

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERRO NA ÁGUA, SEU EFEITO NA
CULTURA DO GIRASSOL ORNAMENTAL E NO DESEMPENHO DE
GOTEJADOR**

ALESSANDRA CONCEIÇÃO DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU – SP

Junho - 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERRO NA ÁGUA, SEU EFEITO NA
CULTURA DO GIRASSOL ORNAMENTAL E NO DESEMPENHO DE
GOTEJADOR**

ALESSANDRA CONCEIÇÃO DE OLIVEIRA

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Leite Cruz

Co - Orientador: Prof. Dr. Guilherme Augusto Biscaro

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia –
Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU – SP

Junho - 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO UNESP - FCA - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

048d Oliveira, Alessandra Conceição, 1984-
Diferentes concentrações de ferro na água, seu efeito na cultura do girassol ornamental e no desempenho de gotejador / Alessandra Conceição Oliveira. - Botucatu : [s.n.], 2010.
ix, 103 f. : il., color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2010.
Orientador: Raimundo Leite Cruz
Co-orientador: Guilherme Augusto Biscaro
Inclui bibliografia.

1. Irrigação. 2. *Helianthus annuus* L. 3. Uniformidade.
I. Cruz, Raimundo Leite. II. Biscaro, Guilherme Augusto. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FERRO NA ÁGUA, SEU EFEITO
NA CULTURA DO GIRASSOL ORNAMENTAL E NO DESEMPENHO DE
GOTEJADOR"**

ALUNA: ALESSANDRA CONCEIÇÃO DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. RAIMUNDO LEITE CRUZ

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. GUILHERME AUGUSTO BISCARO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. RAIMUNDO LEITE CRUZ



PROF. DR. ANTÔNIO DE PÁDUA SOUSA



PROF. DR. TARLEI ARRIEL BOTREL

Data da Realização: 18 de junho de 2010.

Aos Bens mais preciosos e meus amados,

Alvina Aparecida Barreto,

José Eurípedes de Oliveira,

Willyan Francês Barreto de Oliveira

José Eurípedes de Oliveira Junior e

Túlio Mendes Alves.

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a instituição e as pessoas que contribuíram para a minha evolução profissional:

- Aos bons espíritos, sempre presentes e atuantes.
- Aos meus orientadores, professores Drs. Raimundo Leite Cruz e Guilherme Augusto Biscaro pela acolhida, orientação, confiança, amizade, liberação de recursos e apoio em todos os momentos.
- À Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista – UNESP, juntamente com a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Irrigação e Drenagem, pela oportunidade de realização do curso.
- Aos Professores Drs. Tarlei Ariel Botrel, Antônio de Pádua Sousa, João Carlos Cury Saad e Jarbas Honório de Miranda pelas sugestões.
- Aos meus amigos, queridos e companheiros, Renata, Miguel, Elisângela, Rômulo, Camila, Gilberto, J. Israel, Gizella, , Adão, Jaime, Ringleia, pelo pronto atendimento às minhas dúvidas e pela disposição em ajudar-me.
- Aos meus pais José Eurípedes de Oliveira e Alvina Aparecida Barreto, pelo apoio em todas minhas decisões, e aos meus irmãos Willyan Francês Barreto de Oliveira, que são minha fortaleza; vocês foram minhas maiores inspirações.
- Ao meu namorado Túlio Mendes Alves, pela compreensão e pela ajuda em todos os momentos.
- A Empresa de Irriga – Sistemas de Irrigação de Bauru/SP, que forneceu os emissores, obrigada pela oportunidade.
- A todos os funcionários e ex funcionários do Departamento de Engenharia Rural, que estiveram presentes em meu crescimento profissional e amizade, no período de 2008 a 2010.

INDÍCE

<i>LISTA DE TABELAS</i>	<i>V</i>
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	<i>VIII</i>
<i>RESUMO</i>	<i>1</i>
<i>SUMARY</i>	<i>3</i>
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 Importância da água e sua qualidade	8
2.2 Irrigação localizada	12
2.3 Cultura do girassol	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Fase I	27
3.1.1 Instalação e localização	27
3.1.2 Condução do experimento	28
3.1.4 Variáveis analisadas	34
3.1.5 Análise estatística	37
3.2 Fase II	37
3.2.1 Instalação e localização	37
3.2.2 Condução do experimento	39
3.2.4 Delineamento estatístico do experimento	40
3.2.5 Avaliação da irrigação	41
3.2.6 Análise Estatística	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1 Avaliação do desenvolvimento do Girassol Ornamental	44
4.1.1 Altura da planta e comprimento da haste	48
4.1.2 Diâmetro da haste	50
4.1.3 Diâmetro da inflorescência	51
4.1.4 Área foliar	53
4.1.5 Comprimento da raiz	56
4.1.6 Massa seca	56
4.1 Avaliação dos Emissores Amanco e Netafim	62
4.1.1 Avaliação dos emissores na dose 0.5 mg.L ⁻¹ de Sulfato Ferroso	62
4.1.2 Avaliação dos emissores na dose 1.5 mg.L ⁻¹ de Sulfato Ferroso	67
4.1.3 Avaliação dos emissores na dose 3,0 mg.L ⁻¹ de Sulfato Ferroso	70
5. CONCLUSÕES	73
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
APÊNDICE	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação da qualidade da água em relação ao potencial de entupimento de gotejadores.	16
Tabela 2: Classificação do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e Christiansen (CUC).	18
Tabela 3. Classificação do coeficiente de variação de fabricação (CVf) de emissores para gotejamento.	19
Tabela 4. Análise física do substrato.	29
Tabela 5. Análise química do substrato.	29
Tabela 6. Resultados da análise da água da lagoa.	31
Tabela 7: Descrição dos tratamentos.	31
Tabela 8. Análise laboratorial das partes do girassol ornamental.	55
Tabela 9. Descrição técnica de tubos gotejadores tipo flecha usados no experimento.	38
Tabela 10. Análise de variância da altura da planta (AP), comprimento da haste (CH), diâmetro da haste (DH), número de folha (NF), comprimento da raiz (CR), diâmetro do disco (DD), diâmetro da capitulo (DC), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) e doses de ferro (sulfato ferroso), na produção de girassol ornamental.	46
Tabela 11. Análise de variância área foliar (AF), massa seca da raiz (MSR), massa seca da haste (MSH), massa seca da folha (MSF), massa seca da inflorescência (MSFL), e massa seca total (MST), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) e doses de ferro (sulfato ferroso), na produção de girassol ornamental.	47
Tabela 12. Análise de variância vazão (Q), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 0,5 mg.L ⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores.	64
Tabela 13. Análise de variância Coeficiente de Variação (CV), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 0,5 mg.L ⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores.	64
Tabela 14. Análise de Coeficiente de Uniformidade Distribuição (CUD), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 0,5 mg.L ⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores.	66
Tabela 15. Análise de variância Coeficiente de Uniformidade Christiansen (CUC), em função de diferentes modelos de emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 0,5 mg.L ⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores.	66
Tabela 16. Análise de variância vazão (Q), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 1,5 mg.L ⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores.	68
Tabela 17. Análise de variância Coeficiente de Variação (CV), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 1,5 mg.L ⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores.	68
Tabela 18. Análise de Coeficiente de Uniformidade Distribuição (CUD), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 1,5 mg.L ⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores.	69

Tabela 19. Análise de variância Coeficiente de Uniformidade Christiansen (CUC), em função de diferentes modelos de emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. _____ **69**

Tabela 20. Análise de variância vazão (Q), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. _____ **70**

Tabela 21. Análise de variância Coeficiente de Variação (CV), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. _____ **71**

Tabela 22. Análise de coeficiente de uniformidade Distribuição (CUD), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. _____ **72**

Tabela 23. Análise de variância Coeficiente de Uniformidade Christiansen (CUC), em função de diferentes modelos de emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. _____ **72**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de água dos recursos hídricos do planeta _____	9
Figura 2: Casa de vegetação utilizada na fase I do experimento, no Departamento de Engenharia Rural. _____	27
Figura 3: Variação da temperatura do ar (°C), da casa de vegetação, no período de desenvolvimento do experimento. _____	28
Figura 4: Vista geral da instalação do experimento de girassol ornamental em casa de vegetação.. _	32
Figura 5: Croqui do experimento de girassol ornamental. _____	33
Figura 6: Procedimento de avaliação da altura da parte aérea e comprimento da haste. _____	34
Figura 7: Procedimento de avaliação da massa seca da parte aérea, do sistema radicular e das inflorescências. _____	35
Figura 8: Mensurações realizadas na inflorescência do girassol ornamental: diâmetro de disco e diâmetro do capítulo. _____	36
Figura 9: Medidor de área foliar, modelo Li 3100, da marca Licor. _____	36
Figura 10: Vista geral da instalação da fase 2 na bancada de ensaios para tubos gotejadores. _____	38
Figura 11: Tubos gotejadores modelo Amanco e Netafim utilizados no experimento. _____	39
Figura 12: Forma de avaliação do desempenho dos gotejadores modelo Amanco e Netafim. _____	40
Figura 13: Disposição dos gotejadores modelos Amanco e Netafim sobre a bancada. _____	41
Figura 14: Altura de planta para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. _____	49
Figura 15: Comprimento da haste para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. _____	49
Figura 16: Diâmetro da haste para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. _____	50

Figura 17: Diâmetro do disco para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim.	52
Figura 18: Diâmetro do capítulo para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim.	52
Figura 19: Área foliar para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim	54
Figura 20: Comprimento da raiz para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim.	56
Figura 21: Massa seca da inflorescência para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim.	57
Figura 22: Massa seca da folha para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim	58
Figura 23: Massa seca da raiz para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim.	59
Figura 24: Massa seca da haste para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim.	60
Figura 25: Massa seca total para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim.	61

RESUMO

Autor: ALESSANDRA CONCEIÇÃO DE OLIVEIRA

Orientador: Raimundo Leite Cruz

Co-Orientador: Guilherme Augusto Biscaro

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade do girassol ornamental cultivar ‘Sunflower F1 Sunbright Supreme’ e o desempenho dos emissores gotejadores com diferentes concentrações de ferro na água de irrigação. O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, pertencente à Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, Estado de São Paulo, em duas fases: a I compreendido de 08 de Maio a 13 de Julho de 2009, e a II em 01 de Dezembro de 2009 a 10 de Maio de 2010. Na fase I o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, fatorial 4 x 2 (4 teores de ferro e 2 emissores), com 4 repetições e 20 plantas por parcela, um vaso compostas por uma planta, constituindo um total de 160 vasos, onde testaram uma testemunha e três doses de ferro na água (zero; 0,5; 1,5; e 3,0 mg L⁻¹), e dois tipos de gotejadores um autocompensante e outro normal. Ao final do experimento, foram

avaliados os seguintes parâmetros de desenvolvimento das plantas: A altura da parte aérea (cm), comprimento da haste (cm) e sistema radicular (cm), diâmetro de haste (mm), número de folha, área foliar (cm²), massa seca da parte aérea, do sistema radicular, das inflorescências e total (g), diâmetro de inflorescências: diâmetro do capítulo floral (mm), e diâmetro do disco (mm). Na fase II o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, três doses de ferro na água (0,5; 1,5; e 3,0 mg L⁻¹), e dois tipos de gotejadores um autocompensante e outro normal (Netafim e Amanco) em 3 repetições e 20 emissores cada. As avaliações dos gotejadores foram: Vazão média (Q), Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), Coeficiente de variação de fabricação (CV) e Coeficiente uniformidade de Christiansen (CUC). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para emissores e Regressão a 5% de probabilidade para doses de ferro. Conclui-se que a produção de girassol ornamental envasados com água residuária na presença de ferro não são satisfatória aos padrões comerciais, sendo assim não são recomendáveis por apresentar baixas produtividades. Para modelos Netafim e Amanco não foram satisfatórias as doses de 1,5 e 3,0 mg.L⁻¹ comprometendo o desempenho dos emissores, o que não ocorreu com as doses 0,5 mg. L⁻¹ mantiveram aceitáveis a vazão, CV, CUC e CUD, o que torna recomendável.

PALAVRAS-CHAVE: Uniformidade, irrigação, *Helianthus annuus* L.

DRIPPERS PERFORMANCE USING DIFFERENT IRON CONCENTRATIONS ON WATER ON ORNAMENTAL SUNFLOWER CROP. Botucatu, 2010. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ALESSANDRA CONCEIÇÃO DE OLIVEIRA

Adviser: Raimundo Leite Cruz

Co – Adviser: Guilherme Augusto Biscaro

SUMMARY

The aim of this present work was to evaluate the yield of ornamental sunflower “Sunflower F1 Sunbright Supreme” cultivar and the performance of drippers with different iron concentrations on irrigation water. The experiment was carried out on Rural Engineering Department, Agronomic Sciences College of Paulista State University – UNESP, Campus of Botucatu, São Paulo, with two steps. The step I was realized may 8th to July 13th 2009 and the second step on December 1st 2009 to May 10th 2010. The first step was design entirely at random, with factorial scheme 4 X2 (four iron levels and two drippers) with 4 repetitions, and 20 plants per treatment composed by one plant, totalizing 160 pots where a check treatment was tested and 3 doses of iron on water (zero; 0,5; 1,5; and 3,0 mg.L⁻¹) and two types of drippers: self-compensating and normal. At the end of the experiment were evaluated the parameters for plants development: The height of air part (cm) length of the stem (cm) and root system (cm) diameter Shank (mm), number of leaf, leaf area (cm²), dry mass of air part, of the system root, of the inflorescences and total (g) inflorescences diameter: diameter of chapter floral (mm) and diameter of the disk (mm). In step II trial design was entirely at random, three doses of iron in water (0.5; 1.5; and 3.0 mg L⁻¹), and two types of self-compensating dripper and another normal (Netafim and Amanco) with 3 repetitions and 20 drippers each. The evaluations of drippers were: average flow (Q), Coefficient of uniformity of distribution (CUD), coefficient of variation of manufacturing (CV) and coefficient of uniformity of Christiansen (CUC). The results were subjected to analysis of variance by f-test. Averages were compared by Tukey's test 5% probability for drippers and Regression to 5% probability for iron doses. Concluded that the production of ornamental sunflower solution with residual water with iron are not satisfactory to commercial standards is not recommended by presenting low productivity. Netafim and Amanco models the doses were not satisfactory, 1.5 and

3.0 mg L⁻¹ compromising performance of drippers, which has not occurred with the doses 0.5 mg L⁻¹ remained acceptable flows, CV, CUC and CUD, what makes recommended.

Keywords: Uniformity, irrigation, *Helianthus annuus* L.

1. INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida, todos os organismos vivos incluindo o homem, dependem da água para sua sobrevivência; é um recurso estratégico e um bem comum que deve ser compartilhado por todos. A escassez e a poluição desta é um dos problemas decisivos nos próximos séculos. Sendo um recurso natural com possibilidade de ser aproveitado intensamente, porém a poluição está mudando a quantidade e a qualidade desta ao longo dos anos e se tornando escassa em alguns países.

Quase todos os usos que o homem faz da água resultam na produção de resíduos, os quais são novamente incorporados aos recursos hídricos causando poluição. O reuso de água na irrigação é uma alternativa que vem se mostrando viável, pois em áreas onde as culturas mais necessitam de grandes volumes de água, a vantagem é que planta pode ser beneficiada não somente pela água, mas também dentro de certos limites, pelos materiais dissolvidos nos efluentes, tais como matérias orgânicas, nitrogênio, fósforo, potássio e microorganismo (PESCOD, 1992).

Bernardo et al. (2006) descreve a irrigação como um agronegócio, uma estratégia para elevar a rentabilidade da propriedade agrícola por meio do aumento da produção; o que antigamente a técnica de se irrigar era visar basicamente à luta contra a seca. Os gotejadores são

emissores, um dos componentes de maior importância nas instalações de irrigação localizada. Toda dificuldade no seu projeto construtivo reside no seguinte problema: os emissores devem ser capazes de dissipar a pressão disponível e aplicar vazões pequenas, constantes e uniformes, em pontos discretos sistematicamente localizados com o objetivo que as laterais e derivações sejam reduzidas (BERNARDO, 1995; BURT & STYLES, 2000).

Segundo Ayers & Westcot (1991), para a utilização de água no sistema de irrigação por gotejamento, deve-se fazer análises dos seguintes elementos: sais inorgânicos, dureza, sólido em suspensão, sólidos dissolvidos, DBO, DQO, matéria orgânica, microorganismo, ferro, O.D., ácido sulfídrico, ferro-bactéria e bactéria redutora de sulfatos. Um dos aspectos mais importantes a ser observado no manejo da irrigação é a uniformidade de distribuição de água pelo sistema. Na irrigação localizada, vários fatores comprometem esta uniformidade. O entupimento de emissores pode resultar de causas físicas, biológicas ou químicas.

Santos et al. (2003) afirmam que uma baixa uniformidade de distribuição de água faz com que determinadas plantas, irrigadas pelo sistema recebam mais água e adubo do que outras, resultando em um desenvolvimento desuniforme dentro da plantação. Acrescentam ainda que o excesso de água no solo provoca a lixiviação de nutrientes, a redução na concentração de oxigênio disponível às raízes e pode aumentar a incidência de pragas e doenças, enquanto que a escassez aumenta os riscos de salinização do solo e inibe o potencial produtivo da planta. Além disso, a má distribuição de água no solo poderia prejudicar o manejo da irrigação se o sensor de umidade estivesse instalado em locais onde a vazão do emissor apresentasse alto desvio padrão em relação à média geral do sistema.

Na região Sudeste do Brasil, freqüentemente encontram-se águas que apresentam elevados teores de ferro total, elemento este que pode provocar sérios problemas de entupimento de gotejadores, principalmente quando presente em forma reduzida, podendo precipitar-se no interior das tubulações quando oxidado, favorecendo ainda o desenvolvimento de ferrobactérias (CORDEIRO, 2002). A produção nacional de flores é composta por aproximadamente cinco mil produtores e cerca de 120 mil pessoas vivem do cultivo de flores e de plantas ornamentais, sendo São Paulo o maior Estado brasileiro produtor, com 75% do total cultivado (UM NEGÓCIO FLORIDO, 2010).

Estima-se que, atualmente, o mercado mundial de flores e de plantas ornamentais movimenta cerca de US\$ 49 bilhões anuais; desse total, 42,8% do volume de vendas é

representado pelo segmento de flores, 39,8% por plantas ornamentais, 8,8% por bulbos e 8,6% na forma de folhagens (JUNQUEIRA & PEETZ, 2004). Flores envasadas representam uma das mais interessantes e promissoras formas de produção ornamental, sendo freqüentemente selecionados novos produtos e/ou espécies para o mercado. O girassol apresenta características desejáveis sob o ponto de vista agrônomo, como ciclo curto, que fazem dela uma boa opção aos produtores de flores do Brasil.

A cultura do girassol destaca-se como a quarta oleaginosa na produção de grãos e a quinta em área cultivada no mundo. Além da produção de grãos, o girassol está sendo também amplamente cultivado para a produção de flores de corte e de vaso (SCHOELLHORN et al., 2003). O cultivo de girassol em vaso é rápido, permitindo ao produtor imediato retorno de seu investimento (WHYPKER, 1998). A realização de trabalhos com a espécie, visando à obtenção de plantas envasadas com tamanho adequado para comercialização é de suma importância.

De acordo com Barbosa Filho (1991), a concentração de Fe de 50 a 1680 mg/L é tóxica às plantas. Ayers & Westcot (1991), consideram que aplicações deste elemento não devam exceder à quantidade requerida pelas plantas para seu desenvolvimento; altas concentrações reduzem o crescimento e provoca acumulações indesejáveis no tecido e aplicações em excesso eventualmente podem se converter em colheitas inaceitáveis.

As informações a respeito da nutrição mineral e adubação são ainda pouco frequentes para a cultura do girassol. A carência de informação é maior ainda no que se refere à fertirrigação associada ao cultivo em substrato, embora tenha ocorrido um avanço nas pesquisas nos últimos anos, especialmente em referência à nutrição mineral, a escolha da solução nutritiva, no entanto, depende de fatores ligados à própria solução, às vezes condições climáticas e à espécie vegetal estudada, por outro lado, a sua composição varia com o crescimento da planta. Dentro desse enfoque deve ser destacada a carência de trabalhos na literatura, que avaliem o girassol ornamental associado com o micronutriente ferro.

O presente trabalho teve como por objetivo determinar a suscetibilidade ao entupimento de emissores, avaliando a vazão, CUD, CUC e CV, em função de diferentes concentrações de ferro na água utilizada na irrigação, quando aplicadas na cultura do girassol, em ambiente protegido, bem como, avaliar o desenvolvimento e qualidade produtiva da cultura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da água e sua qualidade

A água é essencial à vida, todos os organismos vivos incluindo o homem, dependem da água para sua sobrevivência; é um recurso estratégico e um bem comum que deve ser compartilhado por todos. Ribeiro (2003), afirma que se trata de uma substância que ocupa cerca de 70% de nossos corpos e que é empregada para produção de alimentos lembrando sua relevância. “A água é muito mais do que um recurso natural. Ela é uma parte integral do nosso planeta. Está presente há bilhões de anos, é parte da dinâmica funcional da natureza” (PIELOU, 1998).

Estima-se que o volume total de água na terra seja de ordem de 523 milhões de km^3 dos quais 97,2 estão nos oceanos e mares interiores, 2,2% nos gelos polares e nas geleiras montanhosas e 0,6% em rios, lagos e lençóis subterrâneos (ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, 1974). De acordo com Righetto (1998), a água, sendo a vida, constitui um dos bens mais preciosos à disposição da humanidade. Por ser um bem já escasso em muitas regiões, requer racionalidade e parcimônia em sua utilização. A disponibilidade de água no mundo tem uma pequena parcela de contribuição para o abastecimento de água potável a humanidade e tem-se diminuído com o tempo. As águas subterrâneas são estimadas em 3,6 milhões de km^3 , ou seja, 97,7% de toda a água doce do mundo. Desse total, cerca de 112 mil km^3 estariam no Brasil (MMA, 2006).

Rotstein (1996) afirma que o Brasil é um país potencialmente rico em água, ou seja, tem terras agricultáveis no seu imenso espaço geográfico; tem água, às vezes mal distribuída, mas abundante. Segundo Lima & Chaves (2008), a distribuição irregular se define por regiões: Norte com 68% dos recursos hídricos contendo 45% de superfície e 7% da população brasileira; Centro-Oeste, com 16%, 19% e 6%; Sul 7%, 7% e 15%; Sudeste 6%, 11% e 43%; e Nordeste 3%, 18% e 29%, respectivamente.

Segundo Tundisi (2003), a produção de alimentos, principalmente devido à irrigação, é a atividade que mais utiliza água no mundo, enquanto no Brasil a demanda estimada de água pelo setor agrícola é semelhante a do mundo, sendo a atividade que mais a utiliza, totalizando 72% dos recursos hídricos e no estado de São Paulo, a irrigação consome cerca de 40% dos recursos hídricos (Figura 1).

