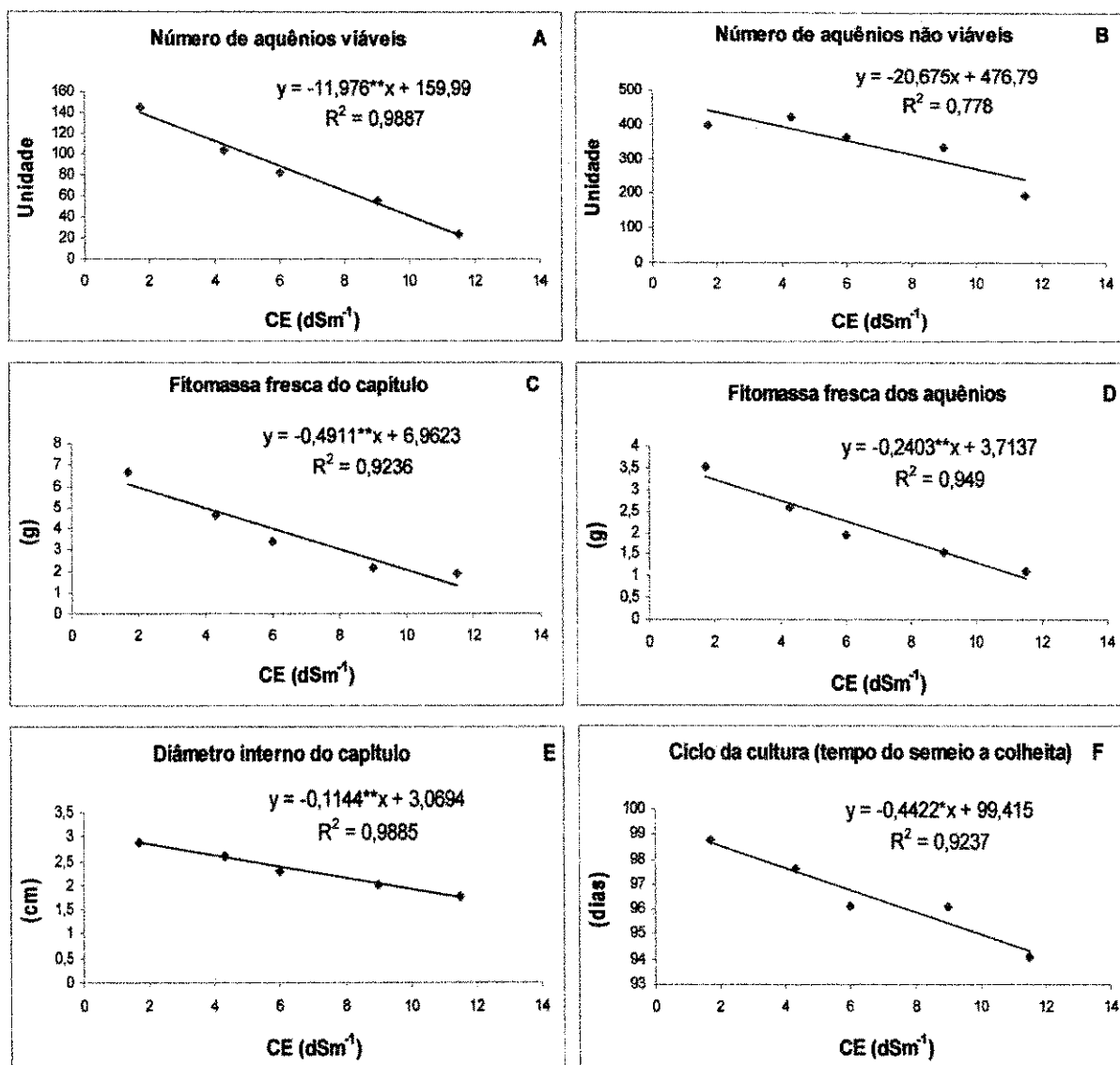


Figura 3. Relação entre número de aquênios viáveis e não viáveis, fitomassa fresca do capítulo e dos aquênios e diâmetro do capítulo do girassol cultivado em sistema hidropônico e irrigado com água salobra

BRAZ e ROSSETTO (2009), analisando o cultivo do girassol (cv. EMBRAPA 122/ V-2000) em um Planossolo, verificaram que a produção média de aquênios por planta foi de 940 unidades, enquanto no presente estudo a média de produção de

**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

---

aquênios no nível de salinidade dois - situação que produziu maior número foi em torno de 300 unidades. No entanto, para a massa estimada de 1000 aquênios, esses autores encontraram uma média de 53,66g, enquanto no presente estudo a média estimada foi de 63g.