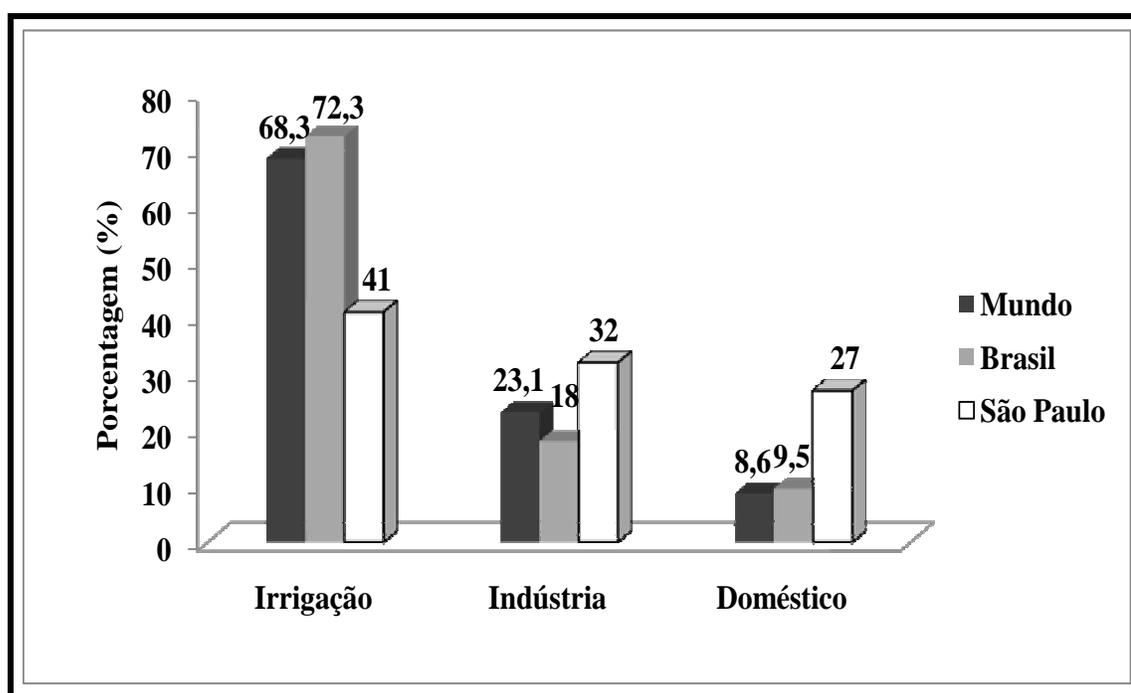


Figura 1. Consumo de água dos recursos hídricos do planeta (TUNDISI, 2003).

O privilégio do Brasil quanto aos recursos hídricos não se resume apenas às águas superficiais deve-se considerar também a significativa presença de água subterrânea. Nesse sentido destaca-se o Aquífero Guarany (no estado de São Paulo -Aquífero- Botucatu) que é um dos maiores reservatórios subterrâneos do mundo, abrangendo sete estados brasileiros, além de regiões do

Uruguai, Paraguai e Argentina. No Brasil, estima-se que cerca 40% da água destinada ao abastecimento urbano é de origem subterrânea (BREDA, 1999).

Mais de 120.000 Km³ de água já se encontram contaminadas, podendo esse numero chegar a 180.000 km³ em 2050, caso o ritmo de contaminação seja mantido. A falta de acesso à água de boa qualidade e ao saneamento resulta em centenas de milhões de casos de doenças de veiculação hídrica e mais de 5,0 milhões de mortes a cada ano. Estima-se que entre 10.000 e 20.000 crianças morrem todo dia vítimas de doenças de veiculação hídrica. Cerca de 1/3 da população vive em países onde a falta de água vai de moderada a altamente impactante e consumo representa mais de 10% dos recursos renováveis da água; mais de 1 bilhão de pessoas têm problemas de acesso à água potável, 2,4 bilhões não têm acesso a saneamento básico (PNUMA, IETC, 2001; UNESCO, 2003).

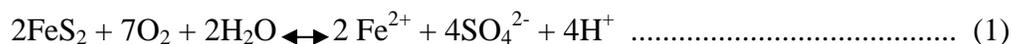
O consumo mundial de água nas últimas décadas tem se intensificado drasticamente, pois o crescimento populacional acelerado impulsionou o desenvolvimento industrial e a necessidade do aumento na produção de alimentos. A escassez e a poluição de água é um dos problemas decisivos do próximo século. A água é um recurso natural com possibilidade de ser aproveitado intensamente, porém, a poluição está mudando a quantidade e qualidade destas ao longo dos anos e se tornando escassa em alguns países (ROTSTEIN, 1996). Segundo Ribeiro (2003), os países ricos, como Estados Unidos, França, Itália, entre outros sofrerão mais com a falta d'água, em 2050, e o Brasil pode se tornar um país fornecedor de água doce para outros, exportando esse produto fundamental à existência humana.

Ainda segundo alguns autores, usos específicos podem ter diferentes requisitos de qualidade. Assim, uma água pode ser considerada de melhor qualidade, se produzir melhores resultados ou causar menos problemas. Quando se utiliza o termo “qualidade de água”, é necessário compreender que não se refere a um estado de pureza, mas simplesmente às características químicas, físicas e biológicas, e que conforme essas características são estipuladas diferentes finalidades para água (LIMA & CHAVES, 2008).

A água para ser consumida pelo homem não pode conter substâncias dissolvidas em nível tóxico e nem transportar, em suspensão microorganismos patogênicos que provocam doenças (MERTEN & MINELLA, 2002). Quando é utilizada na irrigação a água não pode conter sais em excesso para não prejudicar as plantas e o solo, e nem conter substâncias dissolvidas que possam causar danos ao entupimento. Enquanto na indústria, depende de algumas características físico-químicas, água

quando não submetida ao devido tratamento pode ocasionar incrustação e corrosão dos equipamentos, diminuindo sua vida útil (LIMA & CHAVES, 2008).

De acordo com Ayers & Wescot (1991), praticamente todas as águas contém oligoelementos em concentrações que não excedem alguns mg.L^{-1} , não sendo tóxicos, e sim essenciais para o crescimento das plantas como Fe, Mn, Mo e Zn. O ferro está presente em solos e minerais, pirita, magnetita, biotita e piroxênios, geralmente em forma insolúveis, como óxido de ferro (FeO) e sulfato de ferro (FeSO_4), e em outro carbonato de ferro, o que é solúvel. A água carregada de oxigênio penetra no solo atingindo no lençol freático, algumas vezes, observa-se um aumento no conteúdo do ferro, ocorrendo oxidação da pirita (FeS_2), forma insolúvel de ferro, formando sulfato de ferro solúvel, na seguinte equação:



Segundo Da Costa (2000), quando expostas ao ar (oxidadas), águas com ferro turvam-se pela formação do Hidróxido Férrico – Fe(OH)_3 , conforme as equações:



O homem necessita de até 19 mg de ferro por dia, porém os padrões de portabilidade exigem que uma água de abastecimento público não ultrapasse os $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$, encontra-se no artigo 16 da portaria MS 518/2004. A água contendo ferro não é prejudicial ao homem, porém quando ultrapassados este limite à água perde as características estéticas da água, o sabor fica ruim, e a cor amarelada (LIMA & CHAVES, 2008).

A qualidade da água para irrigação está correlacionada com a interpretação correta dos parâmetros analisados com seus efeitos no solo, na cultura e no manejo da irrigação, os quais necessários para controlar ou compensar os problemas (BERNARDO, 2005). De acordo com National Academy of Science (1972) e Pratt (1972), as concentrações máximas para as plantas de oligoelementos recomendáveis para irrigação aplicados $5,00 \text{ mg.L}^{-1}$ de Fe não é tóxico quando em

solos com boa aeração, porém contribuí para a acidez e indisponibilidade de fósforo e do molibdênio. Nakayama e Bucks (1986) relatam que ferro total em concentrações superiores a 0,2 mg/L na água de irrigação pode resultar em precipitação e obstrução de tubulações e emissores, ocasionando danos moderados ao sistema.

O uso da irrigação tem sofrido sérias críticas ultimamente, principalmente quando relacionadas com os problemas de escassez de água e de energia. Assim, tornam-se necessários esclarecimentos técnicos fundamentados para que ações não sejam concretizadas na tentativa de resolver os problemas de falta de água, resultando em dificuldades ainda maiores à utilização dessa técnica pelos agricultores. Estimativas indicam que até o ano 2025, a irrigação deverá expandir entre 20 a 30% para atender a crescentes demanda de alimentos (LIMA & CHAVES, 2008).

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água. No entanto, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido a que no passado, as fontes de água eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização. Essa situação, todavia, está se alterando em muitos lugares. Atualmente para evitar a falta de água futura implica que, tanto para os projetos novos como para os antigos que requerem águas adicionais, tem-se que recorrer às águas de qualidade inferior, para evitar problemas conseqüentes (AYERS & WESTCOT, 1991).

Segundo Bernardo et al. (2006), a escolha do método de irrigação deve ser baseada na viabilidade técnica e econômica dos sistemas, considerando-se a topografia do terreno, tipo de solo, clima, cultura, manejo de irrigação, quantidade e qualidade de água disponível. Portanto, uma das maneiras de se promover o aumento da área irrigada de forma sustentável é optar, sempre que técnica e economicamente viável, pela implantação de sistemas de irrigação localizada, com baixo consumo de água e energia.

2.2 Irrigação localizada

No Brasil, o primeiro projeto de irrigação foi realizado na Fazenda Santa Cruz, no estado do Rio de Janeiro, por volta de 1589 (BERNARDO et al. 2005). Na evolução tecnológica dos emissores utilizados em gotejamento, predominou no fim dos anos 60 até meados dos anos 70, os emissores tipo microtubo, também denominados “spaghetti”, usado em irrigação de vasos em estufas. Os microtubos, além de sua simplicidade, possibilitam ajustar o seu comprimento, antes ou após a sua instalação no campo, a fim de ajustar a vazão. Porém, são mais sensíveis à variação da vazão com a

variação da temperatura e a mudança de posição da extremidade livre em razão da ação do vento ou dos tratamentos culturais (BERNARDO, 1995).

Os produtores compravam mangueiras plásticas, com espessura de parede de 0,5 a 1,5 mm, o microtubo. Faziam um furo na mangueira e inseriam um pedaço de microtubo de comprimento e diâmetro variável com o objetivo de atingir boa uniformidade de emissão de água. Nos anos 90, intensificou-se no Brasil a importação de mangueiras gotejadores para a irrigação de hortaliças e frutas anuais. A partir de 2000, a fabricação nacional se tornou possível devido ao ganho de escala ocorrido em função do volume comercializado (ANDRADE, 2005).

Segundo Christofidis (2002), o Brasil ocupa 12ª posição, com uma das menores áreas irrigada/área cultivada com 3,2 milhões de ha, quando comparado com a Índia que se encontra em primeiro lugar com 59,0 milhões de ha, seguido do EUA com 22,0 milhões de ha, e Paquistão com 18,0 milhões de ha, e em quarto 4,8 milhões de ha a Indonésia. Christofidis (2005), o Brasil tem um total de área plantada 58,461 milhões de hectares, sendo que desse total apenas 3,44 milhões de hectares é irrigado (Quadro 1).

Quadro 1. Indicadores de áreas plantadas e irrigadas dos 62 principais cultivos (2003/04).

Brasil/Regiões	Área Plantada Total (hectares)	Área Irrigada (hectares)	Área Irrigada/ Área Plantada Total (%)
Brasil	58.460.963	3.440.470	5,89
Norte	2.559.701	99.680	3,89
Nordeste	11.974.671	732.840	6,12
Sudeste	11.750.700	988.080	8,41
Sul	19.222.360	1.301.660	6,77
Centro-Oeste	12.953.531	318.210	2,46

Fonte: Christofidis (2005).

Os métodos mais utilizados apresentam a seguinte distribuição: inundação 33% e sulcos 18%, os Estados de Rio grande do Sul e Santa Catarina ocupam 1.016 e 118.200 milhões de ha, respectivamente; aspersão mecanizada 21% e aspersão convencional 20%, os estados de Minas Gerais e São Paulo ocupam 107.970 hectares e 106.210 hectares, respectivamente; e irrigação localizada com 8%, sendo que no Estado de São Paulo a irrigação localizada ocupa área de 57.000 hectares (TELLES & DOMINGUES, 2006).

A irrigação localizada por gotejamento é um método em que a água é aplicada ao solo em pequenas quantidades, porém, com alta frequência, diretamente sobre a região radicular, com o uso de emissores colocados ao longo de uma linha de distribuição (denominada “lateral”) de modo a manter o teor de água do solo, próximo à capacidade de campo (HOWELL & HILLER, 1974; BURT & STYLES, 2000).

Os dois principais sistemas de irrigação localizada são o gotejamento e a microaspersão, e existem inúmeros tipos de emissores para as mais distintas culturas e sistemas de produção o que vem permitindo grandes expansões na utilização desse sistema de irrigação nas mais diversas condições. A irrigação por gotejamento caracteriza-se pela presença de emissores, através dos quais a água escoia após ocorrer dissipação de pressão ao longo de uma rede de condutos, as vazões de cada emissor geralmente variam de 2 a 20 L h⁻¹ (MANTOVANI et al., 2007). A irrigação localizada compreende a aplicação de água em apenas uma fração cultivada, baixo volume de água, mantendo o solo, na zona radicular das plantas, sob alto regime de umidade (PENTEADO, 2007).

Os gotejadores são emissores, um dos componentes de maior importância nas instalações de irrigação localizada. Toda dificuldade no seu projeto construtivo reside no seguinte problema: os emissores devem ser capazes de dissipar a pressão disponível e aplicar vazões pequenas, constantes e uniformes, em pontos discretos sistematicamente localizados com o objetivo que as laterais e derivações sejam reduzidas (BERNARDO, 1995; BURT & STYLES, 2000).

Segundo Bernardo et al. (2005), a irrigação localizada apresenta algumas vantagens principais: maior eficiência no uso da água: o que permite o controle da lâmina de água aplicada; maior produtividade: com irrigação por gotejamento tem maior frequência de irrigação por dia em menores vazões; maior eficiência no controle fitossanitário: irrigando apenas a faixa do sistema radicular, permite maior eficiência no uso de defensivos; adaptação a diferentes tipos de solos e topografias: por aplicar água em pequena intensidade esse método se adapta em qualquer terreno. Todos os sistemas apresentam algumas desvantagens, sendo um dos problemas mais peculiares e potenciais, ou seja: o entupimento do emissor é o mais sério e isto afeta a taxa e a uniformidade da aplicação da água, aumenta os custos de manutenção e resulta em redução do rendimento da colheita se não for detectado e corrigido.

Santos et al. (2003) afirmam que uma baixa uniformidade de distribuição de água faz com que determinadas plantas irrigadas pelo sistema recebam mais água e adubo do que outras, resultando em um desenvolvimento desuniforme dentro da plantação. Acrescentam ainda que o

excesso de água no solo provoque a lixiviação de nutrientes, a redução na concentração de oxigênio disponível às raízes e pode aumentar a incidência de pragas e doenças, enquanto que a escassez aumenta os riscos de salinização do solo e inibe o potencial produtivo da planta. Além disso, a má distribuição de água no solo poderia prejudicar o manejo da irrigação se o sensor de umidade estivesse instalado em locais onde a vazão do emissor apresentasse alto desvio padrão em relação à média geral do sistema.

Para a avaliação da qualidade da água para a irrigação devem ser definidos padrões e critérios das variáveis físicas, químicas e biológicas e os riscos de danos que essas interferem nos sistemas de irrigação. Nakayma e Bucks (1986) relataram que as variáveis físicas, químicas e biológicas que estão relacionadas com risco de obstrução segundo a qualidade da água de irrigação, são: os sólidos suspensos e dissolvidos, pH, ferro total, manganês, sulfito de hidrogênio e população de bactérias.

O ferro é um micronutriente e tem a sua origem na dissolução de compostos de rochas e solos, sendo um elemento abundante e encontrado nas águas naturais, superficiais e subterrâneas (ESTEVES, 1998). Apresentando-se nas formas insolúvel (Fe^{+3}) e dissolvida (Fe^{+2}), a forma dissolvida ocorre onde existe baixa concentração de oxigênio dissolvido (LIBÂNIO, 2005). A concentração de ferro no meio aquático depende de vários fatores ambientais, sendo o pH, a temperatura e o potencial redox os mais importantes (ESTEVES, 1998).

Atualmente o ferro é um dos principais problemas na água de irrigação devido à capacidade de obstruir fisicamente as tubulações e emissores dos sistemas de irrigação localizada. A oxidação, de Fe^{+2} para Fe^{+3} , o ferro fica retido nas paredes do tubo, ocasionando o aumento nas perdas de cargas e comprometendo o sistema de irrigação. Gilbert & Ford (1986); Nakayama & Bucks (1986), apresentam uma classificação da qualidade da água, em relação ao potencial de entupimento de gotejadores com base em fatores físicos-químicos e biológicos (Tabela 1).

Nos sistemas de irrigação localizada, a eficiência depende diretamente da vazão e uniformidade com que a água é descarregada pelos gotejadores, e o coeficiente de variação de fabricação do emissor, CV_f , não deve ser desprezado por ter grande influência na uniformidade de todo o sistema. Segundo Solomon (1979), os fatores mais significativos que influenciam a uniformidade dos sistemas de irrigação localizada são: entupimento dos gotejadores; número de emissores por planta; coeficiente de variação de fabricação dos emissores; e expoente do emissor, entre outros. Destes fatores

são de responsabilidade da indústria o coeficiente de variação de fabricação e o expoente do emissor (ANDRADE, 2005).

Tabela 1. Classificação da qualidade da água em relação ao potencial de entupimento de gotejadores.

Fator de entupimento	Risco de Entupimento		
	Baixo	Médio	Severo
Físico (mg.L ⁻¹):			
Sólidos Suspensos	<50	50-100	>100
Químicos (mg.L ⁻¹):			
pH	<7,0	7,8-8,0	>8,0
Sólidos dissolvidos*	<500	500-2.000	>2.000
Manganês*	<0,1	0,1-1,0	>1,0
Ferro Total*	<0,20	0,20-1,5	>1,5
Sulfeto de hidrogênio*	<0,20	0,20-2,0	>2,0
Biológico (nº bactéria.L ⁻¹):			
População bacteriana	<10.000	10.000-50.000	>50.000

Fonte: Gilbert e Ford (1986); Nakayama e Bucks(1980)

* Concentração máxima medida, com um número representativo de amostras de água, usando-se procedimentos-padrão para análise, em mg.L⁻¹.

Segundo Bernardo (1995); Denículi et al. (1980); Keller & Karmeli, (1974), a uniformidade de aplicação de água em sistemas de irrigação por gotejamento pode ser expressa através de vários coeficientes, destacando-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), e o coeficiente de variação de fabricação, (CVf). A uniformidade de água às plantas está diretamente ligada ao problema de entupimento dos gotejadores onde uma pequena porcentagem de emissores entupidos pode reduzir de forma significativa a uniformidade de aplicação de água. A má distribuição de água, medida em termos do CUC poderá alterar o perfil de umedecimento, independente do sistema de irrigação utilizado. Estudos sobre a

uniformidade da distribuição e armazenamento de água acima e abaixo da superfície foram conduzidos por Vanzela et al (2002); Zocoler et al. (2002).

É comum expressar a uniformidade de distribuição de água por um coeficiente de uniformidade. Quando este coeficiente é maior ou igual a certo valor arbitrário, a uniformidade de distribuição da lamina de irrigação aplicada na superfície do solo. Muitos coeficientes de uniformidade foram propostos, mais antigo e amplamente utilizado é proposto por Christiansen (1942), a equação 6. Apesar de muitos outros coeficientes terem sido apresentados como alternativas ao de Christiansen; nenhum apresentou vantagens significativas (FRIZZONE, 1992).

Outra medida da uniformidade de distribuição utilizada CUD é a razão entre a média dos 25% menores valores de lâminas de irrigação e a lâmina média aplicada na superfície do solo, sendo calculada pela equação 5. A tabela 2 classifica o CUC e CUD quanto a sua uniformidade de aplicação conforme os autores Keller & Karmeli (1974); Merriam & Keller, (1978); ASAE (1996); Mantovani (2002).

O CV_f depende integralmente do processo e dos cuidados no momento da fabricação. Os emissores são todos feitos de plásticos, que são sujeitos a consideráveis variações. Existem numerosas variáveis de controle nas máquinas injetoras e estruturas, como pressão e temperatura de injeção, velocidade de injeção, temperatura do molde, tempo de processo (ciclo) e manutenção do molde. Quaisquer mudanças nesses fatores causam alterações nas condições de moldagem: temperatura, pressão, e tempo de esfriamento. Tudo isto afeta as características do emissor: tamanho, forma, peso, resistência e a lisura das superfícies (SOLOMON, 1979). O autor não considerou variações que ocorrem em função da qualidade da matéria prima. Com o tempo de uso, a uniformidade tende a diminuir, justamente por outros fatores associados ao desgaste.

O CV_f , é uma medida estatística que avalia a variação do processo de fabricação dos emissores. É utilizado também, para avaliar a variação de fluxo do emissor ao longo de uma linha lateral de irrigação localizada. Apesar de ser impossível a fabricação de um grupo de emissores com o mesmo coeficiente de descarga, a variação resultante do processo de fabricação normalmente tende a distribuir-se em torno de um valor médio (KELLER & KARMELI, 1974). Conforme a ABNT (1986), o coeficiente de variação de fabricação é obtido através da relação entre o desvio-padrão e a média das vazões dos emissores amostrados, pode ser visualizada na equação 7. De acordo com Solomon (1979); Hillel (1982); ABNT (1986); Keller & Bliesner (1990), a Tabela 3 mostra a classificação do CV_f .

Tabela 2: Classificação do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e Christiansen (CUC).

CUD (%)	Uniformidade	CUC (%)	Uniformidade	Fonte
> 90	Excelente			Keller & Karmeli, 1974.
85 < CUD < 90	Boa			
70 < CUD < 80	Regular			
< 70	Ruim			
> 90	Excelente			Merriam & Keller, 1978.
80 < CUD < 90	Boa			
70 < CUD < 80	Regular			
< 70	Ruim			
87 < CUD < 100	Excelente	90 < CUC < 100	Excelente	ASAE, 1996.
75 < CUD < 87	Bom	80 < CUC < 90	Bom	
62 < CUD < 75	Razoável	70 < CUC < 80	Razoável	
50 < CUD < 62	Ruim	60 < CUC < 70	Ruim	
< 50	Inaceitável	< 60	Inaceitável	
		90 < CUC < 100	Excelente	Mantovani, 2002.
		80 < CUC < 90	Boa	
		70 < CUC < 80	Razoável	
		60 < CUC < 70	Ruim	
		< 60	Inaceitável	

Tabela 3. Classificação do coeficiente de variação de fabricação (CV_f) de emissores para gotejamento.

CV_f	Uniformidade	Fonte
$\leq 0,03$	Excelente	
$0,05 < CV_f \leq 0,07$	Média	
$0,08 < CV_f \leq 0,10$	Marginal	Solomon, 1979.
$0,11 < CV_f \leq 0,14$	Pobre	
$> 0,15$	Inaceitável	
Até 10%	Bons	
$10\% < CV_f < 20\%$	Médios	Hillel, 1982.
Acima 20%	Deficientes	
$\leq 10\%$	Boa	
$10\% < CV_f < 20\%$	Média	ABNT, 1986.
$20\% < CV_f < 30\%$	Marginal	
$> 30\%$	Inaceitável	
$< 0,05$	Excelente	
$0,05 < CV_f < 0,07$	Média	Keller & Bliesner, 1990.
$0,07 < CV_f < 0,11$	Marginal	
$0,11 < CV_f < 0,15$	Pobre	
$> 0,15$	Inaceitável	

A obstrução dos emissores é considerada o mais sério problema em irrigação localizada. Afetando adversamente a taxa e uniformidade de aplicação de água, ocorrendo a redução de produção e danos as culturas, caso as obstruções não forem detectadas e eliminadas em tempo hábil (PENTEADO, 2007).

Na literatura, são amplas as citações de equipamento e processos aplicados ao monitoramento com objetivo de manejo da irrigação (BERNARDO, et al. 2006). A uniformidade de distribuição e o controle da aplicação da água são em geral os dois maiores pré requisitos técnicos para uma boa irrigação. A avaliação da irrigação é a parte fundamental do processo, o conhecimento das

características, do funcionamento e das potencialidades de um sistema de irrigação e um aspecto fundamental na influência de um manejo e controle da irrigação (MANTOVANI et al., 2007).

2.3 Cultura do Girassol

A floricultura no Brasil teve sua expansão em meados de 60, e aos poucos foi crescendo, e grande impulso foi dado com a participação das colônias de japoneses e holandeses. Com o aumento da demanda de flores e plantas ornamentais, tanto no mercado nacional como no mercado internacional principalmente de flores cortadas, plantas envasadas e folhagens, a floricultura vem-se expandindo no Brasil, apesar ainda se encontrar pequeno o consumo de flores US\$ 4.00 por habitante/ano comprado com a Argentina US\$ 25.00 e na Europa US\$ 135.00 por habitante/ano (TOMBOLATO, 2004).

A floricultura e o cultivo de plantas ornamentais são considerados formas avançadas de agricultura, fazendo uso de técnicas modernas, sendo um dos setores de maior rentabilidade por área cultivada. O mercado interno de flores e plantas ornamentais em 2005 exportava US\$ 1,2 bilhão ao ano, as flores em vasos representavam 50%, as de corte 40% e as plantas ornamentais 10%; sendo que 70% da produção concentravam-se no Estado de São Paulo.

Acreditou-se por muitos anos que o girassol (*Helianthus annuus* L.), era originária do Peru, após estudos descobriram resquícios de uma semente carbonizada e um aquênio parcialmente carbonizada por volta de 2875-2575 a.C. e 2867-2482 a.C., respectivamente, na região Tabasco, México (LENTZ et al., 2001). Foi introduzido na Europa 1510, cultivada como girassol ornamental e plantas produtoras de alimentos. Por volta de 1830 a Rússia começou a utilizar como fonte de óleo comestível e evoluindo para outros países (PUTT, 1997). No Brasil iniciou-se na região sul trazida pelos colonos europeus, iniciou-se o cultivo comercial em 1902 em São Paulo (PELEGRINI, 1985).

O termo Girassol (*Helianthus annuus* L.) deriva do grego *hélíos*, que significa sol, e de *anthus*, que significa flor, ou “flor do sol”, uma característica da planta é girar a inflorescência, seguindo o movimento do sol (SEILER, 1997). É uma dicotiledônea anual, ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Asteroideae e tribo Heliantheae, compreendendo 49 espécies, 19 subespécies, sendo 12 anuais e 37 perenes (JOLY, 1993). Varias espécies são comercializadas pelo valor ornamental tais como, *Helianthus argophyllus* T. y G., *Helianthus debilis* Nutt., *Helianthus*

decapetalus L., *Helianthus mazimiliani* Schrad e *Helianthus salicifolius* A. Dietr. Possui um sistema radicular pivotante e em solos podem alcançar até dois metros de profundidade, com um grande conjunto de raízes secundárias, sendo que 80% a 90% dessas raízes estão compreendidas nos primeiros 10 cm de profundidade (MERRIEN, 1992).

O caule é herbáceo e cilíndrico, em híbridos e variedades comerciais, não ramificam, sendo haste única, atingindo o diâmetro entre 1 a 8 cm e altura entre 0,7 a 4,0 m (DE CAMPO LEITE et al., 2005). Segundo Pelegrini (1985); Rossi (1998); Castro & Farias et al. (2005), o caule do girassol ereto, vigoroso, estriado longitudinalmente, fistulado e oco, cheio de um tecido aquoso e esponjoso que desaparece na maturação, pubescente e áspero, possuindo coloração verde até o término da floração, tornando-se amarelo e, a seguir, pardacento na época da colheita.

A inflorescência do girassol, chamada capítulo, é a parte mais valorizada na comercialização desta espécie. O capítulo é a formação na parte do ápice do colmo de um alongamento discóide, constituindo um receptáculo onde há a inserção das flores. Este receptáculo apresenta as brácteas compridas e ovais, acuminadas, ásperas e pilosas e pode ser côncavo ou convexo. O diâmetro do capítulo varia geralmente de 10 a 40 cm, dependendo da variedade ou híbrido e das condições do desenvolvimento, devido ao clima e solo (ROSSI, 1998). Segundo Ungaro (2000), quando abertas duram de 5 a 10 dias, dependendo do tamanho do capítulo, da temperatura do ambiente e manejo.

Espécies cultivadas para fins ornamentais, originalmente, flores radiadas e as lígula de coloração amarelo a laranjada ou com pigmentação vermelha (ROSSI, 1998). Segundo Pelegrini (1985) os floricultores geralmente se interessam pelas variações na coloração das flores de girassol, na estrutura e no tamanho das lígulas, devido à sua exuberância e seu valor ornamental.

O aquênio é o fruto do girassol. Ele possui uma semente e a casca, onde as suas dimensões variam de sete a vinte e cinco milímetros no comprimento, podendo haver até dois mil aquênios em um capítulo. O peso de mil aquênios varia de quarenta a duzentos gramas, dependendo da variedade (PELEGRINI, 1985). Nas novas variedades de girassol ornamental, tanto as flores da periferia quanto às do disco são estéreis, devido ao fato da produção de pólen ser indesejável para confecção de arranjos florais (NEVES, 2003).

O desenvolvimento do girassol entre a semente e a maturação fisiológica é uma seqüência, que é caracterizada por alterações morfológicas e fisiológicas que se produzem em todo o ciclo da planta (ROSSI, 1998), sendo consideradas como fases fenológicas, separadas por estádios fenológicos (CONNOR & SANDRAS, 1992). Muitas práticas culturais que requerem o conhecimento

de uma fase específica para o seu melhor emprego, como aplicação de adubação de cobertura, de herbicida pós-emergente, regulador vegetal entre outras atividades, podem ser adequadamente executadas quando se refere, de forma precisa, a esta fase (CASTRO & FARIAS et al., 2005).

Segundo ROSSI (1998), a escala proposta por SCHNEITER & MILLER (1981), teve como premissa a divisão do desenvolvimento da planta do girassol em duas fases distintas: Vegetativa (V) e Reprodutiva (R). Na fase vegetativa (V) compreende da germinação até a formação inicial do broto floral, sendo VE (emergência) número de dias de plantio até o aparecimento da plântula, observa-se a primeira folha de tamanho menor que 4 cm., e V1, V2, ..., Vn é a formação de folhas dividida de acordo com o número de folhas de comprimento maior que 4 cm. Na fase reprodutiva (R) é o aparecimento do botão floral à maturação dos aquênios representa; R1 surgimento de pequeno broto floral que aparece quando se observa a planta de cima; R2 e R3 são fases de alongamento; R4, R5 (R5.1, R5.2...R.5.9) e R6 referem-se às fases do florescimento; R7 e R8 fases de desenvolvimento dos aquênios; R9 refere-se à fase de maturação dos aquênios.

Segundo Castro & Farias et al. (2005), primeiro as folhas se desenvolvem em disposição oposta, até as fases fenológicas de V4 a V8. A partir desta fase, a disposição das folhas apresenta-se como um espiral em filotaxia alternada. Este fator é importante, pois é quando existe a mudança do modo de inserção das folhas que marca a passagem da fase vegetativa para a fase reprodutiva, ocorrendo à diferenciação do botão floral (MERRIEN, 1992).

No Brasil, a maioria de seu território é apta para o cultivo de girassol, por apresentar condições climáticas satisfatórias; é uma cultura que apresenta uma época de semeadura muito ampla, podendo ser planta durante o ano todo, tendo a disponibilidade de água (SICHMANN et al, 1970). O girassol se adapta bem em condições variáveis de temperatura, consideráveis a faixa entre 8°C e 34°C, ou seja, para o melhor desenvolvimento da planta. De acordo com Reyes et al. (1985), o girassol se adapta bem a condições variáveis de temperatura, considerando-se a faixa entre 18°C e 24°C como a melhor para o desenvolvimento da cultura. Durante as primeiras fases do seu ciclo (0 a 40 dias) a planta apresenta resistência às baixas e à seca, sendo que nas fases seguintes, o frio excessivo e a falta de água provocam alterações nas plantas, ocasionando uma queda na produção (WEISS, 1983).

O consumo de água pelo girassol varia em função das condições climáticas, da duração do ciclo e do manejo do solo e da cultura, sendo que as necessidades hídricas podem variar de 200 mm até mais de 900 mm por ciclo (UNGER, 1990). Segundo Vrânceanu (1977), as fases de desenvolvimento das plantas mais sensíveis ao déficit hídrico são do início da floração até final do

enchimento de aquênios. A irrigação é praticada em regiões onde o desenvolvimento da planta precisa se atendida o ano todo com objetivo de suplementar a chuva, aumentando, assim, o crescimento das plantas, a qualidade do produto e a produtividade (REICHARDT, 1990).

Segundo Reyes et al. (1985), o porte final depende do genótipo, mas normalmente ultrapassa 1,60 m, podendo chegar a 3,00 m de altura. Esse grande crescimento natural tem sido entrave para que se explore o girassol como planta ornamental, já que apresenta facilidade de propagação, curto tempo para a colheita, e, segundo Anefalos & Guilhoto (2003), uma inflorescência bastante atrativa e muito procurada para a confecção de arranjos e vasos. Os reguladores vegetais, em sua maioria, são compostos sintéticos, que são utilizados para reduzir a altura das plantas, de uma maneira que não altere os padrões ambientais e morfológicos das mesmas e que não possua caráter fitotóxico (RADEMACHER, 2000). O resultado é a redução da divisão celular sem ocasionar fitotoxicidade e a conseqüência morfológica direta é a redução do vigor vegetativo (SILVA et al., 2003).

O controle da altura tem um papel importante em plantas ornamentais, pois elas em seu estado original, com o porte elevado, requerem mais espaço e incorrem em custos de transporte mais elevados (HAYASHI et al., 2001). Com o porte reduzido, além de ser mais apropriado para o transporte, há uma demanda maior para plantas mais compactas no mercado onde a estética do produto determina o valor de mercado da planta (MCMAHON & KELLY, 1999). Existem vários reguladores vegetais que inibem a biossíntese de giberelina, cada um com forma de aplicação, conceito e técnicas diferentes, aos quais se adequam à cultura e a forma de cultivo ideal de cada espécie (LATIMER, 2001), garantindo assim, uma forma mais eficiente de alcançar a resposta desejada.

São usados há muitos anos a fim de manipular o tamanho, a forma e a qualidade total de colheitas na floricultura. Deve-se observar se o regulador vegetal escolhido mantém a qualidade estética e altura de haste compatível com o tamanho do recipiente, da preferência do mercado e das espécies (ARTECA, 1995). O uso de reguladores vegetais é amplamente difundido na floricultura. Isso porque eles podem controlar o porte da planta, podem estimular a ramificação lateral, podem promover a floração (BAILEY & WHIPKER, 1998). Os reguladores vegetais mais utilizados atualmente para a redução de porte em flores são Daminozide, Chlormequat, paclobutrazol, uniconazole e flurprimidol (CASTRO, 1994).

Um substrato é ideal quando satisfaz as exigências físicas e químicas, e contenha quantidades suficientes de elementos essenciais (ar, água, nutrientes minerais) ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Os aspectos principais nas propriedades físicas de um substrato são as

propriedades das partículas que compõem a fração sólida (forma e tamanho), superfície específica e característica de interação com a água (higroscopicidade) e a geometria do espaço poroso formado entre essas partículas. Dependendo das propriedades das partículas e da forma como o material é manuseado, principalmente da densidade de enchimento no recipiente, será a porosidade total e o tamanho dos poros (GRUSZYNSKI, 2002), de fundamental importância para o desenvolvimento das raízes.

As propriedades químicas mais importantes de um substrato são a capacidade de troca de cátions (CTC), o pH, o teor de matéria orgânica e a salinidade, sendo que a nutrição das plantas é de responsabilidade do produtor (SCHMITZ et al., 2002). A faixa de pH ideal para um substrato varia muito de acordo com a espécie a ser cultivada, porém pode-se considerar como de 5,5 a 6,5, onde ocorre a disponibilidade da maioria dos nutrientes (ANSORENA, 1994; BAUMGARTEN, 2002). A densidade global deve ser de 0,45 a 0,55 g cm⁻³, a porosidade total entre 75 e 85%, exceto para a fibra de coco, que possui porosidade de 98% e capacidade máxima de retenção de H₂O (ml 50cm⁻³) entre 20 e 30 ml (GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

As informações a respeito da nutrição mineral e adubação são ainda pouco frequentes para a cultura do girassol. A carência de informação é maior ainda no que se refere à fertirrigação associada ao cultivo em substrato, embora tenha ocorrido um avanço na pesquisa nos últimos anos, especialmente em referência à nutrição mineral, como se observa nos trabalhos de BRAGA (2009); WATANABE (2007); LOBO (2006); NEVES et al. (2005). Entretanto, há produtores que se apoiam em padrões de adubação previamente estabelecidos, resultando na aplicação de doses, às vezes, insuficientes ou excessivas de fertilizantes, ocasionando desequilíbrio na nutrição mineral das plantas e, com efeito, na produção de plantas sem padrão de qualidade. Neste sentido, o manejo inadequado da solução nutritiva pode promover, além do desbalanço nutricional da cultura, a salinização do substrato que resultará em problemas de toxicidade com reflexos negativos na produtividade e qualidade dos produtos como evidenciaram MORGAN et al. (1980).

A escolha da solução nutritiva, no entanto, depende de fatores ligados à própria solução, às vezes condições climáticas e à espécie vegetal estudada. Por outro lado, a sua composição varia com o crescimento da planta. Tal variação causa decréscimo nas quantidades de sais disponíveis para as raízes, levando a alteração qualitativa, uma vez que, nem todos os elementos são absorvidos nas mesmas proporções (SARRUGE, 1975). Dentro desse enfoque deve ser destacada a carência de trabalhos na literatura, que avaliem o girassol ornamental, associando com micronutriente o ferro.

O período em que ocorre maior taxa de absorção nutriente e crescimento mais acelerado da planta de girassol é a fase imediata após a formação do botão floral até o final do florescimento. O girassol extrai grandes quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio do solo, comparado com soja, trigo e milho (Machado, 1979). Entre tais culturas, somente a soja extrai mais nitrogênio que o girassol (Vranceanu, 1977).

Sfredo & Sarruge (1990) descreve a exigência nutricional de acordo com ciclo vegetativo, de maneira geral, tanto para macro e micronutrientes, acompanha a taxa de acumulação de matéria seca durante o estagio vegetativo até final da floração. Malavolta (2006), divide-se macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S); e micronutriente, boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn).

O Fe é considerado um elemento ubíquo devido à frequência com que aparece no planeta Terra – das rochas aos seres vivos. È o quarto elemento mais abundante nas rochas da litosfera; forma compostos estáveis com S, O e Si (KRAUSKAPF, 1972).

De acordo com Barbosa Filho (1991), a concentração de Fe de 50 a 1680 mg/L é tóxica. Ayers & Westcot (1991), consideram que aplicações deste elemento não devam exceder à quantidade requerida pelas plantas para seu desenvolvimento; altas concentrações reduzem o crescimento e provocam acumulações indesejáveis no tecido e aplicações em excesso eventualmente podem se converter em colheitas inaceitáveis.

De Campo Leite (2005), descreve os sintomas de deficiência de ferro em plantas jovens, clorose internerval pálida amarelada, podendo evoluir para necrose; nas folhas mais velhas clorose internerval de coloração quase branca e nervuras em destaque, seguida de necrose e deformação das folhas. O excesso pode causar menor absorção de P, K, Ca, Mg e Mn, causando toxidez; o Fe participa de funções das mais importantes, como fotossíntese, respiração, fixação biológica de nitrogênio, assimilação do N e S, e balanço hormonal (MALAVOLTA, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, pertencente à Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, Estado de São Paulo, com coordenadas geográficas de 21°51' latitude sul, 48°26' longitude oeste e altitude de 786m (MARTINS, 2003).

Essa pesquisa foi desenvolvida em duas fases independentes entre si, onde o objetivo verificar a produtividade do girassol ornamental cultivar 'Sunflower F1 Sunbright Supreme' e desempenho dos gotejadores. Na fase I foram testadas quatro diferentes concentrações de ferro na água de irrigação para averiguar a influência desta na cultura do girassol em viveiro, em período compreendido de 08 de Maio a 13 de Julho de 2009. Na fase II foram testados três diferentes níveis de ferro para analisar uniformidade dos emissores em laboratório, em 01 de Dezembro de 2009 a 10 de Maio de 2010.

3.1 Fase I

3.1.1 Localização

A fase I do experimento foi conduzida no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas, pertencente à Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, Estado de São Paulo. As plantas foram conduzidas em casa de vegetação, com as dimensões de 37,50 m de comprimento, 5,00 m de largura, 1,50 m de pé direito e 3,00 m de altura do vão central (Figura 2).



Figura 2: Casa de vegetação utilizada na fase I do experimento, no Departamento de Engenharia Rural. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Neste período as temperaturas mínimas variaram entre 4°C e 26°C e as temperaturas máximas entre 21°C e 36°C. Para as medidas de temperatura no cultivo protegido, utilizou-se termômetro de máxima e mínima, onde os valores decorrentes da temperatura em 24 h eram coletadas entre 9 e 11 h da manhã. Os registros das temperaturas máxima, média e mínima no período experimental, entre 08/05/2010 e 13/07/2010 são demonstrados na Figura 3.

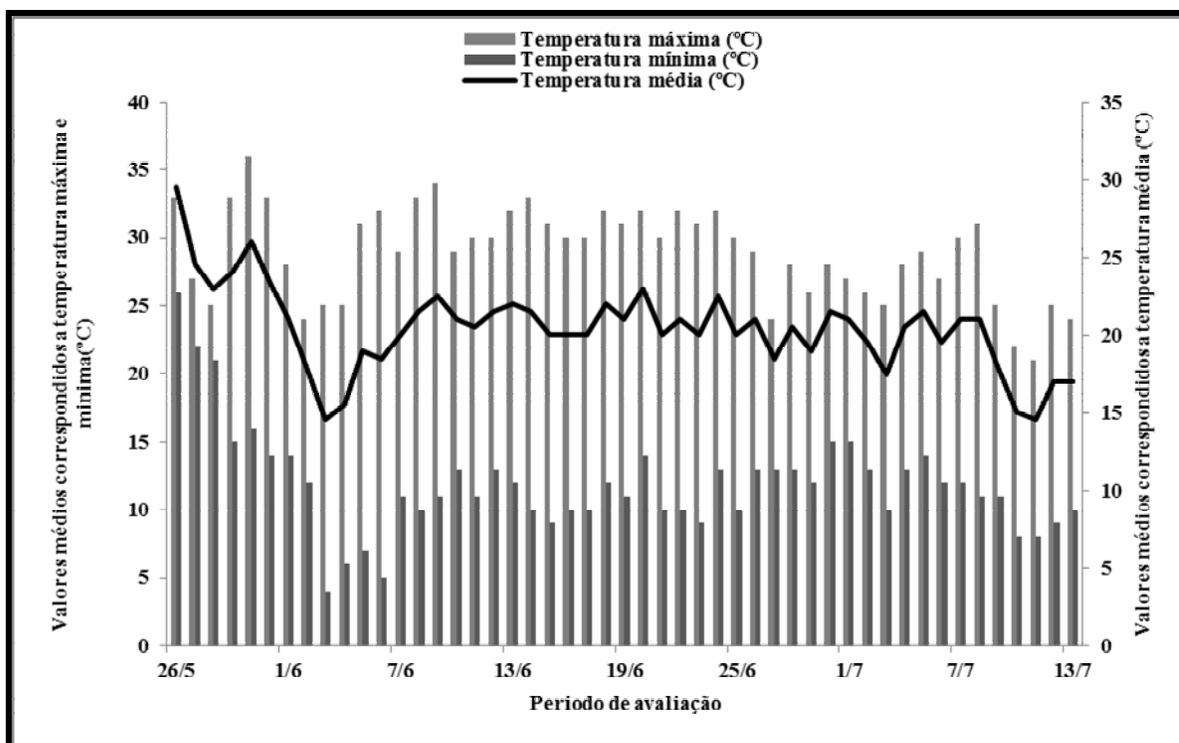


Figura 3: Variação da temperatura do ar (°C), da casa de vegetação, no período de desenvolvimento do experimento. Botucatu, SP, FCA-UNESP.

3.1.2 Condução do experimento

Foram utilizadas sementes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) cultivar ‘Sunflower F1 Sunbright Supreme’ da SAKATA[®], a semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido com 128 células com uma semente por célula, sendo semeadas a 1 cm de profundidade, preenchidas com substrato a base de casca de pinus, turfa, carvão, macro e micro nutrientes mistura pronta para uso e para plantio de flores, folhagens em vasos, canteiros e plantas ornamentais; possuindo pH= 5,8, C.E.= 1,1 mS, teor de água= 52%, CRA= 150 mL L⁻¹, TopGraden, Floreira. Posteriormente, as mudas na fase de desenvolvimento do período vegetativo de emergência (VE), com as folhas cotiledonares completamente expandidas, e início de formação das folhas verdadeiras menores do que 4 cm, demonstrada no Apêndice 1, com 9 dias após semeadura – DAS, foram transplantadas em vasos plástico rígido número 15, com capacidade para 1.300 mL, dimensões de 12,20 cm de altura, 9,80 cm com de base e 14,80 cm de diâmetro de superfície, preenchidos o mesmo substrato.

Após a colheita das plantas de girassol ornamental o substrato utilizado no vaso teve as características físicas analisadas em laboratório de pesquisa de solos no Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – FCA) Campus de Botucatu/SP. E as químicas analisadas no Instituto Agrônômico de Campinas/SP, no Centro de Solos e Recursos Agroambientais “Laboratório de Análise de Solo e Planta”.

Foram determinadas as seguintes características: físicas - a densidade do material úmido e seco (D.U. e D.S.), porosidade total (P.T.), sólidos (S), espaço de aeração (E.A.), água disponível (A.D.), água tamponante (A.T.), água remanescente (A.R.), e curva de retenção de água (Cra) foram realizados segundo metodologia descrita por Brasil (2007). O potencial máximo de retenção de água do material foi de 50,8%, subdivida em três tipos: água disponível, água tamponante e água remanescente. O substrato pôde armazenar e dispor a cultura apenas 5,5% de água, o que fez ser necessária maior frequência da irrigação (Tabela 4). Químico - pH, umidade (U), macronutrientes e micronutrientes (Tabela 5).