Esta avaliação permite uma comparação da produção de aquênios de girassol, tanto em condições de solo quanto em condições de cultivo hidropônico, permitindo uma análise mais aceitável uma vez que o conceito de aquênios viáveis e não viáveis pode ser influenciado pela sensibilidade de cada classificador. A comparação entre a estimativa da massa de 1000 aquênios favorece a avaliação dos níveis de produtividade do ponto de vista do óleo extraído dos aquênios, visto que, segundo GRANDO (2005), o girassol oferece cerca de 40 a 55% de óleo, dependendo do híbrido e das condições ambientais.

Para as variáveis fitomassa fresca do capítulo e fitomassa fresca dos aquênios, os níveis de decréscimo por incremento unitário de salinidade foram de 8,0 e 7,12%, respectivamente, valores obtidos a partir da equação de regressão, presente na Figura 3c e 3d.

Referente à variável diâmetro do capítulo, que neste caso trata do diâmetro interno que está diretamente relacionado à produção de aquênios, verificou-se um decréscimo de 4% no valor do diâmetro interno por incremento unitário da CEa conforme pode ser verificado na equação de regressão, na Figura 3e. De modo geral, é possível perceber, na Figura 3, que o decréscimo da produção se torna mais brusco a partir do nível 3 de salinidade ( $6 \text{ dSm}^{-1}$ ), um nível salino bastante elevado se se considerarem condições de cultivo em solo.



**CAPITULO III - Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

---

O ciclo da cultura, isto é, o tempo do semeio à colheita (TSC), Tabela 4, foi afetado apenas pelo tratamento salino aplicado. É possível observar, na Figura 3f que, à medida em que o nível salino aumentou, as plantas reduziram seu ciclo através de mecanismos fisiológicos induzidos pela situação de estresse salino, que sacrificam fases de crescimento e desenvolvimento para garantir a perpetuação da espécie; deste modo, a redução do ciclo, nesta situação de estresse, compromete os índices de produção.

### **Conclusões**

1. O manejo diferenciado das plantas de girassol não afetou os componentes de produção de aquênios nem a fitomassa da cultura, indicando maior viabilidade quando se utilizam duas plantas por vaso;
2. A fitomassa fresca e seca da parte aérea apresentou um decréscimo por incremento unitário da salinidade, da ordem de 8,05 e 6,04%, respectivamente;
3. A produção de aquênios viáveis apresentou um decréscimo de 6,94% e o número de aquênios não viáveis não foi afetado por nenhum dos tratamentos utilizados;
4. As perdas na produção, decorrentes do efeito salino, foram minimizadas pela utilização do sistema hidropônico fechado adotando-se a fibra de coco como substrato.

### **Referências**

- BANYS, V.L. et al. Consórcio milho-girassol: características agronômicas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, n.1, p.84-89, jan./mar. 1996.
- BONACIN, G. A. **Crescimento de plantas, produção e características das sementes de girassol, em função de doses de boro**. 2002. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

**CAPITULO III – Trabalhos realizados**  
**III.4. Cultivo hidropônico do girassol irrigado com água salobra:**  
**avaliação da produção**

---

BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Estabelecimento de plântulas e desempenho de plantas em resposta ao vigor dos aquênios de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 1997-2003, 2009.

CORRÊA, I. M.; MAZIERO, J. V. G.; ÚNGARO, M. R.; BERNARDI, J. A.; STORINO, M. Desempenho de motor diesel com mistura de biodiesel de óleo de girassol. **Ciências Agrotécnicas**, v. 32, n. 3, p. 923-928, 2008.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. . ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 52p.

GRANDO, G. Girassol promete boa rentabilidade na próxima safra. **Campo & Negócios**, n. 32, p. 17, out. 2005.