Tabela 4. Análise física do substrato. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

D.U. (Kg/m ³)	D.S. (Kg/m ³)	P.T.	S.	E.A.	A.D.	A.T.	A.R.	Cra (v/v)	Cra (m/m)
		----- % -----							
762	574,4	57,1	42,9	6,3	5,5	4,9	40,5	50,8	35,7

Tabela 5. Análise química do substrato. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Substrato		pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Cu	Mn	Zn	U
Emissores		----- g.Kg ⁻¹ -----						----- mg.Kg ⁻¹ -----						%
0,0	Amanco	5,6	5,1	1,0	2,2	7,9	16,8	0,6	3,8	78,6	30,1	188,8	38,9	30,1
0,5	Amanco	5,6	4,4	1,5	2,7	7,1	17,5	1,0	15,7	81,2	37,2	213,4	51,6	29,9
1,5	Amanco	5,5	5,5	0,8	1,8	6,9	13,8	0,9	12,9	61,2	24,2	169,3	34,5	13,2
3,0	Amanco	5,6	5,9	0,9	2,0	8,0	14,1	0,8	14,1	68,8	66,5	177,2	40,9	16,3
0,0	Netafim	5,7	5,0	0,9	1,8	7,5	17,0	0,7	3,9	78,9	29,9	187,8	38,8	30,0
0,5	Netafim	5,4	5,1	0,9	1,6	9,0	11,8	0,9	13,9	65,0	25,1	169,2	34,7	32,1
1,5	Netafim	5,7	5,7	1,0	2,3	7,0	16,7	0,9	15,3	75,7	28,5	204,2	39,2	11,9
3,0	Netafim	5,5	4,9	0,8	1,5	0,016	17,7	0,8	12,6	58,6	20,3	154,9	32,7	11,7
Neutro		5,5	0,002	0,002	0,053	0,016	0,014	0,001	0,001	0,08	0,04	0,001	0,04	24,6

O ciclo do girassol ornamental foi de 67 dias, de acordo com a intensidade luminosa. É uma planta de dia curto, sendo mais precoce no inverno; onde a utilização de iluminação artificial nesse período favorece o aumento do ciclo, o que vem a contribuir com o desenvolvimento mais uniforme. Para tanto, faz-se necessário o uso de iluminação artificial, das 17h00min às 19h00min

com lâmpadas incandescentes de 100 watts e 220 volts. A iluminação artificial foi mantida até que as plantas atingissem o estágio V6 (com 6 folhas bem formadas).

Para a manutenção do porte da planta, utilizou-se regulador de crescimento vegetal chlormequat 10% (nome comercial Tuval[®]), na concentração de 1.500 mg.L⁻¹, aplicados quinzenalmente durante o desenvolvimento da cultura, totalizando três vezes, sendo a primeira aplicação 15 DAS, quando as plantas estavam com aproximadamente 6 cm de altura (SABBAGH, 2008). As aplicações foliares do regulador vegetal Cloreto Chlormequat foram realizadas entre oito e nove horas da manhã, a uma altura 40 cm de altura das plantas de girassol ornamental. Estas aplicações foram realizadas com pulverizador costal manual, pressurizado por CO₂ com capacidade de 5L. O equipamento foi regulado para proporcionar volume de 200 L.ha⁻¹. A barra de aplicação foi equipada com 5 pontas tipo jato plano "Teejet" DG 11002, distanciados 50 cm entre si. As aplicações foram quinzenais permitindo uma boa cobertura das folhas e da haste, sem que houvesse escorrimento da calda.

Na análise da água foram determinados os teores macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S, g.Kg⁻¹) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn, mg.Kg⁻¹), pH e condutividade elétrica (C.E.), quatro amostras, seqüenciais até comprovar valores constantes de Fe (0,50 mg), retiradas com garrafa de 300 ml, previamente etiquetadas, e encaminhada para o Laboratório de Análise do Departamento de Recursos Naturais, Ciência do Solo da FCA, pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – FCA) Campus de Botucatu/SP (Tabela 6).

Desta água utilizou-se como fonte de água para irrigação, água da Lagoa do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas, pertencente à Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, estado de São Paulo. Esta água possui um teor de água natural de 0,5 mg/L, o que variou para os demais tratamentos e foi completada com sulfato de ferro, como a pesquisa testou três tipos de teores de ferros na água (0,5; 1,5 e 3;0 mg/L). Diariamente foram realizadas análises de ferro na água para manter o teor de ferro constante em cada tratamento na irrigação (descrição na Fase 2). A irrigação foi feita três vezes ao dia na Fase vegetativa por 30 segundos, e na Fase reprodutiva por 1 minutos, numa vazão de 4,00 L.h⁻¹.

Tabela 6. Resultados da análise da água da lagoa. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Amostras	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	pH	C.E.
	----- mg.L ⁻¹ -----											mS	
Água Lagoa	7	4	6	0	0	5	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	6,90	0,022

3.1.3 Delineamento do experimento

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, empregando o esquema fatorial 4 x 2 (4 teores de ferro e 2 emissores), em 4 repetições e 20 plantas por parcela, um vaso compostas por uma planta, constituindo um total de 160 vasos, onde testaram uma testemunha e três doses de ferro na água (zero; 0,5; 1,5; e 3,0 mg L⁻¹), e dois tipos de gotejadores um autocompensando e outro normal (Tabela 7).

Os vasos foram espaçados de 20 em 20 cm, os mesmos foram colocados sobre tijolos, dispostos no chão da estufa (Figura 4) para que não houvesse contato direto com solo e na Figura 5 apresenta-se o croqui da área experimental. Em cada tratamento foi utilizado um reservatório de água de 150 litros, onde realizou-se diretamente a dosagem do ferro na água armazenada.

Tabela 7: Descrição dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Tratamentos	Doses de Fe ²⁺ (mg L ⁻¹)	Emissores
T1	Zero/Testemunha	Netafim/autocompensante
T2	0,5	Amanco/normal
T3	1,5	Netafim/autocompensante
T4	3,0	Amanco/normal
T5	Zero /Testemunha	Amanco/normal
T6	0,5	Netafim/autocompensante
T7	1,5	Amanco/normal
T8	3,0	Netafim/autocompensante



Figura 4: Vista geral da instalação do experimento de girassol ornamental em casa de vegetação. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

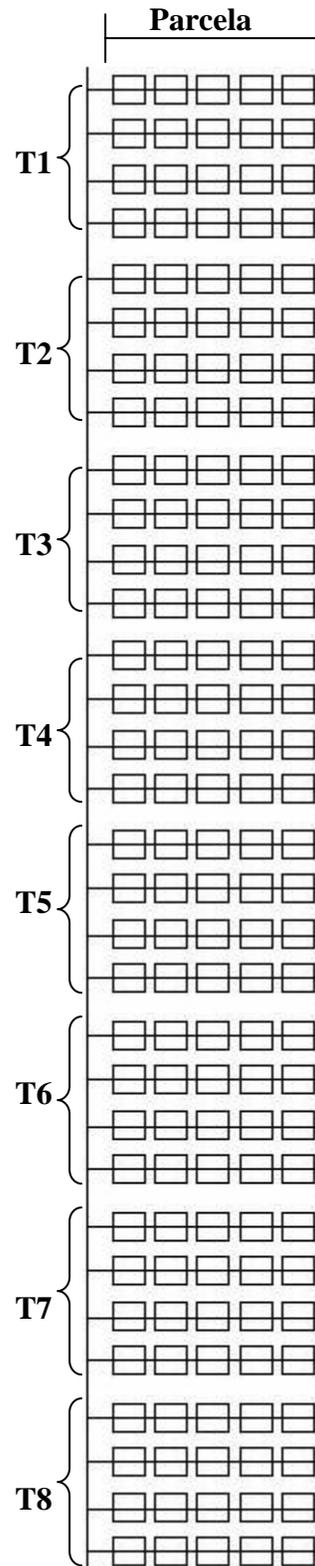


Figura 5: Croqui do experimento de girassol ornamental. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

3.1.4 Variáveis analisadas

Ao final do experimento, foram avaliados os seguintes parâmetros de desenvolvimento das plantas:

A altura da parte aérea (cm) foi medida com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, a partir do colo da planta ao ápice de seu desenvolvimento (distância da superfície do substrato até a inserção do capítulo). O comprimento da haste (cm) medido com o auxílio de régua graduada em milímetros, medindo-se extremidades opostas da planta (Figura 6).



Figura 6: Procedimento de avaliação da altura da parte aérea e do comprimento da haste. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

O número de folhas foi contado manualmente a partir de 1 cm de comprimento. O diâmetro de haste (mm) foi medido com o auxílio de um paquímetro digital, da marca Digimess, na altura do colo da planta. O comprimento do sistema radicular (cm) foi medido com o auxílio de régua graduada em milímetros, medindo-se do colo ao final da raiz.

Massa seca da parte aérea, do sistema radicular, das inflorescências e total (g): foi determinado da seguinte maneira: separou-se a raiz da parte aérea (hastes, folhas e inflorescências), com auxílio de tesoura de poda; lavou em água corrente, colocando o material em sacos de papel e etiquetados; colocou o material para secar em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65° C por 72 horas, até atingir massas constantes. Efetuou-se à pesagem em balança analítica (0,01g)

e o resultado foi expresso em gramas por planta. Obter a massa seca total com a soma das médias da raiz e da parte aérea (Figura 7).



Figura 7: Procedimento de avaliação da massa seca da parte aérea, do sistema radicular e das inflorescências. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

A medida do diâmetro de inflorescências (mm) foi realizada com o auxílio de um paquímetro digital, adotando-se pontos extremos, definidos como horizontal e vertical, perpendiculares entre si. Diâmetro do capítulo floral (mm) foi obtido com medidas do diâmetro das inflorescências (disco e flores liguladas da periferia) quando as mesmas se encontravam completamente formadas. Diâmetro do disco (mm) foi obtido com medidas do diâmetro do disco quando os capítulos se encontravam completamente formados (Figura 8).

Na área foliar as folhas com mais de 1 cm de comprimento foram separadas das plantas, colocadas em sacos de papel etiquetados e levados ao laboratório do Departamento de Horticultura da Unesp de Botucatu para a realização da medida e sua área determinada em medidor de área foliar, modelo Li 3100, da marca Licor (Figura 9).



Figura 8: Mensurações realizadas na inflorescência do girassol ornamental: diâmetro de disco e diâmetro do capítulo. Botucatu, SP, FCA UNESP, 2010.



Figura 9: Medidor de área foliar, modelo Li 3100, da marca Licor. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Após análise dos parâmetros finais do girassol foram determinadas os teores macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S, g.Kg^{-1}) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn, mg.Kg^{-1}) das parte amostras secas e moídas, previamente etiquetadas. Foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Plantas do Departamento de Recursos Naturais, Ciência do Solo da FCA, da pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – FCA) Campus de Botucatu/SP (Tabela 8).

3.1.5 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os emissores e Regressão a 5% de probabilidade para doses de ferro, e quando significativos, com o uso do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2003).

Quando a análise de variância revelou efeito significativo para a interação entre cultivares e solução, procedeu-se o desdobramento da interação entre eles.

3.2 Fase II

3.2.1 Instalação e localização

A fase II do experimento foi conduzido no Laboratório de Irrigação do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas, pertencente à Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, Estado de São Paulo.

Para a realização da fase II, utilizou-se uma bancada de ensaios (6,00m x 1,86m x 1,40m; C x L x A) para tubos gotejadores (Figura 10), que possui um reservatório de água com capacidade de 300 litros e uma moto-bomba para pressurizar a água pelas tubulações de PVC de 31,75 mm, com um filtro de tela metálica de 200 mesh. As linhas laterais têm comprimento de 6 metros (4 linhas, com recirculação de água), 2 válvulas de saída de ar e 2 manômetros testados e aferidos antes dos ensaios para controle da pressão de trabalho 1,0 kPa.

Sobre a bancada foram instalados duas marcas de tubos gotejadores Amanco e Netafim (Tabela 8), submetidos à água rica com composto de ferro (0,5; 1,5 e 3,0 mg.L⁻¹ de ferro total). A marca Netafim são autocompensante, enquanto a Amanco são simples os modelos de gotejador (Figura 11). A escolha dos teores de ferro foi de acordo com a tabela 1, de acordo com Gilbert & Ford (1986); Nakayama & Bucks (1986).



Figura 10: Vista geral da instalação da fase II na bancada de ensaios para tubos gotejadores. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Tabela 8. Descrição técnica de tubos gotejadores tipo flecha usados no experimento. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Modelos	D.E (mm)	DI (mm)	S (cm)	Q com flecha (L.h ⁻¹)	Q sem flecha (L.h ⁻¹)	Pressão (kPa)
Amanco	5,00	3,00	25,00	4,00	4,00	1,00
Netafim	6,00	4,00	25,00	4,00	4,00	1,00

Fonte: Catálogo do fabricante

Em que:

DE: diâmetro externo (mm)

DI: diâmetro interno (mm)

S: espaçamento entre emissores (cm)

Q: Vazão

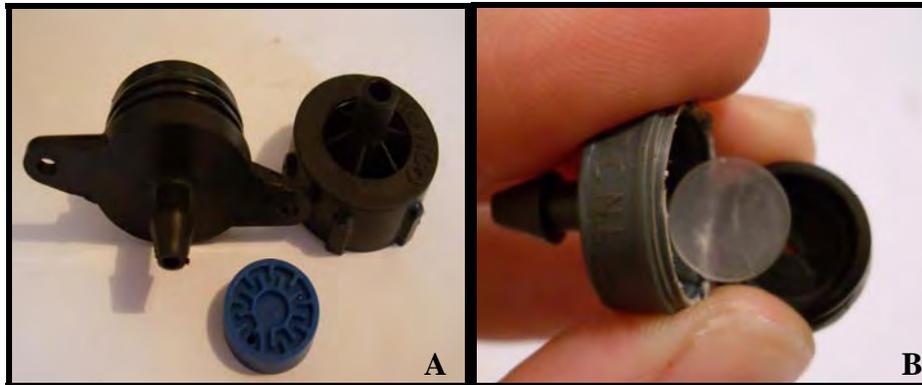


Figura 11: Tubos gotejadores dos modelos Amanco (A) e Netafim (B) utilizados no experimento. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

3.2.2 Condução do experimento

Para a avaliação dos gotejadores tipo flecha, foram utilizados 20 emissores, com tubo polietileno espaguete e estaca, instalados em mangueiras flexíveis de 12,70 mm de acordo com a norma ISO/9261 (1991). Semanalmente eram realizadas medidas das vazões, com três repetições para cada um dos 20 gotejadores, com o tempo de coleta de 5 minutos para gotejadores com e sem flecha (até 1000 horas de uso) e para gotejadores sem flecha (0, 500 e 1000 horas de uso, se possível), as medições só foram realizadas conforme a uniformidade dos emissores. A coleta de dados para caracterização do tubo gotejador foi feita em frascos com capacidade de 1 litro.

Após a coleta da água, na saída dos gotejadores, os frascos com água foram pesados em balança analítica (0,01g), para determinação do volume emitido por cada gotejador, permitindo o cálculo da vazão, o peso obtido era transformado em volume, desconsiderando a variação da viscosidade da água (massa específica como sendo de cm^{-3}). Continha na bancada de testes chapas metálicas de rodas que se deslocavam sobre trilhos, para facilitar a retirada dos recipientes de coleta (Figura 12).



Figura 12: Forma de avaliação do desempenho dos gotejadores modelo Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Cada tratamento seria submetido a 1000 horas de trabalho, exceto os que ficaram comprometidos pelo teor de ferro na água, sendo que se trabalhava por duas horas e se descansava uma hora, totalizando 16 horas de funcionamento por dia. Utilizando-se o efluente da lagoa localizada na Fazenda Lageado, UNESP/FCA, Botucatu-SP. Essa água possui um teor de ferro natural de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$, no início do trabalho e variando ao longo de cada tratamento. Empregou-se os emissores a água a níveis ferro de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$, $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ e $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ correspondente aos tratamento 2, 3 e 4, respectivamente, avaliando diariamente o teor de água com espectrofotômetro e somente foi acrescentado ferro quando necessário. O tratamento 1 que continha 0 mg.L^{-1} de Fe, não foi avaliado, pois o interesse era verificar o entupimento dos emissores.

3.2.4 Delineamento estatístico do experimento

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, três doses de ferro na água ($0,5$; $1,5$; e $3,0 \text{ mg L}^{-1}$), e dois tipos de gotejadores um autocompensando e outro normal (Netafim e Amanco, respectivamente), em 3 repetições e 20 emissores cada. A descrição dos tratamentos dois feita na tabela 7.

Iniciou-se com o tratamento 1 ($0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de Fe), e sequencialmente 2 ($1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de Fe), e 3 ($3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de Fe). Os emissores e as estacas ficavam dispostos para baixo, para facilitar as coletas semanais, e em duas linhas laterais uma Amanco e outra Netafim cada marca

contendo 20 gotejadores e 20 estacas (Figura 13). Após 1000 horas de trabalho ou o comprometimento dos emissores trocavam-se as linhas laterais por novos emissores e iniciava outro tratamento.



Figura 13: Disposição dos gotejadores modelos Amanco e Netafim sobre a bancada. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

3.2.5 Avaliação da irrigação

3.2.5.1 Vazão média (\bar{Q})

A vazão média dos 20 emissores avaliada, para as marcas Amanco e Netafim, coletada semanalmente por 5 minutos, durante 1.000, 688, 576 horas de trabalho para o tratamento 1, 2 e 3, respectivamente.

$$\bar{Q} = \frac{A \times 1 \text{ g.cm}^{-3} \times 0,012 \text{ L.h}^{-1}}{20} \dots\dots\dots (4)$$

Em que:

\bar{Q} : Vazão média (L.h^{-1});

A: Valor da amostra (g);

1 g.cm^{-3} : Massa da específica água;

B: Fator para transformar o volume coletado em 5 minutos para vazão e, L.h⁻¹;
20: Emissores de cada modelo.

3.2.5.2 Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD)

O coeficiente de uniformidade de distribuição foi calculado da seguinte forma:

$$\text{CUD} = \frac{\text{m\u00e9dia 25\% das vaz\u00f5es com menores valores} \times 100}{\text{m\u00e9dia de todas as vaz\u00f5es}} \dots\dots\dots (5)$$

3.2.5.3 Coeficiente Uniformidade de Christiansen (CUC)

O coeficiente de uniformidade foi obtido pelo seguinte equa\u00e7\u00e3o:

$$\text{CUC} = 100 \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \bar{Y}|}{n \times \bar{Y}} \right] \dots\dots\dots (6)$$

Em que:

CUC: Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, %;

n: N\u00famero de amostras na linha lateral;

Y_i - Vaz\u00e3o do emissor, L h⁻¹;

Y - Vaz\u00e3o m\u00e9dia dos gotejadores, L h⁻¹;

3.2.5.4 Coeficiente de varia\u00e7\u00e3o (CV)

Para obten\u00e7\u00e3o do CV utilizou-se a equa\u00e7\u00e3o apresentada a seguir:

$$\text{CV} = \frac{S}{X} * 100 \dots\dots\dots (7)$$

Em que:

CV - Coeficiente de varia\u00e7\u00e3o de fabrica\u00e7\u00e3o, %;

S - Desvio-padrão das amostras;

\bar{X} - Média das vazões dos emissores, L h⁻¹.

3.2.6 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para doses de ferro, para cada tratamento, com o uso do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação do desenvolvimento do Girassol Ornamental

Analisando as Tabelas 9 e 110, foi verificado que houve efeito significativo pelo teste F ($p < 0,01$) para doses de ferro na irrigação para a maior parte das variáveis em estudo, altura da planta (AP), comprimento da haste (CH), diâmetro da haste (DH), comprimento da raiz (CR), diâmetro do disco (DD), diâmetro da capitulo (DC), área foliar (AF), massa seca da raiz (MSR), massa seca da haste (MSH), massa seca da folha (MSF), massa seca da inflorescência (MSFL), e massa seca total (MST), na produção de girassol ornamental e não apresentou diferença significativa pelo teste F entre tratamento ferro para número de folhas. Houve efeito significativo pelo teste F ($p < 0,01$) para emissores diâmetro da haste (DH), número de folha (NF), diâmetro do disco (DD), diâmetro da capitulo (DC), área foliar (AF), massa seca da raiz (MSR), massa seca da haste (MSH), massa seca da folha (MSF), massa seca da inflorescência (MSFL), e massa seca total (MST), não houve diferença significativa entre os emissores para as variáveis analisadas, altura da planta (AP), comprimento da haste (CH), diâmetro da haste (DH). E significativo pelo teste F ($P < 0,05$) entre doses de ferro e emissores altura da planta (AP), significativo pelo teste F ($p < 0,01$) diâmetro do disco (DD), área foliar (AF), e massa seca total (MST); não houve efeito significativo comprimento da haste (CH), diâmetro

da haste (DH), número de folha (NF), comprimento da raiz (CR), diâmetro da capítulo (DC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da haste (MSH), massa seca da inflorescência (MSFL). Entretanto, houve maior produtividade dos tratamentos, porém sem adição de teor de ferro o que se deu à maior produtividade da planta girassol ornamental.

Tabela 9. Análise de variância da altura da planta (AP), comprimento da haste (CH), diâmetro da haste (DH), diâmetro do capítulo (DC), número de folha (NF), comprimento da raiz (CR), diâmetro do disco (DD), diâmetro do capítulo (DC), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) e doses de ferro (sulfato ferroso), na produção de girassol ornamental. UNESP / Botucatu – 2010.

Doses (mg.L ⁻¹)	Emissores		Emissores		Emissores		Emissores		Emissores		Emissores			
	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N		
0,0	37,2Ca	38,3Ba	31,4Ca	31,4Ba	13,4Aa	12,9Aa	11,3Aa	10,9Aa	33,2Aa	32,3Aa	57,3Aa	55,8Aa	110,1Aa	108,3Aa
0,5	49,4Aa	43,7Ab	43,4Aa	39,1Ab	5,9Ba	4,9Cb	11,7Aa	9,7Ab	20,3Ba	19,5Ba	36,0BCa	31,3Ba	88,13Ba	78,2Ba
1,5	43,8Ba	44,1Aa	38,9ABa	39,0Aa	5,8Ba	5,6Ba	11,2Aa	11,0Aa	19,3Ba	18,2Ba	34,3Ca	29,3Bb	89,0Ba	77,8Ba
3,0	43,6Ba	42,6ABa	38,3Ba	37,6Aa	6,0Ba	5,2ABb	11,7Aa	10,4Ab	18,9Ba	18,6Ba	38,9Ba	28,5Bb	83,7Ba	73,8Bb
Regressão	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	NS	NS	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**
Ferro (F)	15,630**		22,472**		906,969**		0,405 ^{NS}		278,190**		200,897**		24,977**	
Emissor(E)	1,972 ^{NS}		1,791 ^{NS}		27,10**		8,977**		1,647 ^{NS}		42,347**		8,977**	
F x E	0,0488*		1,350 ^{NS}		2,283 ^{NS}		1,734 ^{NS}		0,305 ^{NS}		5,776**		1,084 ^{NS}	
DMS	1,844		4,651		0,247		0,634		0,838		1,641		5,439	
CV %	13,78		15,13		10,58		18,46		11,84		13,49		19,64	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{NS} - não significativo a 5% de probabilidade. Emissores: A - Amanco; N - Netafim.

Tabela 10. Análise de variância área foliar (AF), massa seca da raiz (MSR), massa seca da haste (MSH), massa seca da folha (MSF), massa seca da inflorescência (MSFL), e massa seca total (MST), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) e doses de ferro (sulfato ferroso), na produção de girassol ornamental. UNESP / Botucatu – 2010.

Doses (mg.L ⁻¹)	Emissores			Emissores			Emissores			Emissores								
	A	N	Q**	A	N	Q**	A	N	Q**	A	N	Q**						
	AF (cm ²)			MSR (g)			MSF (g)			MSH (g)			MSFL (g)			MST (g)		
0,0	542,2Aa	522,2Aa		4,1Aa	3,8Aa		4,2Aa	4,0Aa		3,1Aa	4,1Aa		3,8Aa	4,2Aa		16,0Aa	14,Ab	
0,5	203,57Ba	145,49Ba		2,7Ba	2,2Bb		2,3Ba	2,0Bb		2,9Aa	2,7Ba		2,2Bb	2,3Ba		10,7Ba	8,5Bb	
1,5	179,5BCa	116,8BCb		2,4Ca	2,0BCa		1,9Ca	1,5Cb		2,1Ba	2,4Ca		2,0BCa	1,9Ca		8,3Ca	7,5Cb	
3,0	157,9Ca	102,26Cb		1,9Ca	1,7Cb		1,9Ca	1,3Cb		2,0Ba	1,9Ca		1,7Cb	1,9Ca		8,7Ca	6,2Db	
Regressão	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	Q**	
Ferro (F)	676,108**			96,276**			265,089**			46,263**			159,341**			478,476**		
Emissor(E)	44,736**			13,715**			31,120**			20,934**			36,128**			95,210**		
F x E	6,812**			3,776 ^{NS}			1,329 ^{NS}			2,293 ^{NS}			1,148 ^{NS}			6,037**		
DMS	14,496			0,183			0,143			0,1580			0,178			0,335		
CV %	18,84			22,29			19,08			21,27			21,28			10,63		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{NS} - não significativo a 5% de probabilidade. Emissores: A - Amanco; N - Netafim.

4.1.1 Altura da planta e comprimento da haste

O crescimento das plantas de girassol ornamental foi significativamente influenciado pela adição de ferro a 1% de probabilidade. Não sendo influenciado pelo uso de diferentes emissores, e a interação dos dois fatores foi significativa a 5% de probabilidade apenas para altura de planta. As Figuras 14 e 15, mostram os valores de crescimento quadrático para altura de planta e comprimento da haste, respectivamente. Comparando-se com a testemunha o tratamento na dose de $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$, nas duas variáveis, teve o maior desenvolvimento. Porém, em girassol ornamental, onde a procura pelo menor porte é primordial, esse efeito não é agradável aos produtores. Portanto um incremento de ferro continuamente na irrigação estimulou o crescimento do porte tornando-se inviável. Tendo em vista os padrões de qualidade de comercialização em vaso, baseando-se em especial, a altura ideal, as plantas devem apresentar altura entre 35 e 40 cm (WHYPKER, et al., 1998).

Vários trabalhos vêm estudando a aplicabilidade de reguladores vegetais como redutores de crescimento de girassol para que seja envasadas e comercializadas. Pallez et al. (2002) e Whipker & McCall (2000) apresentaram, a aplicação de paclobutrazol proporcionou redução do crescimento, as taxas de redução correlacionaram-se com os níveis do regulador de crescimento menor altura final, demonstrando haver influência genética sobre os resultados. Segundo Dasoju et al. (1998), plantas de girassol mostraram maior redução da altura conforme aumento da dose de paclobutrazol. Incrocci et al. (2003), concluíram que o tratamento com o regulador de crescimento não somente reduziu a altura das plantas, como também aumentou a uniformidade das mesmas.

Segundo Neves et al. 2005, a definição de uma altura-padrão para a comercialização do girassol ornamental em vasos é uma tarefa difícil, por ser uma variável subjetiva, dependendo muito da preferência do consumidor. Entretanto, as plantas encontradas em comercialização no mercado apresentam, em média, 25 a 30 cm de altura. Assim, uma alternativa nesse caso seria a utilização dessas plantas para comercialização como flores de corte.

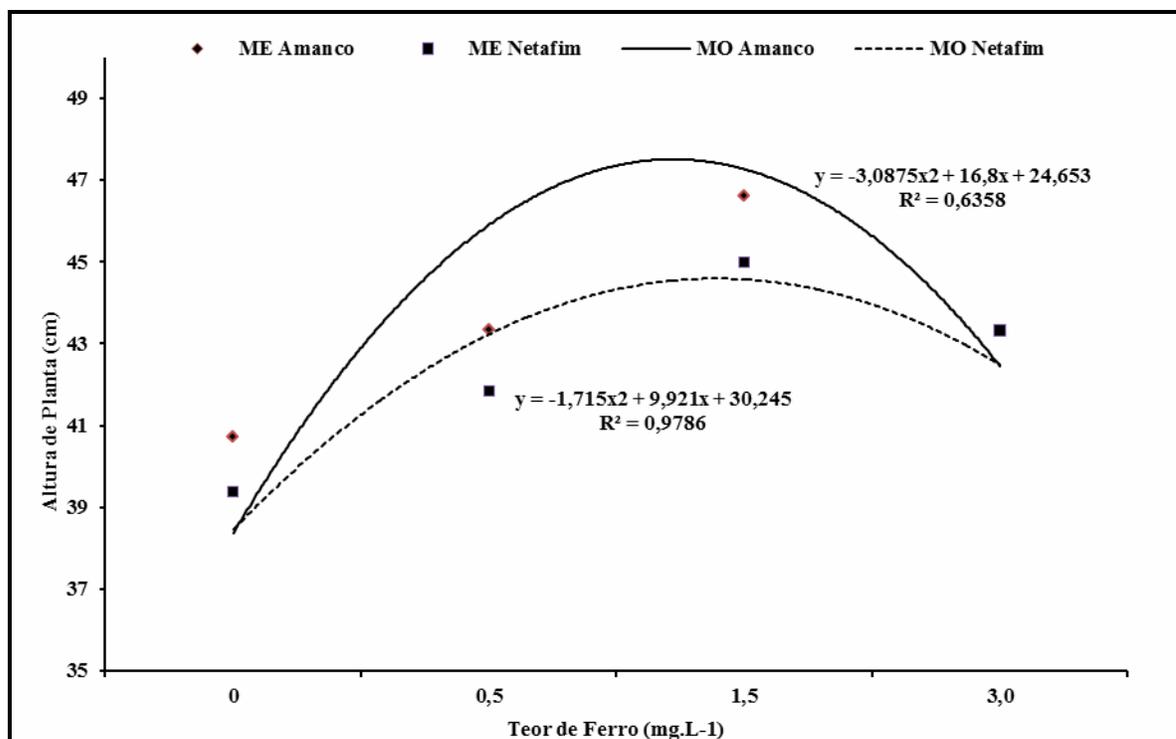


Figura 14: Altura de planta para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

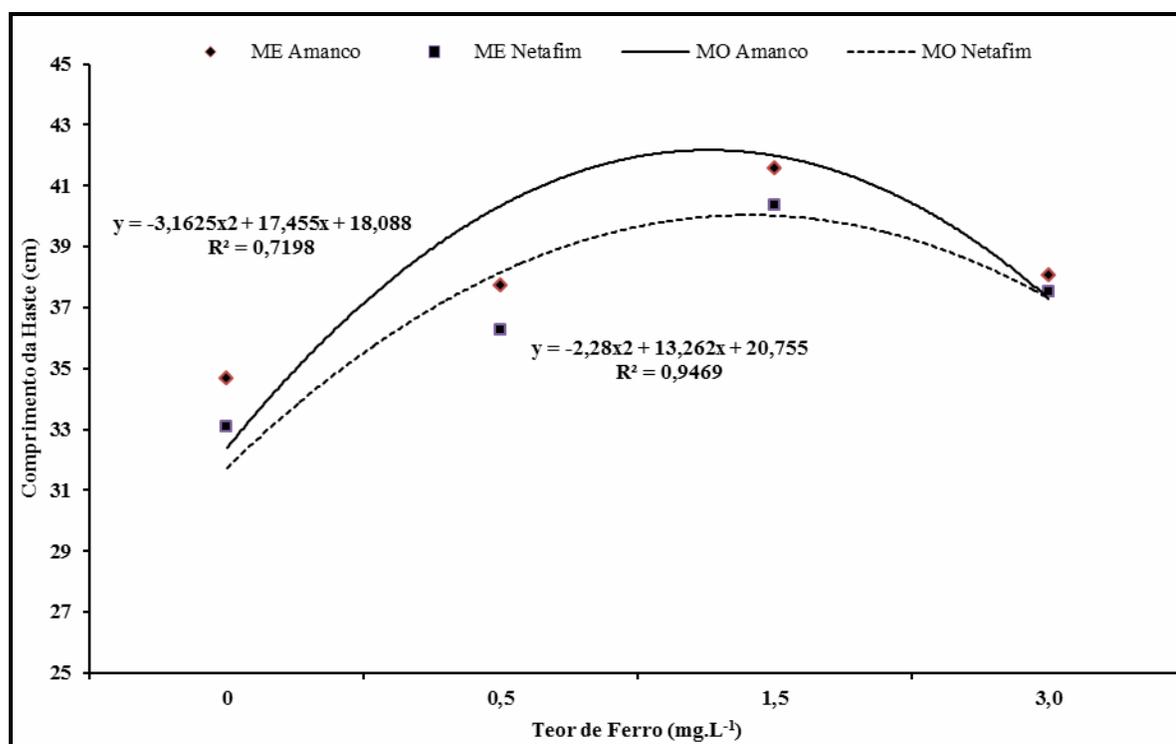


Figura 15: Comprimento da haste para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

4.1.2 Diâmetro da haste

Os resultados da avaliação dos parâmetros vegetais mostraram que houve um incremento na produção de girassol comparando-se a testemunha e o tratamento na dose de $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$, ambos emissores obtiveram os maiores valores de diâmetro da haste tendo assim, um efeito crescente na produção de girassol. O diâmetro de haste é, juntamente com a altura de plantas, a variável que indica o valor comercial da planta de girassol ornamental. Assim, no presente trabalho (Figura 16), verifica-se que, ao final do ciclo da cultura, as hastes nos três com teor de ferro apresentaram menor diâmetro comparado com a testemunha, onde o valor máximo foi de 12,0 mm em média.

SANTOS (2002), utilizando quatro tamanhos de vasos visando à produção de flores de *Helianthus annuus* L. cv. Sunbright em Ilha Solteira verificou que a média de diâmetro de haste se manteve em torno de 8,5 mm, valor menor do que o encontrado no presente trabalho para as plantas hidropônicas. Neves et al. (2005), avaliando dois substratos em cultivo com solução nutritiva, comparando cultivo em vasos com solo encontrou valores de 13 mm para as plantas de vasos e 8,0 mm para as plantas em solos.

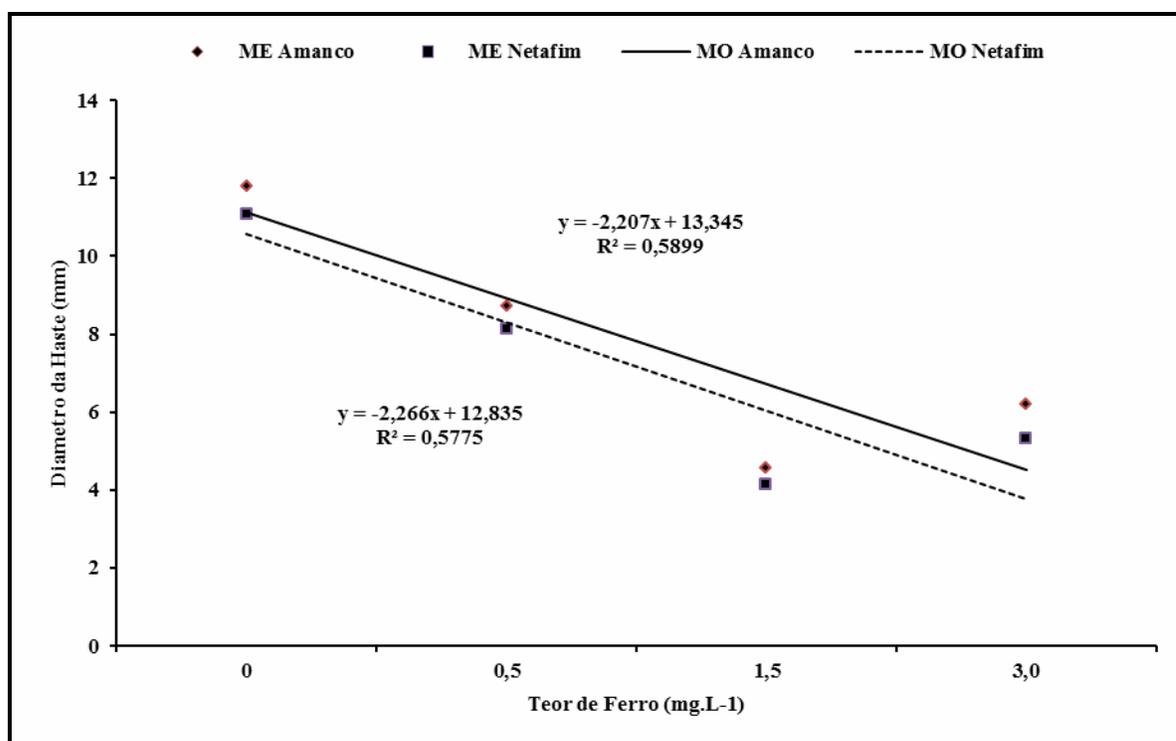


Figura 16: Diâmetro da haste para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

4.1.3 Diâmetro da inflorescência

Para ambas as variáveis analisadas, houve redução do diâmetro de disco e capitulo, com o aumento das doses de ferro, de modo semelhante. Na dose de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ para Amanco e Netafim, a redução no diâmetro dos discos e capítulos foram de 37% e 48%; 20% e 27% em relação a testemunha, de 41% e 44%; 19% e 28% na dose de $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ e chegou a 34% e 50%; 24% e 32% na dose de $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de Fe, respectivamente (Figuras 17 e 18). Esse efeito não é desejado e limita a utilização de doses elevadas do produto, o que concorda com os efeitos negativos sobre a altura de plantas de girassol. O tamanho médio do capitulo foi de 11,0 cm e 8,3 cm, com e sem água ferrosa, respectivamente.

Pool et al. (2005) observaram incremento no diâmetro floral de crisântemo pulverizado com Daminozide, resultados concordantes com os obtidos neste trabalho, pois as plantas submetidas a aplicação de regulador a cada 14 dias e solução nutritiva completa apresentaram os maiores diâmetros de inflorescência. Watanabe et al (2005), que estudando girassol cv Sunbright em solução nutritiva concluíram que a solução diluída em 50% resultava em inflorescência de melhor qualidade.

Segundo Anefalos & Guilhoto (2003) e Dasoju et al. (1998), o girassol tem um grande potencial como planta ornamental, pelo tempo curto para sua colheita, facilidade de propagação e principalmente pela sua inflorescência muito atrativa e bastante procurada para ornamentação em vasos e confecção de arranjos florais. Para ornamentação em vasos, o tamanho do capítulo assume uma maior importância, pois ele deve ser proporcional ao tamanho do vaso onde será produzido e comercializado. Por isso é que uma redução na altura final da haste não poderá reduzir drasticamente o tamanho do capítulo, pois do contrário, irá perder o valor comercial.

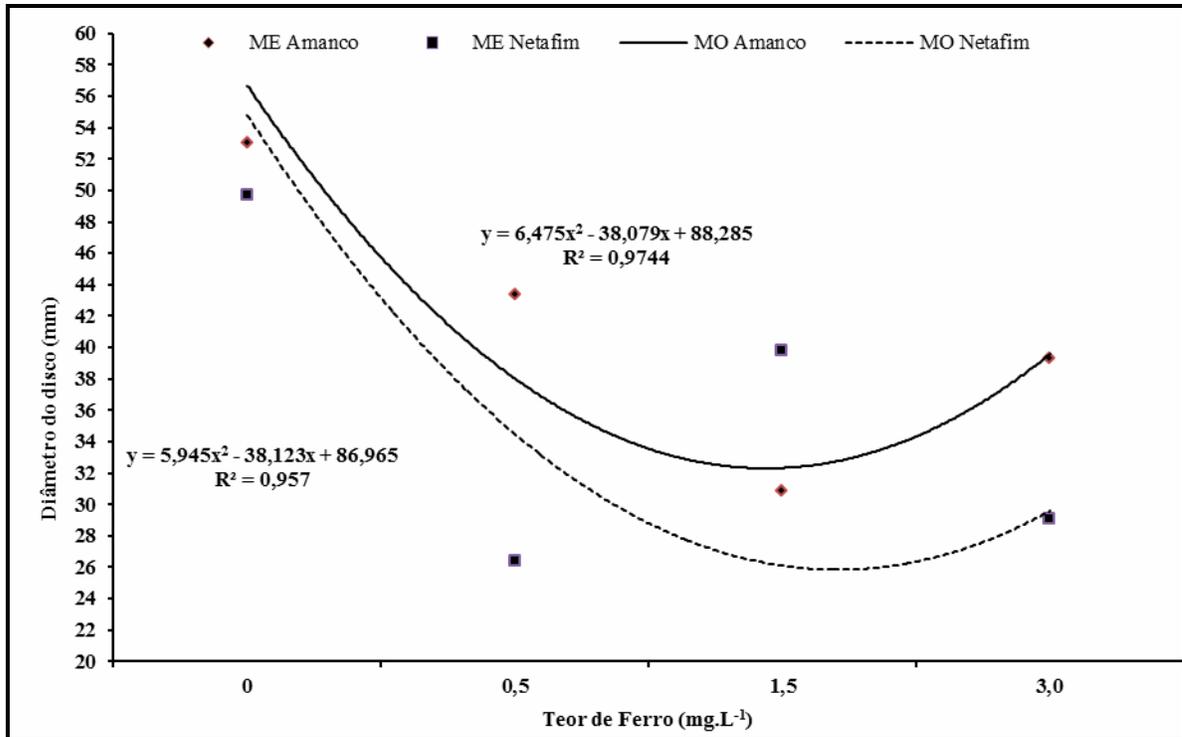


Figura 17: Diâmetro do disco para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

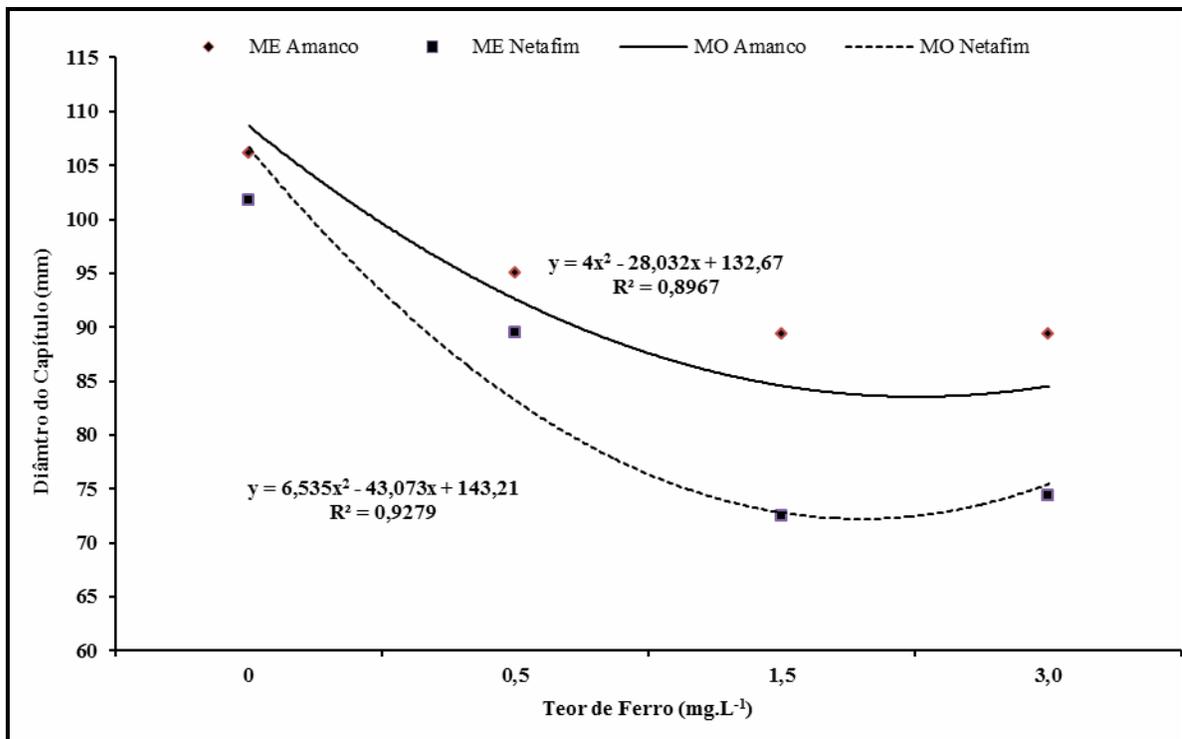


Figura 18: Diâmetro do capitulo para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

4.1.4 Área foliar

Analisando a Figura 19, ocorreu um forte efeito depressivo na produção da área foliar de girassol quando comparada com a testemunha quando observado nas doses maiores que $1,5 \text{ mg L}^{-1}$, sendo que na menor dose observa-se a redução da produtividade. A área foliar teve uma redução para o emissor Amanco de 62%, 66% 71%, e a Netafim de 72%, 77%, 79% quando comparadas a testemunhas aos teores de 0,5; 1,5 e $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de Fe, respectivamente.

Segundo De Campo Leite et al. (2005, p.332), as faixas de concentrações de nutrientes nas folhas de girassol podem-se encontrar entre baixo, suficiente e alto; sendo que o N a média é 35 a 50 g.kg^{-1} , 2,9 a $4,5 \text{ g.kg}^{-1}$ de P, 31 a 45 g.kg^{-1} de K, 19 a 32 g.kg^{-1} de Ca, 5,1 a $9,4 \text{ g.kg}^{-1}$ de Mg, 3,0 a $6,4 \text{ g.kg}^{-1}$ de S, 35 a 80 mg.kg^{-1} de B, 24 a 42 mg.kg^{-1} de Cu, 120 a 235 mg.kg^{-1} de Fe, 55 a 180 mg.kg^{-1} de Mn, 29 a 43 mg.kg^{-1} de Zn, comprando com Tabela 11, o nitrogênio e cobre está inferior ao recomendado, enquanto o magnésio, boro, ferro e manganês estão superior. O Nitrogênio é o nutriente que mais limita a produção do girassol, proporcionando reduções à baixa de 50% na produtividade em decorrência da sua deficiência; mesmo o girassol sendo uma das plantas mais tolerantes ao excesso de manganês pode apresentar uma redução significativa de crescimento (BLAMEY et al, 1997).

Quantidades elevadas de boro ocorrem baixa produção (DE CAMPO LEITE et al. 2005); enquanto para o Fe, Cu e Mn em altas concentrações está relacionado diretamente à limitação da produtividade da cultura , sendo ela por excesso ou falta (SOUSA & LOBATO, 2002). De acordo com Barni (1995) plantas deficientes em minerais, normalmente tem folhas pequenas e as velhas morrem mais rapidamente, apresentando, portanto, área foliar e fotossínteses reduzidas.