LEONARDO, M.; BROETTO, F. BÔAS, R.L.V.; ALMEIDA, R.S.; MARCHESE, J.A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. **Revista Irriga**, v.12, n.1, 2007

MEDEIROS, J.F.; LISBOA, R.A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M.J.; ALVES, L.P. Caracterização das águas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.4, p.469-472, 2003.

NOBRE, R. G.; ANDRADE, L. O.; SOARES, F. A. L. ; GHEYI, H. R.; FIGUEIREDO, G. R. G.; SILVA, L. A. da. Vigor do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes qualidades de água. **Educação Agrícola Superior**, v. 23, p. 58-60, 2008.

RAMOS, M.A.P. **Girassol: uma boa opção para o preparo da silagem no cerrado**. Globo Rural, São Paulo, v.11, n.134, p.11, 1996.

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, v.21, p.901-903, 1981.

#### **CAPITULO IV - REFERÊNCIAS**

---

- ADRIANO, D. C. **Trace elements in the terrestrial environment**. New York: Springer-Verlag, 1986. 533 p.
- ALVES, P.L. Folhas do girassol podem ser usadas na inibição do crescimento de plantas daninhas. Disponível em: <http://www.seedquest.com> Acessado em : 10 Fevereiro. 2007.
- AYRES, R. S., WESTCOT, D. W. (1991). **A Qualidade da Água na Agricultura**. Trad. H. R. Gheyi e J. F. de Medeiros. Campina Grande: UFPb. (Tradução de: *Water Quality for Agriculture*).
- BEEKMAN, G. B. Qualidade e conservação da água. In: **Encontro nacional de assistência técnica e extensão rural**, Brasília. Conferência. Brasília: Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996.
- BLAMEY, F. P. C.; CHAPMAN, J. Differential response of two sunflower cultivars to boron fertilization. In: **INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE**, 10., 1982, Surfers Paradise. *Actas Surfers Paradise*: [s.n.], 1982. p. 92-94.
- BOUWER, H. IDELOVITCH, E. Quality requirements for irrigation with sewage water. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering** , v.113, p.516-535, 1987.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Cartilha do Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Semiárido (CONVIVER)**. Disponível em <[www.integração.gov.br/programasregionais/publicações/conviver.asp](http://www.integração.gov.br/programasregionais/publicações/conviver.asp)> .Acesso em 10 de junho de 2007.
- BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reúso de água. In: MANCUSO P. C. S. e SANTOS, H. F. dos. **Reúso de água**. São Paulo: Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2002. cap. 2, p. 21-36.
- BRITES, C. R. C. **Abordagem multiobjetivo na seleção de sistemas de reúso de água em irrigação paisagística no Distrito Federal**. Dissertação. de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, UNB, Distrito Federal, 2008, p. 262.
- CALLE-MANZANO, C. L. **Carência de boro em girassol**. Madri: Hojas, 1985.
- CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.533-535. 2002.
- CARTER, J. F. **Sunflower science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 1978. p. 505.
- CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; KARAN, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**. Londrina: Embrapa Soja, 1996. p.38.
- CAVASIN, P. **A cultura do girassol**. Guaíba: Agropecuária, 2001, 69 p.