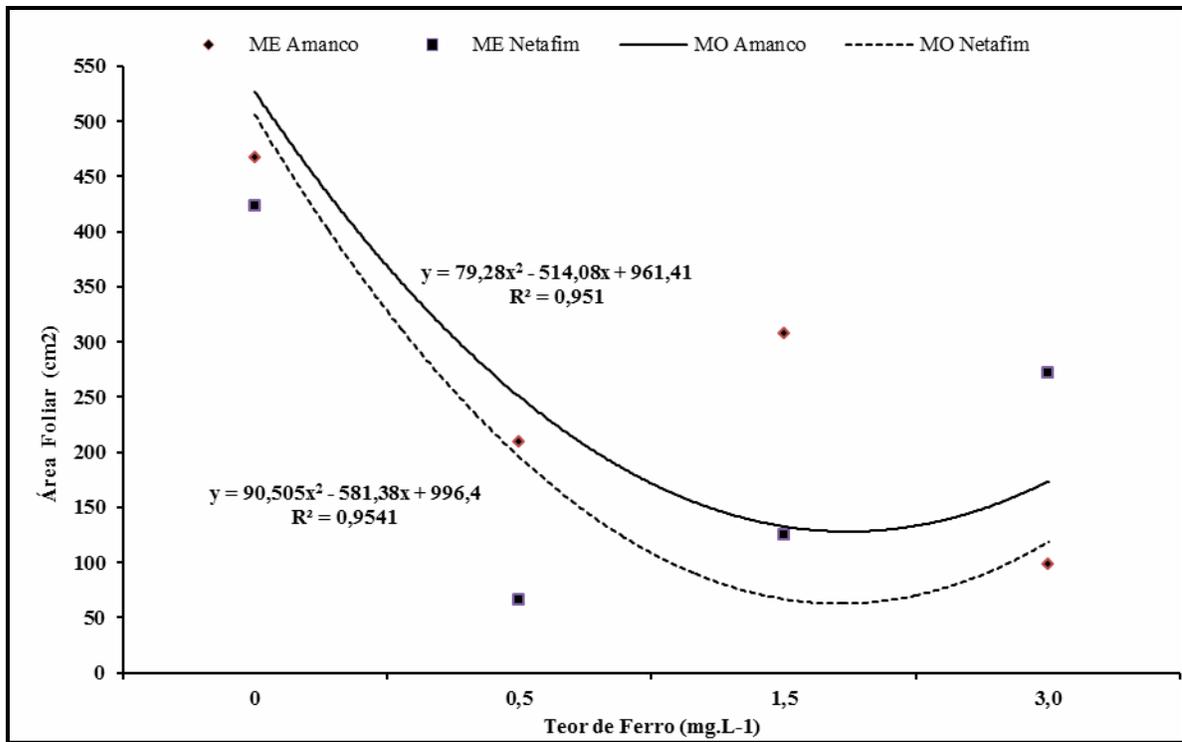


Figura 19: Área foliar para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Tabela 11. Análise laboratorial das partes do girassol ornamental. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Ferro (ppm)	Emissores	P. Planta	-----g.kg-1 -----					----- mg.kg-1-----					
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0,0	Amanco	F	45,0	4,0	45,0	23,0	9,9	2,6	288,0	17,0	122,0	120,0	40,0
0,5	Amanco	F	23,5	4,3	39,6	22,1	9,7	3,1	293,6	18,0	1570,0	121,0	42,0
1,5	Amanco	F	23,4	4,1	44,2	23,3	11,1	3,5	283,5	15,0	1135,0	115,0	35,0
3,0	Amanco	F	25,8	3,6	47,4	21,7	9,8	3,4	295,9	15,0	883,0	102,0	37,0
0,0	Netafim	F	43,0	4,0	44,0	24,0	10,0	2,5	287,0	18,0	123,0	122,0	39,9
0,5	Netafim	F	21,6	3,5	34,5	26,0	12,0	2,9	336,3	20,0	1316,0	128,0	38,0
1,5	Netafim	F	23,4	4,1	44,2	23,3	11,1	3,5	283,5	15,0	1135,0	115,0	35,0
3,0	Netafim	F	21,9	3,4	42,6	21,0	11,0	3,4	320,1	16,0	1082,0	104,0	31,0
0,0	Amanco	Fl	18,0	4,1	32,0	10,0	4,8	1,9	110,0	12,0	99,0	40,0	28,0
0,5	Amanco	Fl	18,6	4,6	29,6	9,4	5,0	2,0	115,3	13,0	356,0	46,0	30,0
1,5	Amanco	Fl	20,9	4,6	31,2	8,4	4,9	1,9	140,6	14,0	507,0	43,0	30,0
3,0	Amanco	Fl	19,6	4,7	30,2	6,6	4,7	1,9	113,9	12,0	252,0	34,0	29,0
0,0	Netafim	Fl	25,0	4,4	30,0	9,0	5,0	1,8	100,0	18,0	98,0	40,0	28,0
0,5	Netafim	Fl	30,0	4,3	30,8	10,2	5,5	1,9	140,3	26,0	505,0	50,0	30,0
1,5	Netafim	Fl	20,9	4,6	31,2	8,4	4,9	1,9	140,6	14,0	507,0	43,0	30,0
3,0	Netafim	Fl	24,5	4,3	30,5	6,9	4,9	1,8	126,6	12,0	280,0	36,0	28,0
0,0	Amanco	R	10,0	3,3	20,0	9,0	11,8	3,0	40,0	30,0	111,0	99,0	35,0
0,5	Amanco	R	9,0	3,2	13,5	9,5	12,5	2,7	44,6	33,0	5963,0	117,0	41,0
1,5	Amanco	R	9,7	3,7	24,0	7,8	10,5	3,4	55,1	26,0	5671,0	92,0	33,0
3,0	Amanco	R	8,9	3,1	10,5	8,0	12,0	2,6	38,6	29,0	6075,0	122,0	43,0
0,0	Netafim	R	10,0	3,2	21,0	9,0	11,6	2,9	41,0	29,0	112,0	98,0	34,0
0,5	Netafim	R	8,9	2,9	21,9	8,4	9,9	3,7	49,0	33,0	5829,0	106,0	34,0
1,5	Netafim	R	9,7	3,7	24,0	7,8	10,5	3,4	55,1	26,0	5671,0	92,0	33,0
3,0	Netafim	R	10,6	3,3	26,0	7,5	10,8	3,7	59,2	25,0	5629,0	92,0	40,0
0,0	Amanco	H	10,0	3,5	40,0	9,0	3,0	1,2	50,0	5,0	69,0	44,0	23,0
0,5	Amanco	H	14,8	3,8	41,3	9,0	3,0	1,3	51,2	4,0	166,0	45,0	26,0
1,5	Amanco	H	6,0	3,7	39,3	9,3	3,1	1,3	53,1	4,0	152,0	50,0	23,0
3,0	Amanco	H	8,3	4,1	45,0	7,9	2,9	1,3	62,9	4,0	160,0	36,0	27,0
0,0	Netafim	H	11,0	3,6	44,0	9,0	3,0	1,1	49,0	4,0	68,0	45,0	25,0
0,5	Netafim	H	6,8	3,5	42,0	10,1	3,5	1,4	52,8	5,0	172,0	50,0	25,0
1,5	Netafim	H	6,0	3,7	39,3	9,3	3,1	1,3	53,1	4,0	152,0	50,0	23,0
3,0	Netafim	H	6,0	3,1	37,7	8,4	2,9	1,3	46,6	4,0	111,0	44,0	24,0

Doses de Ferro (ppm) – 0; 0,5; 1,5; 3,0. Parte da Planta analisada: F – folha; Fl – Inflorescência; R – Raiz; H – Haste.

4.1.5 Comprimento da raiz

Analisando Figura 20, os tratamentos onde o teor de ferro inicial era zero houve o maior crescimento radicular. Com adição de ferro na água a raiz foi ser prejudicada, a situação foi agravada decorrente a doses excessiva superiores a $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$, ou seja uma equação quadrática depressiva. A água rica em ferro aplicada neste experimento conteve teores na ordem de máxima $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de Fe, portanto, neste caso, as doses elevadas aplicados continuamente na agricultura, devem ser limitadas presentes como água de reuso evitando a contaminação do solo, água e da planta. Segundo Gruszynski (2001) é de 20 a 250 mg L^{-1} são níveis máximos do metal para solos e meios de cultivo, que segundo Ansorena Miner (1994) é de 1500 mg L^{-1} .

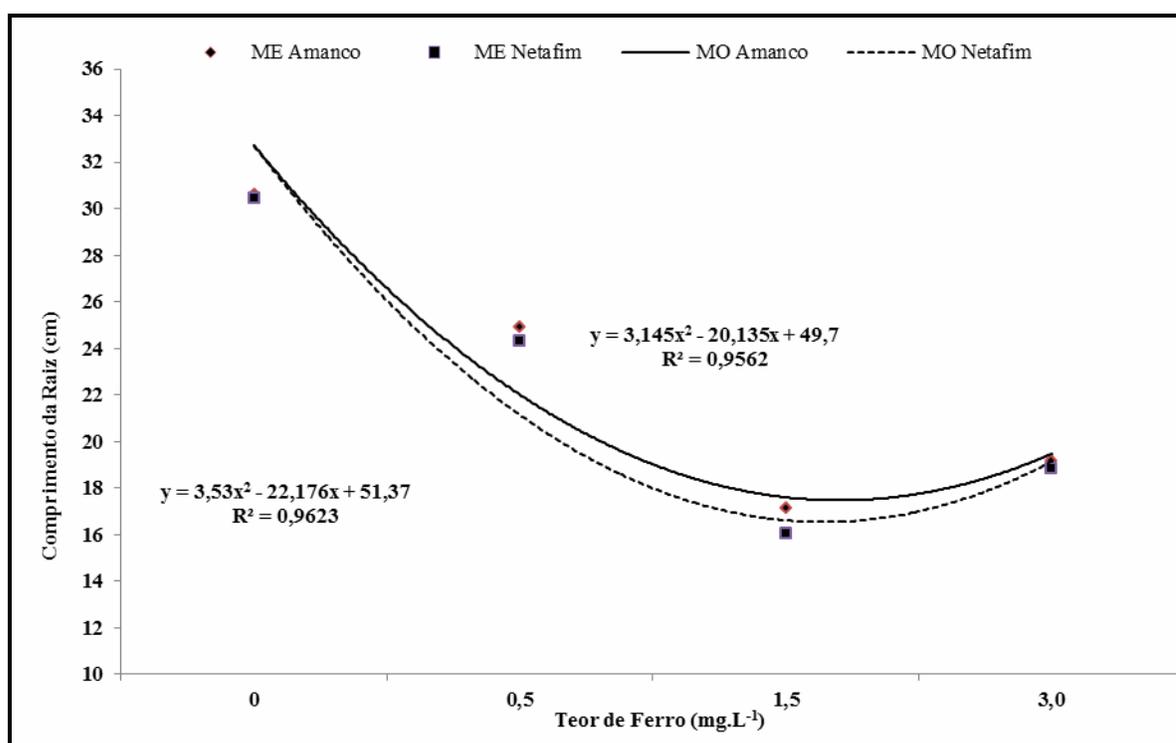


Figura 20: Comprimento da raiz para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

4.1.6 Massa seca

A massa seca da inflorescência das plantas do girassol diminuiu com o incremento das doses de ferro (Figura 21). As doses de $1,5$ e $3,0 \text{ mg de Fe L}^{-1}$ de sulfato ferroso em água resultaram em toxidez às plantas, provocando diminuição da massa seca das mesmas. As menores

doses de ferro empregadas não reduziram a massa seca da planta quando comparada ao tratamento sem aplicação de ferro. Este fato resultou no aumento da quantidade de ferro total absorvida pela planta, reduzindo o potencial do girassol em bioacumular massa.

BERNIER et al. (1993) supõem que a nutrição mineral e o estresse hídrico possam ter um papel secundário na formação floral. Assim como os micronutrientes, em particular o cobre e o ferro, muito embora seus mecanismos de ação ainda sejam desconhecidos.

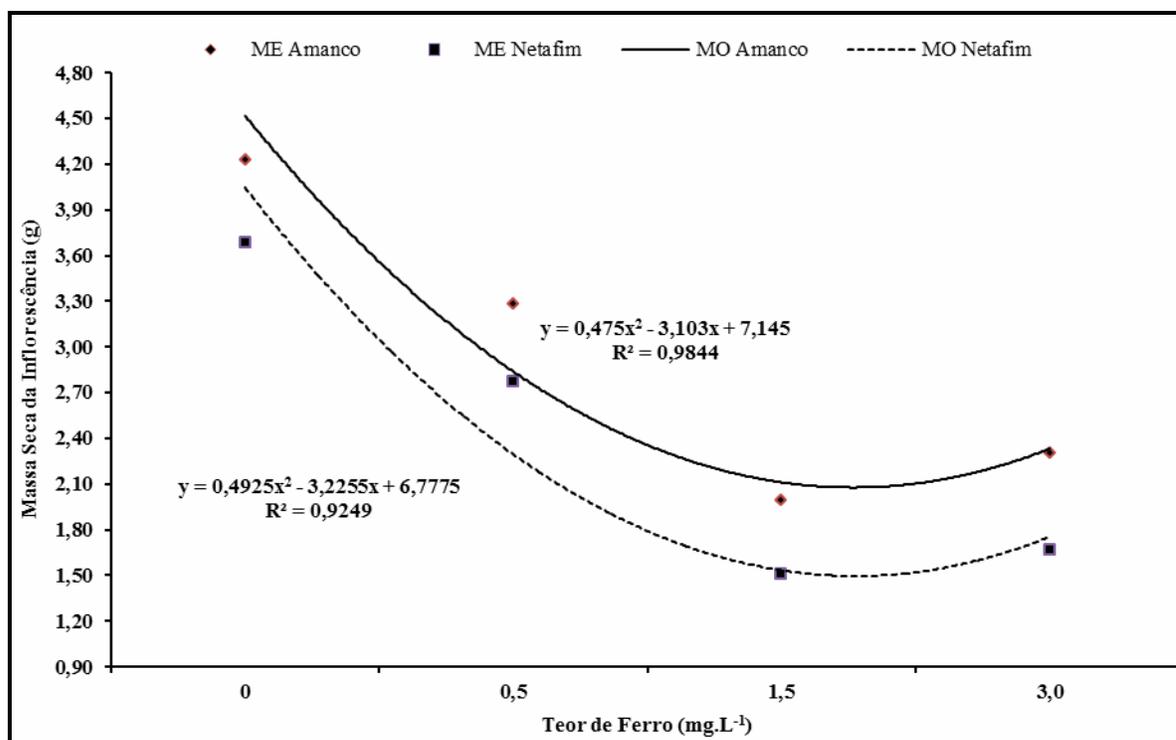


Figura 21: Massa seca da inflorescência para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Observa-se na Figura 22, o teor de Fe na folha de girassol ornamental que apresentou curva de regressão quadrática decrescente em função de doses de Fe. Com as doses iniciais ocorreu uma diminuição da planta com a absorção de Fe, até atingir um ponto de máxima, que posteriormente nas doses seqüenciais apresentou queda na produção. Os níveis superiores de ferro aplicados, não beneficiaram a absorção de Fe no tecido representado, onde houve o acúmulo do nutriente ocorrendo à diminuição da produção da planta.

Barni (1995) e Bruginsk & Pissaia (2002) estudaram girassol com vários níveis de adubação e concluiu que plantas deficientes em nutrientes apresentam rendimento reduzido devido,

em grande parte, à redução de área foliar e, conseqüentemente, redução da taxa de fotossíntese, que leva a diminuição de acúmulo de matéria seca nos diversos órgãos do vegetal.

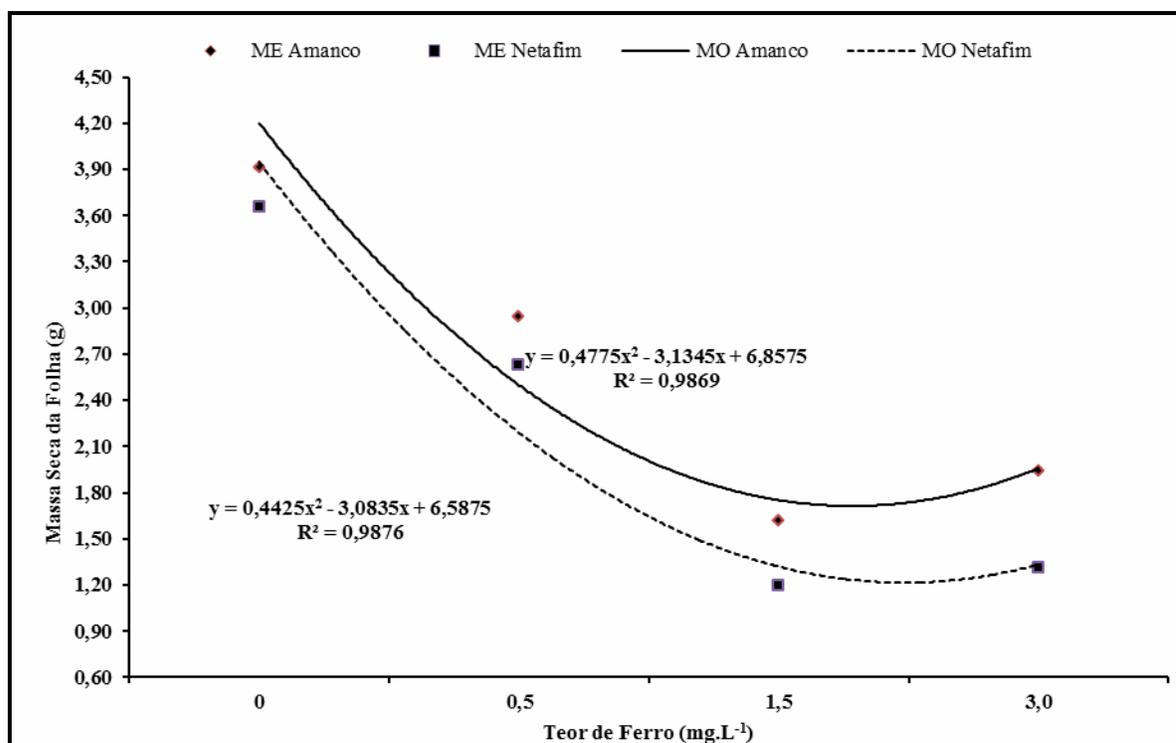


Figura 22: Massa seca da folha para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

As plantas submetidas às soluções ferro a 1,5 e 3,0 mg.L⁻¹, 2,4 e 2,0 g, respectivamente, apresentaram as menores massas secas raízes (figura 23), quando comparadas a testemunhas, sendo 4,1 g. Barni (1995) afirma que variação dos níveis de adubação, não resultam em diferenças no crescimento do girassol, quando é elevado o nível de fertilidade. Durante todo o ciclo do girassol, as plantas submetidas à solução diluída em 50% e aplicação semanal de regulador apresentaram as menores matérias secas totais e aquelas cultivadas com solução completa e aplicação de Daminozide a cada 14 dias, as maiores.

A relação parte aérea/ raiz é uma correlação de desenvolvimento, expressando o fato de que o crescimento radicular pode afetar o da parte aérea e vice-versa (CORREIA & NOGUEIRA, 2004). Frazão et al. (2010), conduziram um trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos das omissões de N, P, K, Ca, Mg S e B na produção de matéria seca e nos índices biométricos de bastão-do-imperador sob deficiências de nutrientes, verificaram que a omissão de B, K e P, resultaram nas menores produções de raízes.

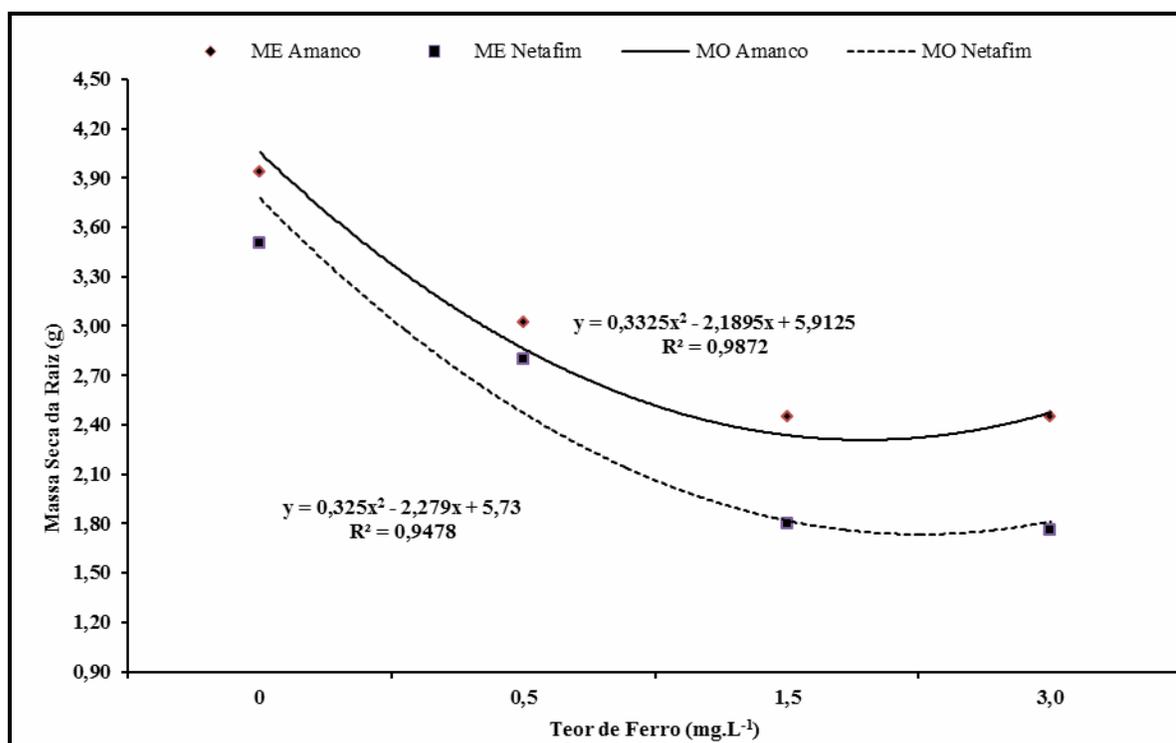


Figura 23: Massa seca da raiz para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

A análise da massa das hastas florais (matéria seca), parâmetro indicativo de produtividade na comercialização das flores, não evidencia um efeito significativo da interação dos emissores com Fe. À medida que se aumenta o fornecimento de Fe em água, reduz-se a massa seca, sendo que na dose de maior dose de ferro, houve a menor massa. A diferença significativa ocorreu apenas em emissores e ferro separadamente a 1% de probabilidade (Figura 24). Os maiores valores foram observados na testemunha, e o efeito da equação foi linear decrescente, não havendo adição de ferro, excessiva apenas o recomendado.

Assim, o diâmetro das plantas é grandemente influenciado pelo uso de reguladores vegetais que podem alterar diferentemente os órgãos das plantas, influenciando seu porte final. Alterando-se o crescimento de partes da planta, pode afetar a produção de massa seca e, conseqüentemente, a produtividade (MARTINS & CASTRO, 1999).

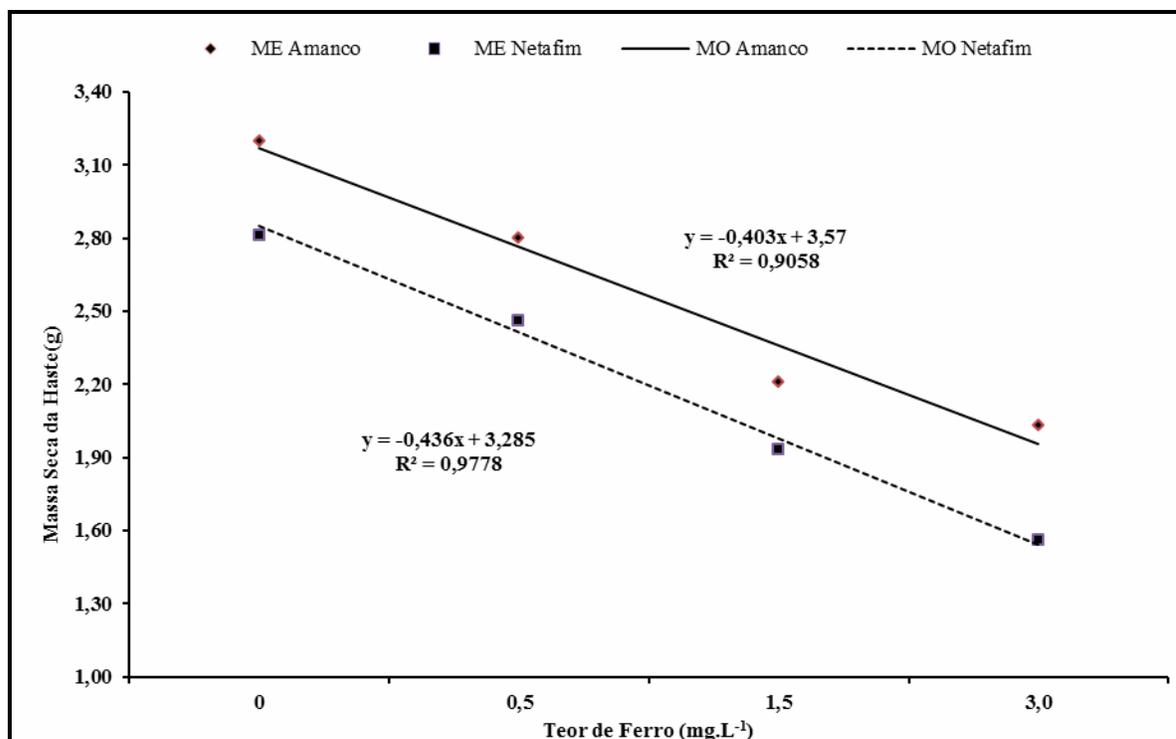


Figura 24: Massa seca da haste para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

A quantidade total de ferro acumulada pelas plantas foi maior para emissor Amanco na dose 0,5 mg de Fe kg⁻¹ de substrato (0,0157 g/kg), e Netafim na dose 1,5 mg de Fe kg⁻¹ de substrato (0,0153 g/kg); sendo que para as doses maiores, 1,5 e 3,0 mg.L⁻¹ Fe, houve redução na produção de massa seca das plantas (Figura 25). Para ambas as doses, as plantas acumularam maiores quantidades de chumbo nas raízes, seguido das folhas, inflorescências e hastes. Para a floricultura são necessários produtividade e qualidade do produto ofertado, sendo características importantes no cultivo, o tamanho e cor, a durabilidade, além do diâmetro e comprimento da haste (AGUIRRE, 2002).

Quando há deficiência ou excesso de macro ou micronutriente ocorre diminuição da duração das folhas verdes (metabolicamente ativas) interferindo na produção de massa seca total (MALAVOLTA et al., 1976) e conseqüentemente sobre a produtividade da cultura. Da Silva et al (2009), avaliaram o efeito da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva, aplicada sob fertirrigação, na produção e partição da matéria seca do girassol ornamental, cultivado em substrato comercial acondicionado em vasos plásticos e ambiente protegido; aos 70 DAS, as massas secas totais (MSP) das plantas submetidas aos tratamentos com 0,5; 3,5 e 6,5 dSm⁻¹ foram respectivamente 237, 176 e 88 g.

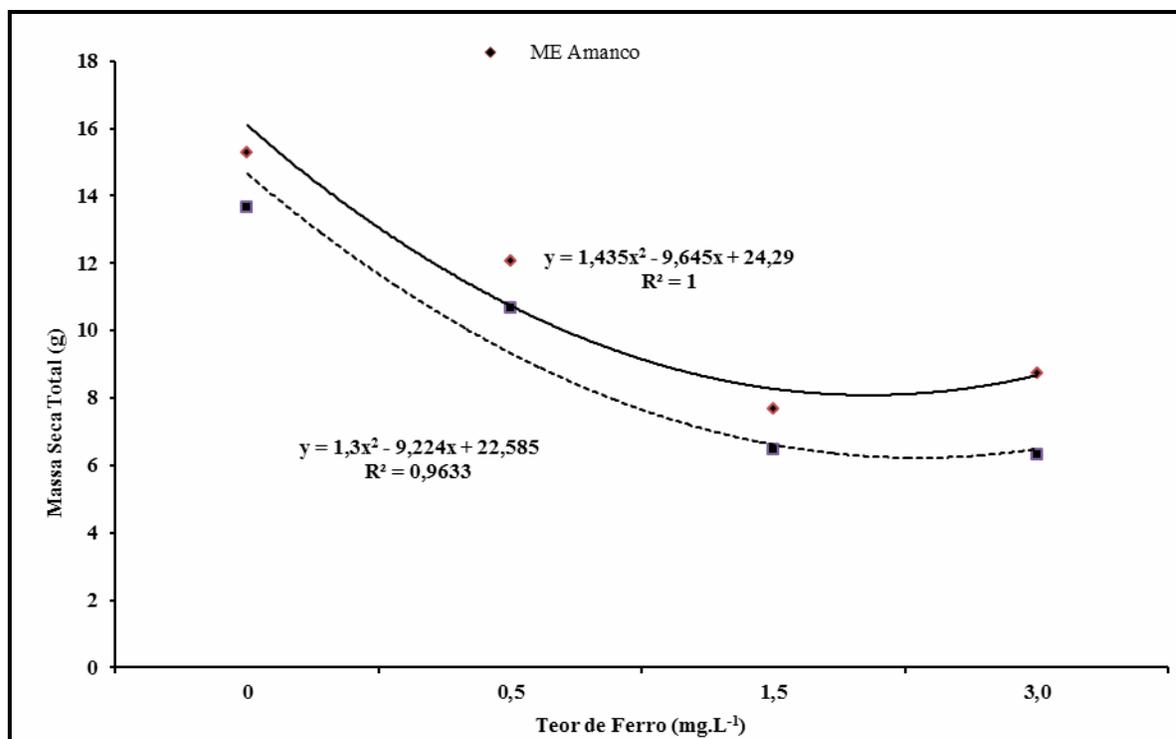


Figura 25: Massa seca total para doses de ferro em função dos modelos gotejadores Amanco e Netafim. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.

Magalhães (1979) afirmou que a análise de crescimento é um método que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, o que permite o acompanhamento da dinâmica da produção fotossintética, avaliada por meio da acumulação de matéria seca. Watson (1952) relatou que a área foliar das plantas depende da nutrição mineral e que existe correlação entre essa variável e produtividade vegetal, evidente quando se considera a importância da área foliar para a fotossíntese.

Esses resultados, alguns inclusive divergentes confirmam a necessidade de o conhecimento das necessidades nutricionais do girassol, além de serem incorporados à pesquisa da espécie, deve auxiliar a elaboração e recomendação de fórmulas de adubação ou de solução nutritiva. Assim, torna-se possível obtenção de produto com qualidade econômica, evitando-se o uso desnecessário de fertilizantes que podem contaminar o ambiente, e das plantas.

4.1 Avaliação dos emissores Amanco e Netafim

4.1.1 Avaliação dos emissores na dose 0.5 mg.L^{-1} de Sulfato Ferroso

Analisando a Tabela 12 a vazão entre os emissores diferenciaram estatisticamente entre si ao teste F ($p < 0,01$) na maioria das avaliações, exceto a 128, 800, 912 e 1008 “sem flecha” horas de funcionamento. Ao iniciar a vazão com as marcas Netafim e Amanco suas vazões eram a zero, a 500 horas e 1000 horas: 4,06 L/h, 3,94 L/h; 4,13 L/h; 4,15 L/h; 4,13 L/h, 3,98 L/h, respectivamente. Em mil horas de trabalho dos gotejadores utilizando água com teor de ferro a $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ a vazão teve uma leve oscilações de valores nas vazões, sendo que a maior variação foi zero h de funcionamento do sistema. A análise dos valores de vazão demonstrou que não ocorreu obstrução total nem parcial com a solução aplicado o que realmente a dose de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ não interfere em sua vazão, permanecendo assim até o final do ensaio.

A Tabela 13 mostra os valores do coeficiente de variação para os gotejadores estudados durante o período de ensaio. Estatisticamente os emissores Netafim e Amanco não se diferenciaram entre si ao teste F ($p < 0,01$) na maioria das avaliações, exceto em 576 horas de funcionamento do sistema “com flecha” onde diferenciaram a 5% de probabilidade, sendo que momento o modelo Netafim se destacou classificando-se como excelente enquanto Amanco como média, com 500 horas de funcionamento com uma água ferrosa no teor de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$.

Em relação ao comportamento CV que é uma característica hidráulica da peça em individual, ao longo de todo tempo decorrido de irrigação e levando em consideração a média, para os modelos da Netafim permaneceram excelente, exceto em zero “sem flecha” que teve sua avaliação marginal e com 576h “sem flecha” teve classificação média, enquanto para os modelos Amanco ficou dividido entre excelente para as avaliações: 3h 45’, 128h, 240h, 464h, 576h “sem flecha”, 912h, e 1008 h “sem flecha”; e média: zero “com flecha”, zero “sem flecha”, 576 “com flecha”, 688h, 800h, e 1008h “com flecha”, conforme a classificação do coeficiente de fabricação de Keller e Bliesner (1990).

Ribeiro et al. (2008), observaram o grau de desobstrução dos microaspersores por meio do cálculo da uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação por microaspersão e da variação da vazão dos mesmos em relação à vazão de projeto, concluíram que águas com elevado teor de ferro ($2,3$ a $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$) num sistema com dez meses de uso apresentava setores com vazões de 5% a 57% menores que a vazão de projeto, o uso tratamento químico da água de irrigação, hipoclorito

de sódio com 12% de cloro livre na dosagem de 100mg L-1 e ácido sulfúrico, na concentração de 98%, para manter o pH da água de irrigação em torno de 4,5. aumentou significativamente as vazões médias dos microaspersores.

Tabela 12. Análise de variância vazão (Q), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 0,5 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	C/ Flecha		S/ Flecha		Com flecha		S/ Flecha		Com Flecha		S/ Flecha	
	Zero h	3 h 45''	128 h	240 h	464 h	576 h	576 h	576 h	688 h	800 h	912 h	1008 h
Q média (L/h)												
Netafim	4,06a	4,03b	4,08a	3,97b	4,04a	4,13a	4,15a	4,12a	4,04a	4,04a	3,97a	4,13a
Amanco	3,74b	4,19a	4,08a	4,08a	3,96b	3,97b	4,03b	4,01b	4,00a	3,95a	4,00b	4,03a
F	42,543 ^{**}	16,408 ^{**}	37,615 ^{**}	32,751 ^{**}	12,634 ^{**}	40,313 ^{**}	16,919 ^{**}	6,937 ^{**}	1,180 ^{ns}	1,405 ^{ns}	11,062 ^{**}	2,654 ^{ns}
CV(%)	6,88	5,50	3,36	2,56	3,22	3,36	4,05	5,28	5,59	2,87	5,33	3,82
DMS	0,097	0,080	0,050	0,046	0,047	0,049	0,060	0,078	0,0814	0,041	0,078	0,055

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} - não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Análise de variância Coeficiente de Variação (CV), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 0,5 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	C/ Flecha		S/ Flecha		Com flecha		S/ Flecha		Com Flecha		S/ Flecha	
	Zero h	3 h 45''	128 h	240 h	464 h	576 h	576 h	576 h	688 h	800 h	912 h	1008 h
CV												
Netafim	0,021a	0,029a	0,035a	0,035a	0,036a	0,031b	0,061a	0,028a	0,036a	0,034a	0,031a	0,031a
Amanco	0,088a	0,053a	0,034a	0,032a	0,033a	0,051a	0,048a	0,069a	0,069a	0,038a	0,069a	0,048a
F	3,359 ^{ns}	7,540 ^{ns}	8,308 ^{ns}	9,000 ^{ns}	0,460 ^{ns}	29,299 [*]	4,527 ^{ns}	2,953 ^{ns}	2,560 ^{ns}	2,326 ^{ns}	2,505 ^{ns}	5,898 ^{ns}
CV(%)	80,85	19,15	7,97	3,66	13,75	11,09	13,56	59,15	48,45	7,37	58,42	21,34
DMS	0,155	0,045	0,008	0,004	0,0016	0,016	0,026	0,102	0,089	0,009	0,103	0,030

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} - não significativo a 5% de probabilidade.

A Tabela 14 houve efeito significativo entre si pelo teste F ($p < 0,01$) exceto em zero h “sem flecha” e 912 h, enquanto na Tabela 15 não se diferenciaram pelo entre si pelo teste F ($p < 0,01$). Os valores de CUC para os emissores Netafim ficaram na faixa de excelente, enquanto para marca Amanco iniciou como boa, porém se manteve até o final do ensaio como excelente; para o tratamento em cada avaliação, e sua classificação, segundo Mantovani (2002). O comportamento para os valores de CUD para os emissores Netafim e Amanco de acordo Keller & Karmeli (1974), é excelente mantendo-se sempre acima de 90% em 1000 de funcionamento do sistema, com água no teor de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de Fe. Observa-se homogeneidade considerável nos valores iniciais de CUC, de maneira similar ao que ocorreu com os valores de CUD.

É comum o CUD ser menor que o CUC, este comportamento é esperado, pelo fato de que o primeiro considera a média das 25% menores lâminas coletadas e o de Christiansen pondera a média da lâmina coletada em todos os coletores fazendo com que uma vazão compense a outra. Para Reis et al (2002), a avaliação do desempenho de um sistema de irrigação é uma etapa fundamental antes que qualquer estratégia de manejo de irrigação seja implementada. Zocoler (1999) recomenda valores entre 70 a 80% e 82 a 88% para CUD e CUC, respectivamente, para as culturas cujo sistema radicular explora, basicamente, os primeiros 40 cm do solo.

Rezende et al. (1998), avaliou acima e abaixo da superfície do solo, a uniformidade de distribuição de água aplicada por um sistema de irrigação por aspersão convencional, os valores encontrando para CUD e CUC acima da superfície do solo foram menores que abaixo dela, mostrando que a redistribuição promove maior uniformidade da umidade no perfil do solo que a identificada para a lâmina aplicada.

Tabela 14. Análise de Coeficiente de Uniformidade Distribuição (CUD), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 0,5 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	C/Flecha S/Flecha		Com flecha		S/Flecha		Com Flecha		S/Flecha		
	Zero h	S/ Flecha									
CUD (%)											
Zero h	Zero h	3h	45min	128 h	240 h	464 h	576 h	688 h	800 h	912 h	1008 h
Netafim	93,39a	96,13a	96,28a	94,93a	95,18a	95,21a	93,92a	96,00a	94,44a	94,64a	95,63a
Amanco	91,89a	97,15a	96,04a	96,05a	95,55a	95,77a	95,70a	93,92a	95,21a	95,18a	94,07a
F	0,479 ^{ns}	0,219 ^{ns}	0,120 ^{ns}	5,444 ^{ns}	0,150 ^{ns}	1,452 ^{ns}	1,682 ^{ns}	2,370 ^{ns}	0,408 ^{ns}	2,141 ^{ns}	1,388 ^{ns}
CV(%)	2,87	2,76	0,89	0,62	1,24	0,59	1,77	1,08	1,57	0,47	1,70
DMS	9,345	9,373	3,019	2,071	4,141	1,975	5,883	3,591	5,822	1,578	5,673

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{NS} - não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Análise de variância Coeficiente de Uniformidade Christiansen (CUC), em função de diferentes modelos de emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 0,5 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	C/Flecha S/Flecha		Com flecha		S/Flecha		Com Flecha		S/Flecha		
	Zero h	S/ Flecha	Zero h	S/ Flecha	Zero h	S/ Flecha	Zero h	S/ Flecha	Zero h	S/ Flecha	
CUC (%)											
Zero h	Zero h	3h	45min	128 h	240 h	464 h	576 h	688 h	800 h	912 h	1008 h
Netafim	91,07a	93,04a	97,98a	96,58b	96,72b	96,52b	96,04b	97,46a	97,18a	97,09a	96,75a
Amanco	88,63a	93,42a	96,40b	97,75a	97,21a	97,74a	96,31a	95,08b	95,68b	97,10a	95,01b
F	630,887 ^{**}	4,368 ^{ns}	889,571 ^{**}	1324,742 ^{**}	1369,00 ^{**}	1594,714 ^{**}	56,077 [*]	2429,649 ^{**}	1515,797 ^{**}	0,250 ^{ns}	1379,592 ^{**}
CV(%)	0,13	0,24	0,07	0,04	0,02	0,04	0,05	0,06	0,05	0,01	0,06
DMS	0,417	0,775	0,227	0,138	0,057	0,131	0,155	0,208	0,165	0,028	0,200

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{NS} - não significativo a 5% de probabilidade.

4.1.2 Avaliação dos emissores na dose 1.5 mg.L^{-1} de Sulfato Ferroso

A vazão média para esses modelos de emissores diferenciou estatisticamente entre si pelo teste F ($p < 0,01$), exceto 3h 45', 128h e 800h (Tabela 16). Inicial para o tratamento mostrou-se elevado e desuniforme, pois comparando entre si não ocorrendo discrepância. O alto valor de vazão “sem flecha” deveu-se à desuniformidade dos emissores gerando vazões excessivamente altas. Por ser um emissor que possui mecanismo de dois conjuntos, emissores e flecha; entretanto, esse fato não apresentou efeito quanto à baixa vazão para a maior parte dos emissores, quando comparado ao início “sem a flecha”. O que não apresentou uma clara tendência de comportamento de vazão, quando aplicados águas com altos teores de ferro, ou seja, redução de vazão.

A tendência dos resultados confirma a hipótese de que o gotejador avaliado, ao contrário da maioria dos modelos de gotejadores, aumenta a vazão à medida que mostra problemas de entupimento e este aumento de vazão não é causado por desgaste da membrana de autocompensação, pois, se o fosse, a aplicação desses tratamentos não seria capaz de recuperar a vazão nominal.

Na Tabela 17, apresentam-se os valores médios do coeficiente de variação de uso dos gotejadores nas diferentes épocas de avaliação de vazão, sendo que houve efeito significativo entre si pelo teste F ($p < 0,01$) para 240h, 464h, 564h “sem flecha”, 688h e 800h. Keller & Bliesner (1990), classificam o coeficiente de variação de fabricação (*CV*) de emissores para gotejamento menores que 0,05 é excelente, 0,05 entre 0,07 média, 0,07 e 0,11 marginal, 0,11 entre 0,15 pobre, e maiores que 0,15 inaceitáveis. Os resultados obtidos a partir dessa tabela mostram que, os coeficientes para modelos Amanco e Netafim foram inaceitáveis ao final do ensaio, em 800 horas. Isso indica que, o uso de água ferrosa prejudica a fabricação dos gotejadores e ao longo de seu uso.

Segundo Gilbert & Ford (1986); Nakayama & Bucks (1986), a qualidade da água com teor de ferro acima de $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ ter danos severos a tubulação e uniformidade dos gotejadores.

Tabela 16. Análise de variância da vazão (Q), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 1,5 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	C/ Flecha	S/ Flecha	----- Com flecha -----					S/ Flecha	--- Com Flecha ---	S/ Flecha	
	Q média (L.h ⁻¹)										
	Zero h	Zero h	3h 45min	128 h	240 h	464 h	576 h	576 h	688 h	800 h	800 h
Netafim	4,06a	3,94b	4,02a	3,88a	3,88b	3,89b	3,13a	4,79a	2,82b	2,73a	4,56a
Amanco	3,74b	4,10a	3,97a	3,90a	4,17a	4,19a	3,02b	4,43b	3,04a	2,78a	4,14b
F	42,543**	16,408**	2,242 ^{ns}	0,596 ^{ns}	47,296**	46,869**	9,861**	47,443**	50,147**	0,403 ^{ns}	26,941**
CV (%)	6,88	3,72	3,72	3,77	5,71	5,73	6,05	6,28	6,00	16,08	9,97
DMS	0,097	0,054	0,054	0,053	0,083	0,084	0,067	0,105	0,063	0,160	0,157

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} - não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 17. Análise de variância do Coeficiente de Variação (CV), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 1,5 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	C/ Flecha	S/ Flecha	----- Com flecha -----					S/ Flecha	--- Com Flecha ---	S/ Flecha	
	CV										
	Zero h	Zero h	3h 45min	128 h	240 h	464 h	576 h	576 h	688 h	800 h	800 h
Netafim	0,222a	0,083a	0,043a	0,046a	0,045b	0,044b	0,092a	0,096a	0,081b	0,256a	0,144a
Amanco	0,088a	0,053a	0,030a	0,048a	0,105a	0,102a	0,086a	0,078b	0,103a	0,221b	0,136a
F	3,359 ^{ns}	7,540 ^{ns}	8,251 ^{ns}	0,046 ^{ns}	438,918**	490,639**	1,710 ^{ns}	3136,0**	51,857**	569,263**	8,266 ^{ns}
CV (%)	80,85	19,15	14,73	28,58	4,62	4,34	5,93	0,47	4,04	0,74	2,33
DMS	0,155	0,046	0,019	0,047	0,0,12	0,011	0,018	0,001	0,0131	0,006	0,011

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} - não significativo a 5% de probabilidade.

Observando a Tabela 18 os emissores não diferenciaram estatisticamente entre si pelo teste F ($p < 0,01$), exceto em 576h “sem flecha” e 688h. A vazão decresceu gradualmente com o aumento do número de horas de funcionamento do sistema, o que na variável CUD, houve diferença a partir 500 horas de uso em relação à testemunha. Os resultados mostram que, o modelo Netafim teve o comportamento excelente até 464h e 688h, o que reduziu sua classificação para boa em 576h, caindo para regular em 800 horas de funcionamento. Para o modelo Amanco sua eficiente foi excelente até 464 horas, mudando para boa em 576 horas e 688 horas, e tornando regular em 800 horas de funcionamento, de acordo com Keller & Karmeli (1974), classifica o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) acima de 90% é excelente, entre 85% e 90 % é boa, entre 70% e 80% regular e menores que 70% são ruins.

Analisando a Tabela 19 diferenciaram estatisticamente entre si pelo F ($p < 0,01$), exceto 128 h e 800 h “com flecha”. Houve redução nos valores médios do CUC com a utilização de água ferruginosa (dose = 1,5 mg L⁻¹). O tempo crítico, ou seja, onde houve uma queda brusca da uniformidade, ocorreu às 500 h de funcionamento. Os valores médios do CUC até 464 h mantiveram acima de 90% ficando o sistema classificado como excelente. O sistema foi classificado como excelente no início as avaliações (90% entre 100%), de acordo com Mantovani (2002), mas apresentou redução no valor de CUC de 12% para a marca Netafim e Amanco 11%, passando a ser classificado como razoável no final do ensaio.