- CHATTERJEE, C.; NAUTIYAAL, N. Developmental aberrations in seeds of boron deficient sunflower and recovery. *Journal Plant Nutr.*, New York, v. 23, n. 6, p. 835-841, 2000.
- DARWISH, M. R.; EL-AWAR, F. A.; SHARARA, M.; HAMDAR, B. Economic environmental approach for optimum wastewater utilization in irrigation: a case study in Lebanon. *Applied Engineering in Agriculture*, v.15, p.41-48, 1999.
- DIAS, N. da S. et al. Prevenção, manejo e recuperação de solos afetados por sais. Piracicaba: ESALQ/USP/LER. 2003, 118p.
- DIAS, F. L. F. Efeito da aplicação de calcário, lodo de esgoto e vinhaça em solos cultivados com sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L.). Tese de Doutorado em Agronomia, UNESP, Jaboticabal, 1994, p.74.
- EPSTEIN, E., BLOOM, A. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Tradução de M.E.T. Nunes. 2 ed. Londrina: Editora Planta, 2006. p. 403.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. p.400.
- ESTEVES, B.S. SUZUKI, M.S. Efeito da salinidade sobre as plantas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2000.
- ESTIMATIVAS de safras. Indicadores da Agropecuária, Brasília, n. 12, p. 5, dez. 2004.
- FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent: Management for environmental protection.** Berlin: Springer-Verlag, 1991. p.224.
- FLOWERS, T.J.; TROKE, P.F.; YEO, A.R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, v.28; p.89-121.
- FRIEDEL, J.K; LANGER, T.; SIEBE, C.; STAHR, K. Effects of long-term waste water irrigation on soil organic matter, soil microbial biomass and its activities in central Mexico. *Biology and Fertility Soil*, v,31, p.414-421, 2000.
- GHEYI, H.R.; MEDEIROS, S.S.; SOARES, F.A.L. Uso e reúso de águas de qualidade inferior: Realidades e perspectivas. In: WORKSHOP USO E REÚSO DE ÁGUAS DE QUALIDADE INFERIOR, 1., 2005, Campina Grande. **Transcrição das palestras ...** Campina Grande:UFCG; UEPB; 2005. 1. CD-ROM.
- GOMES, Eline Waked Ferreira ; WILLADINO, L. ; MARTINS, Luíza Suely Semen; CAMARA, Terezinha Rangel. Variedades de bananeira tratadas com água salinizada em fase inicial de crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9, n. Suplemento, p. 31-36, 2005.

- GREENWAY, H.; MUNNS, R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, v.31; p.149–190.
- GUTERRES, J. F.; BAMI, N. A.; COMIN, C. M. V. Nutrição e adubação. In: \_\_\_\_\_. **Girassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1988. p.66.
- HESPAÑHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Bahia análise e Dados**, Salvador, v.13, n. Especial, p. 411-437, 2003.
- IYENGAR, E.R.R.; REDDY, M.P. 1996. Photosynthesis in highly salt tolerant plants. P. 897–909. In: M. Pesserkali (ed.). **Handbook of photosynthesis**. Marshal Dekar, Baten Rose, USA. p. 952.
- JOSTEN, P.; KUTSCHERA, U. The micronutrient boron causes the development of adventitious roots in sunflower cuttings. *Ann. Bot.*, London, v. 85, n. 3, p. 337- 342, 1999.
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, 2005, p.614.
- LENTZ, D.; POHL, M.E.D.; POPE, K.O.; WYATT, A.R. Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. **Economic Botany**, v.55, n.3, p.370- 376, 2001.
- LEPRUN, J. C. Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste. In: Relatório Final do Convênio Manejo e Conservação do Solo do Nordeste Brasileiro. Recife: SUDENE-DRN, 1983.
- LÉON S. G.; CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias**. Campina Grande: UFPB, 1999. p.109.
- LIMA, V. L. A. **Efeitos da qualidade da água de irrigação e da fração de lixiviação sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições de lisímetro de drenagem**. 1998. 87 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. p.319.
- MARTINEZ, H. A hidroponia das flores: parte II. Boletim Hidropomanias e Cia, [S.l.], jul. 1996.
- MOLINIER, M.; AUDRY, P.; DESCONNETS, J.C.; LEPRUN, J.C. Dinâmica da água e das matérias num ecossistema representativo do Nordeste brasileiro: condições de extrapolação espacial à escala regional. Recife: ORSTOM, 1989.
- ORTEGA, E. ; WATANABE, M. ; CAVALETT, O. A produção de etanol em micro e minidestilarias. In: CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. S.; GOMEZ E. O. (Org.). 736 p. **Biomassa para Energia**. Campinas: Editora Unicamp, p. 475-489, 2008.

- PASCALE, N.C.; De la FUENTE, E. Generalidades. In: AMARO, E. (cord.). **Produccion de girasol**. Buenos Aires: Asociacion Argentina de Consorcios Regionales de Experimentacion Agricola, 1994, p.7-16 (Cuadernos de Actualización Técnica, n.40).
- PAZ, V.P.S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.4, n.3, p.465-473, 2000.
- PESCOD, M.B. Wasterwater treatment and use in agriculture. Rome: FAO, 1992, 125p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 47).
- PINHO, F.; VASCONCELOS, A. K. P.; MARINHO, G. Diagnóstico do reúso no nordeste brasileiro , In: **Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica**, Fortaleza, CE, 2008.
- PILON-SMITS, E. Phytoremediation. **Annual Review of Plant Biology**, v.56, p.15-39, 2005.
- PORTAS, A, A. **O girassol na alimentação animal**. Campinas: CATI/D SM, 2001.
- PUTT, E.D. Early history of sunflower In: SCHNEITER, A. A. (ed.) **Sunflower science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, p. 1-19, 1997.
- REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (ed). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999a. Cap. 1. p. 117-151.
- RHOADES, J.P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. The use saline waters for crop production. Trad.: GHEYI, H.R.; SOUSA, J.R.; QUEIROZ, J.E. Campina Grande: UFPB, 2000.
- RÖMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C. P.; Van RAIJ, B.; ABREU, C.A. (ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, cap.4, p.71-86, 2001.
- RICHARDS, L.A. Diagnostico y rehabilitación de suelos salinosy sodicos. 5.ed. México: Limusa, 1954. p.172. **Manual de Agricultura**, 60.
- RICHTER, G. **Métabolisme des végétaux: physiologie et biochimie**. Lausanne: Polytechniques Romandes, 1993. p.526.
- ROBELIN, M. Action et arrière-action de la sécheresse sur la croissance et la production du tournesol. **Aunales Agronomiques**, Paris, v. 18, n. 6, p. 579-599, 1967.
- RODRIGUES, L.R.F. Técnicas de cultivo hidropônico e controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.762.

ROS, C. O.; AITA, C.; CERETTAM, C. A.; FRIES, M. R. Lodo de esgoto: efeito imediato no milho e residual na associação aveia-ervilhaça, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, p. 257 – 261, 1991.

ROSSI, R. O. **Girassol**. Curitiba: Ed.Tecnoagro, 1998. 333 p.

SACHS, L. G.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; SACHS, J. P. D.; FELINTO, A. S.; PORTUGAL, A. P. Farinha de girassol: II - efeito na qualidade do pão. In: **Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol. V simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol**, 2005, p.261.

SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas: nota técnica. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, v. 1, p. 231-233, 1975.

SCHNEITER A. A.; MILLER J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, v.21, p.901-903, 1981.

SCHWARZ, M. Guide to commercial hydroponics. Jerusalem: Israel Universities Press. 1968. 148p.

SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W. **Hidroponia: Uma Técnica Alternativa de Cultivo**. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, 1999. p.12.

SETTI, A. A. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 3ª ed. Brasília: ANEEL, ANA, 2002. p.207.

SFREDO, G. J.; CAMPOS, R. J.; SARRUGE, J. R. **Girassol: nutrição mineral e adubação**. Londrina: Embrapa Soja, 1984. p.36.

SUDENE. O Nordeste semi árido e o polígono das secas. Disponível em [www.sudene.gov.br](http://www.sudene.gov.br). Acesso em 10 de julho de 2004.

UNGARO, M. R. G. **Instruções para a cultura do girassol**. Campinas: IAC, 1986, 26 p. Boletim Técnico 105.

UNGARO, M.R.G. Girassol (*Helianthus annuus* L.). Campina: Instituto Agrônomo, Campinas, v.200, n.5, p.112-113, 1990.

VAN DER HOEK, W. et al. **Urban wastewater: a valuable resource for agriculture. A case study from Horoonabad, Pakistan**. Lanka: International Water Management Institute. 29 p. Research Report, 63, 2002.

VIEIRA, O.V. Características da cultura do girassol e sua inserção em sistemas de cultivos no Brasil. **Revista Plantio Direto**, v. 88, 2005.

VRÂNCEANU, A. V. **El girassol**. Madri: Editora Mundi Prensa, 1977. p.375.



#### CAPITULO IV – Referências da literatura

---

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. v. 2, 1997, p.211.

WATANABE, A. A. **Desenvolvimento de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L. cv. Pacino) com variação de nutrientes na solução nutritiva e aplicação de Daminozide – Dissertação**. Mestrado em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, 2007, p.106.

WESTERHOFF, G. P. An update of research needs for water reuse. In: **Water Reuse Symposium, 3º Proceedings**. San Diego, Califórnia, 1984.