Tabela 18. Análise de Variância do Coeficiente de Uniformidade Distribuição (CUD), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 1,5 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	C/	S/	----- Com flecha -----					S/	-- Com Flecha --	S/	
	Flecha	Flecha						Flecha		Flecha	
CUD (%)											
	Zero h	Zero h	3h 45min	128 h	240 h	464 h	576 h	576 h	688 h	800 h	800 h
Netafim	93,39a	96,13a	95,20a	93,38a	93,38a	93,45a	87,62a	87,77a	91,95a	78,67a	79,00a
Amanco	91,89a	97,15a	95,87a	95,20a	92,83a	93,16a	88,81a	87,41b	84,09b	79,24a	77,69a
F	0,479 ^{ns}	0,219 ^{ns}	1,848 ^{ns}	3,577 ^{ns}	0,213 ^{ns}	0,067 ^{ns}	4,129 ^{ns}	33,379*	38,819*	17,950 ^{ns}	8,824 ^{ns}
CV (%)	2,87	2,76	0,68	1,25	1,59	1,51	0,82	0,09	1,76	0,21	0,69
DMS	9,345	9,373	2,131	4,140	5,188	4,947	2,527	0,266	5,430	0,579	1,902

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} - não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 19. Análise de variância do Coeficiente de Uniformidade Christiansen (CUC), em função de diferentes modelos de emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 1,5 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	C/	S/	----- Com flecha -----					S/	--- Com Flecha ---	S/	
	Flecha	Flecha						Flecha		Flecha	
CUC (%)											
	Zero h	Zero h	3h 45min	128 h	240 h	464 h	576 h	576 h	688 h	800 h	800 h
Netafim	91,07a	93,04a	96,72b	93,76a	92,75a	92,77a	91,87b	89,60b	89,85a	80,68a	85,31b
Amanco	90,64b	93,42a	97,93a	93,76a	91,64b	91,79b	92,99a	91,85a	88,13b	80,48a	89,30a
F	630,887**	4,368 ^{ns}	3378,69**	1,009 ^{ns}	1760,14**	1332,25**	454,352**	151875,0**	645,956**	10,329 ^{ns}	7581,0**
CV (%)	0,13	0,24	0,03	0,00	0,04	0,04	0,07	0,01	0,09	0,09	0,06
DMS	0,417	0,775	0,089	0,000	0,114	0,115	0,225	0,024	0,290	0,263	0,197

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} - não significativo a 5% de probabilidade.

4.1.3 Avaliação dos emissores na dose 3,0 mg.L⁻¹ de Sulfato Ferroso

Observando-se na Tabela 20 ocorreu uma redução da vazão para o modelo Natefim após 240h, 464h, 576 h “com flecha” 576 h “sem flecha” de funcionamento do sistema quando comparado à vazão inicial, de 6,15%; 13,79%; 22,66%; 6,85%, respectivamente. Enquanto para Amanco foi de 2,67%; 2,67; 16,31%; e 19,22% para 128h, 240h, 464h “com flecha” 464 h “sem flecha”, respectivamente. Dias et al. (2003), avaliaram a susceptibilidade de diferentes tipos de tubos gotejadores ao entupimento por precipitados químicos de sulfatos de cálcio e observou modificação a vazão com reduções de até 78%.

Na Tabela 21 são apresentados os valores dos coeficientes de uniformidade pode-se observar que a variação dos coeficientes de uniformidade entre as irrigações é grande, em todas as condições estudadas, o que é expresso por valores de coeficientes de variação (CV) quando chega ao final do ensaio, de acordo com Keller & Bliesner (1990), classificam 0,11 entre 0,15 pobre, e maiores que 0,15 inaceitáveis. A aplicação de água se alterou com o passar do tempo, induzindo os altos valores dos coeficientes e desuniforme das distribuições de água nas irrigações realizadas.

Tabela 20. Análise de variância vazão (Q), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 3,0 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	Q (L.h ⁻¹)								
	C/ Flecha	S/ Flecha	----- Com Flecha -----			C/ Flecha	S/Flecha	C/ Flecha	S/Flecha
	Zero h	Zero h	3h 45min	128 h	240 h	464 h	464 h	576 h	576 h
Netafim	4,06a	3,94b	4,22a	4,07a	3,81a	3,50a	0,00b	3,14a	3,67a
Amanco	3,74b	4,11a	4,00b	3,64b	3,64b	3,13b	3,32a	0,00b	0,00b
F	42,543**	16,408**	91,702**	147,618**	12,708**	32,109**	2531,265**	3173,001**	3979,728**
CV (%)	6,88	5,50	3,04	4,98	7,12	10,55	21,77	19,45	17,36
DMS	0,097	0,080	0,045	0,069	0,096	0,127	0,131	0,110	0,115

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{NS} - não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 21. Análise de variância da Coeficiente de Variação (CV), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 3,0 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	CV								
	C/	S/	----- Com Flecha -----			C/ Flecha	S/Flecha	C/ Flecha	S/Flecha
	Flecha	Flecha	3h 45min	128 h	240 h	464 h	464 h	576 h	576 h
Netafim	0,022a	0,083a	0,042a	0,69a	0,111a	0,131b	0,00b	0,180a	0,161a
Amanco	0,088a	0,053a	0,039a	0,039a	0,067a	0,230a	0,40a	0,00b	0,00b
F	3,359 ^{ns}	7,540 ^{ns}	0,976 ^{ns}	9,419 ^{ns}	5,082 ^{ns}	129,076 ^{**}	16,043 [*]	7910,297 ^{**}	77763,00 ^{**}
CV (%)	80,85	19,15	11,22	21,99	27,01	5,93	40,41	2,75	0,88
DMS	0,156	0,046	0,016	0,041	0,085	0,037	1,040	0,009	0,002

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{NS} - não significativo a 5% de probabilidade.

Os resultados da Tabela 22 verifica-se que todos os modelos Netafim e Amanco apresentaram alto risco de entupimento a 3,0 mg.L⁻¹ de Fe. Os modelos Netafim e Amanco apresentaram o coeficiente de uniformidade de distribuição até 240 horas de funcionamento excelente, acima de 90%, a partir de 464h começaram a se diferenciar, onde o modelo Amanco reduz para classificação regular, 70% entre 80%, enquanto a modelo Netafim em 464h ficou classificada como boa, e 576h como regular; de acordo Keller & Karmeli (1974).

O fato de as concentrações de ferro ser maiores do que o aceitável, de acordo Gilbert & Ford (1986); Nakayama & Bucks (1986) é devido à precipitação em consequência da oxidação deste elemento. Isso ocorre porque o ferro reduzido (Fe²⁺) e, portanto, solúvel, ao atravessar o sistema de filtragem, pode se oxidar, tornando-se insolúvel (Fe³⁺) e acaba se precipitando e causando obstrução dos emissores VIEIRA et al. (2004).

Analisando a Tabela 23 houve efeito significativo entre si pelo teste F (p < 0,05) exceto em zero h “sem flecha” e 240h. Mantovani (2002), classificação do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) como entre 100% e 90% excelentes, 90% entre 80% boa, 80% e 70% razoável, 70% e 60% ruim, menores que 60% inaceitáveis. Os gotejadores Amanco e Netafim mantiveram entre excelente para as avaliações: zero “sem flecha”, 3h 45’ e 240 h; zero “com flecha”, zero “sem flecha”, 3h 45’ e 240 h, respectivamente; e uma classificação boa para: zero “com flecha”, 128h, 464 h “com flecha”, e 464 h “sem flecha”; 128h, 464 h “com flecha”, 576 h “com flecha”, e 576 h “sem flecha”, respectivamente.

Tabela 22. Análise de coeficiente de uniformidade Distribuição (CUD), em função de diferentes emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 3,0 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	CUD (%)								
	C/ Flecha	S/ Flecha	----- Com Flecha -----			C/ Flecha	S/Flecha	C/ Flecha	S/Flecha
	Zero h	Zero h	3h 45min	128 h	240 h	464 h	464 h	576 h	576 h
Netafim	93,39a	96,13a	93,05a	94,51a	93,66a	85,32a	0,00b	78,70a	78,61a
Amanco	91,89a	97,15a	96,04a	95,72a	90,71b	75,92b	73,72a	0,00b	0,00b
F	0,479 ^{ns}	0,219 ^{ns}	5,753 ^{ns}	0,861 ^{ns}	151,064 ^{**}	26,815 [*]	1035,123 [*]	93177,22 ^{**}	360469,90 ^{**}
CV (%)	2,87	2,76	1,62	1,68	0,32	2,76	7,61	0,80	0,41
DMS	9,345	9,37	5,370	5,611	1,031	7,813	9,859	1,109	0,563

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{NS} - não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 23. Análise de variância Coeficiente de Uniformidade Christiansen (CUC), em função de diferentes modelos de emissores (Amanco e Netafim) dose de ferro 3,0 mg.L⁻¹ (sulfato ferroso), no desempenho dos emissores. UNESP / Botucatu – 2010.

Emissores	CUC (%)								
	C/ Flecha	S/ Flecha	----- Com Flecha -----			C/ Flecha	S/Flecha	C/ Flecha	S/Flecha
	Zero h	Zero h	3h 45min	128 h	240 h	464 h	464 h	576 h	576 h
Netafim	91,07a	93,05a	94,27a	88,86a	93,37a	83,35b	0,00b	81,18a	88,39a
Amanco	88,64b	93,42a	93,39b	87,68b	93,23a	86,30a	81,30a	0,00b	0,00b
F	630,887 ^{**}	4,368 ^{ns}	440,567 ^{**}	98,998 [*]	1,358 ^{ns}	1145,066 ^{**}	16,476 [*]	610203,00 ^{**}	27466891,89 ^{**}
CV (%)	0,13	0,245	0,05	0,17	0,16	0,13	79,57	0,31	0,15
DMS	0,417	0,775	0,180	0,512	0,517	0,375	1,138	0,447	0,230

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. * - significativo a 5% de probabilidade. ** - significativo a 1% de probabilidade. ^{NS} - não significativo a 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que se realizou este trabalho, conclui-se que:

1. Os resultados observados na produção de girassol ornamental em estufa irrigado com água com presença de ferro não foram satisfatórios aos padrões comerciais, sendo assim inviável a sua utilização como água com teor de ferro para plantas envasadas, pois o ferro tornou-se tóxico as plantas de girassol quando aplicado sucessivas doses de baixas ou altas de ferro.
2. Após 1000 horas de funcionamento do sistema com água ferruginosa a $0,5 \text{ mg. L}^{-1}$, os modelos Netafim e Amanco mantiveram aceitáveis a vazão, CV, CUC e CUD, o que torna recomendável.
3. Modelos Netafim e Amanco quando submetidos a níveis de água com teores de ferro a 1,5 e 3,0 mg.L^{-1} comprometeu o desempenho dos emissores em menos de 1000 horas de funcionamento do sistema em vazão, CV, CUC e CUD, reduzindo a vida útil da tubulação, não sendo recomendando como água de irrigação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **Requisitos mínimos para elaboração de projeto de sistema de irrigação localizada**. São Paulo: PNBR, 8p. 1986.

AGUIRRE, C. E. C. **Nutrición Vegetal in flor de corte en el sur del estado de México**. 2002. Disponível em <<http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia08.pdf>> acessado em 14 abr de 2010.

ANDRADE, L. A. **Avaliação hidráulica e de resistência a tração de dois modelos de mangueiras gotejadoras**. 2005. 76 f. Dissertação (Mestrado Agronomia – Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, 2005.

ANEFALOS, L. C.; GUILHOTO, J. J. M. Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 41-63, 2003.

ANSORENA, J. M. **Substratos, propiedades y caracterización**, Bilbao: Mundi Prensa, 172 p. 1994.

ARTECA, R.N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Thomson Publishing, 332p., 1995.

ASAE. **American Society of Agricultural Engineers**. Standard engineering practices data: EP 458. Field evaluation of microirrigation systems. St. Joseph: ASAE, p.792-797., 1996.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 218p., 1991.

BAILEY, D.; WHIPKER, B.E. **Height control of commercial greenhouse flowers**. Horticulture Information Leaflet, Raleigh, v. 528, 17p., 1998.

BARBOSA FILHO, M. P. Cerais. p. 413-444. In: FERREIRA, M. E; CRUZ, M. C. P. (Eds.). **Micronutrientes na Agricultura**. Piracicaba: POTAFOS/CNPq. 734 p. 1991.

BARNI, N. A.; BERLATO, M. A.; SANTOS A. O. & SARTORI G. **Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 1, 167-184, 1995.

BAUMGARTEN, A. Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants. **Anais do III Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas**, Campinas, 2002. Documentos IAC, 70. Campinas: IAC, p. 7-15. 2002.

BERBERT, C. O. **O desafio das águas**. In: MARTINS, R. C.; NALENCIO, N. L. da S. **Uso e Gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e políticos – institucionais**. São Carlos: RiMa, Capítulo 6. Vol. 2, p. 81-97. 2003.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1995. 463 p. 6 ed. Viçosa (MG): UFV p. 499-503, 1995.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C.; **Manual de irrigação**. Viçosa: Ed. UFV. 7º ed. 611 p. 2005.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8º ed. Viçosa: UFV, 625 p. 2006.

BERNIER, G.; HAVELANGE, A.; HOUSSA, C.; PETITJEAN, A.; LEJEUNE, P. **Physiological signals that induced flowering**. *The Plant Cell*, Rockville, v. 5, p. 1147-1155, out. 1993.

BLAMEY, F. P. C.; ZOLLINGER, R. K.; SCNEITER, A. A. Sunflower production and culture. In: SCNEITER, A.A. (Ed). **Sunflower technology and production**. Madison: Wisconsin, American Society of Agronomy, p. 595670, (Agronomy, 35). 1997.

BRAGA, C. DE L. **Doses de nitrogênio no desenvolvimento de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) de vaso**. Dissertação. Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp/Botucatu. 92 f. 2009.

BRASIL - Diário Oficial da União. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa Nº 27, de 5 de junho de 2006**. Disponível em: <ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpssp/bibliote/informe_eletronico/2006/iels.julho.06/iels124/U_IN-MAPA-SDA-27_050606.pdf>. Acesso em: 24 de novembro de 2007.

BREDA, C.C. **Ensaios de tratamento de efluentes de industria de chapa dura de fibra de madeira**. 1999, 98f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

BRUGINSKI, D. H.; PISSAIA, A. **Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: ii – morfologia da planta e partição de massa seca**. *Scientia Agraria*, v.3, n.1-2, p.47-53, 2002.

BURT, C. M.; STYLES, S. W. **Drip and microirrigation for trees, vines, and row crops**. San Luis Obispo: The Irrigation Training & Research Center, 261 p., 2000.

CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do Girassol. In: LEITE, R.M.V.B.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina, CNPSO, p. 163-210., 2005.

CASTRO, P.R.C. **Hormônios Vegetais.** 1994. Disponível em: <http://www.ciagri.usp.br/~lazaropp/FisioVegGrad>. Acesso em: 02 Abr. 2010.

CHRISTOFIDIS, D. **Irrigação: a fronteira hídrica na produção de alimentos.** Brasileira: Revista Item Nº 54, 2º Trim, 2002.

CHRISTOFIDIS, D. **Água na produção de alimentos: o papel da academia e da indústria no alcance do desenvolvimento sustentável.** I Congresso Internacional de Cooperação Universidade-Empresa – UNINDU, Ubatuba, São Paulo – Brasil, 2005.

CONNOR, J.D.; SANDRAS, V.O. **Physiology of yield expression in sunflower.** Field Crops Research, .Amsterdam, n.30, p.333-389, 1992.

CORDEIRO, E. A. **Influência do tratamento de água ferruginosa no desempenho de sistema de irrigação por gotejamento.** Lavras, 2002. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração Irrigação e Drenagem)- Universidade Federal de Lavras. 2002.

CORREIA, K.G.; NOGUEIRA, R.J.M.C. **Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico.** Revista de Biologia e Ciência da Terra, v.4, n.2, 2004.

CTHIHO, MCTO, CGEE. **Diertrizes do fundo de recursos hídricos de desenvolvimento científico,** 628 p. 2001.

DA COSTA, C. C. **Estudos da susceptibilidade de tubos gotejadores ao entupimento por precipitados químicos de ferro.** 85p. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras. 2000, Lavras.

DASOJU, S.; EVANS, M. R.; WHIPKER, B. E. **Paclobutrazol drenches control growth of potted sunflowers.** HortTechnology, Alexandria, v. 8, n. 2, p. 235-237, 1998.

DE CAMPO LEITE, R. M. V. B; BRIGHENTI, A. M.; DE CASTRO, C. **Girassol no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 641p. 2005.

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÉBAUT, J.T.L.; SEDIYAMA, G.C. **Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento.** Revista Ceres, Viçosa-MG, v. 27, n. 150, p 155-162, 1980.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Water-supply systens, water sources.** U.S.A.: Macropaedia, vol. 19, p. 649, 1974.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia.** Rio de janeiro: Interciência/FINEP, 575p., 1998.

FERREIRA DF. *Sisvar versão 4.2.* DEX/UFLA. São Carlos: UFSCar. 2003.

FRAZÃO, J. E. M.; DE CARVALHO, J. G. DE PINHO, P. J.; OLIVEIRA, N. P.; COELHO, V. A. T.; DE MELO, S. C. **Deficiência nutricional em bastão-do-imperador (*etlingera elatior* (jack) r. m. smith): efeito na produção de matéria seca e índices biométricos.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, n. 2, p. 294-299, mar./abr., 2010.

FRIZZONE, J. A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência.** Piracicaba: ESALQ, 1992, 53 p. (Série Didática).

GILBERT, R. G.; FORD, H. W. Operatinal Principles/ Emitter clogging. In: NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. **Trickle irrigation of crop production.** [S.L.]: Elsevier Science Publishers, 383 p. 1986.

GONÇALVES, J. L. de M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. **Resumos do 13 Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13,** 1996. Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. 1- CD-ROM.

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos: vaso, corte e jardim.** Guaíba: Agropecuária, 2001. 116 p.

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo agro-industrial "casca de tungue" como componente de substrato para plantas**. 2002. 99 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia - Horticultura), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

HAYASHI, T., R. D., HEINS, A.C., CAMERON e W.H. CARLSON. **Ethephon influences flowering, height, and branching of several herbaceous perennials**. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.91, n.3-4, p.305-324, 2001.

HILLEL, D. **Advances in irrigation**. New York: Academic Press, vol. 1, 302 p. 1982.

HOWELL, A. T.; HILLER, E. A. **Designing trickle irrigation laterals for uniformity**. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, Reston, v. 100, n. IR4, p. 443- 454, 1974.

INCROCCI, G.; MUGNAI, S.; VERNIERI, P.; SERRA, G.; TOGNONI, F. **La produzione del Girasole da vaso fiorito**. *Colture Protette*, [S.l.], v. 32, n. 2, p. 105-114, 2003.

INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE. **Planejamento e gerenciamento de lagos e reservatórios: uma abordagem integrada ao problema da eutrofização**. v. 11. Tradução: VANNUCI, D. PNUMA, ANA, IIE, PROÁGUA, UNESCO, BANCO MUNDIAL. 385 p. 2001. (série de publicações técnicas).

JUNQUEIRA A. H.; PEETZ M. da S. **Pesquisa qualitativa sobre o potencial exportador de flores e plantas ornamentais do Brasil**. 2004. Disponível em: <www.hortica.com.br/artigos> Acesso em: 15 abr de 2010

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avi Book, 1990. 652 p.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.17, n.4, p.878-880, 1974.

KRAUSKAPF, K. B. Geochemistry of micronutrients. p. 7-40. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (Eds). **Micronutrients in Agriculture**. Madison: Soil Sci. Soc. Amer., 666p. 1972.

LATIMER, J. G.; SCOGGINS H. L.; BANKO T. J. **Using plant growth regulators on containerized herbaceous perennials**. Virginia: Virginia Cooperative Extension. p.20, 2001.

LENTZ, D.; POHL, M. E. D.; POKE, K. O. WYATT, A. R. **Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico**. Economic Botany, New York, v.55, n.3, p370-376, 2001.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Editora Átomo, p 444. 2005.

LIMA, V. L. de A.; CHAVES, L. H. G. **Qualidade da água**. Campina Grande: Agenda. 120 p. 2008.

LOBO, T. F. **Níveis de lodo de esgoto no desenvolvimento, nutrição e produtividade da cultura do girassol**. 2006. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Botucatu. 76 p. 2006.

MACHADO, P. R. **Absorção de nutrientes por duas cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) em função da idade e adubação, em condições de campo**. 1979. 40f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

MAGALHÃES, A.C. Análise quantitativa do crescimento. In: Ferri, M. G. **Fisiologia Vegetal**. Pedagógica e universitária, São Paulo, EDUSP, pp. 331-350. 1979.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; BASSO, L.C.; OLIVEIRA, G.D. Estudos sobre a nutrição mineral do milho. Efeito de doses crescentes de N, P e K no crescimento, na produção e na composição mineral da variedade 'Piranão' em condições controladas. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.33, p.479-499, 1976.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S. PALARETTI, L. F. **Irrigação: Princípios e métodos**. Viçosa: UFV. 2º ed. 358p. 2007.

MANTOVANI, E.C. *Avalia: manual do usuário*. Viçosa: DEA/UFV–PNP&D/café Embrapa, 2002.

MARTINS, D. **Classificação climática – Botucatu (SP)**. Botucatu: Departamento de Ciências Ambientais. Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2003. Não paginado.

MARTINS, M. B. G.; CASTRO, P. R. C. **Reguladores vegetais e a anatomia da folha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Ângela Gigante**. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.56, n.3, p.693-703, 1999.

MCMAHON, M. J.; J.W. KELLY. **CuSO₄ influences flowering of *Chrysanthemum* cv. Spears**. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.79, n.3-4, p.207-215, 1999.

MERREIN, A. **Physiologie du tournesol**. Paris: CETIOM, 66p. 1992.

MERRIAM, J.L.; KELLER, J. *Farm irrigation system evaluation: a guide for management*. Logan: Utah State University, 1978.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para sobrevivência futura**. *Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. Porto Alegre, v.3, n.4, 2002.

MMA, Brasil - **Caderno setorial de recursos hídricos: agropecuária** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 96 p. 2006.

NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production**. St. Joseph: ASAE, 383p. 1986.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Water quality criteria**. Washington. DC, United States Environmental Protection Agency, 592 p. 1972.

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

NEVES, M.B. **Desenvolvimento de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vasos em dois substratos, com solução nutritiva e em solo**. Ilha Solteira 2003, 63 p. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produções) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2003, Ilha Solteira.

OTTAWAY, J. H. **Bioquímica da poluição**. Tradução: MASSARO, L. P. S. São Paulo: EPU (Ed. Da Universidade de São Paulo), vol. 1, 74 p. 1982.

PALLEZ, L. C.; DOLE, J. M.; WHIPKER, B. E. **Production and post production studies with potted sunflowers**. HortTechnology, Alexandria, v. 12, n. 2, p. 206-210, Apr./June 2002.

PELEGRINI, B. **Girassol: uma planta solar que das Américas conquistou o mundo**. São Paulo: Ícone, 117p. 1985.

PENTEADO, S. R. **Manejo da água e irrigação: aproveitamento da água em propriedades ecológicas**. Campinas: Via Orgânica. 214 p. 2007.

PESCOD, M.B. **Wastewater treatment and use in agriculture**. Rome: Food and Agriculture Organization, 125p. 1992. (Irrigation and Drainage Paper, 47).

PIELOU, E. C. **Freshwater**. Chicago: The University of Chicago Press, 275 p. 1998.

POOL, A. G. E.; COUOH E. V.; GUTIÉREZ, A. P.; CACH, L.A.S. & CERDA C. F. J.F. (2005), **El Daminozide aumenta El diâmetro de inflorescência del crisântemo (*Dendranthema grandiflora* tzvelev.) cultivar polaris white**. Revista Chapingo - Série horticultura, 11, 361- 364.

PRATT, P. F. **Quality criteria for trace elements in irrigation waters**. California, California Agricultural Experiment Station, 46 p. 1972.

PUTT, E. D. Early history of sunflower. In: **Sunflower technology and production**. Madison: American Society of Agronomy, p1-19. 1997.

RADEMACHER, W. GROWTH RETARDANTS: **Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways**. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, Palo Alto, v. 51, p.501-531, 2000.

REICHARDT, K A **água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole. 188p. 1990.

REYES, F. G. R.; GARIBAY, C. B.; UNGARO, M. R. G. & TOLEDO, M. C. F. **Girassol: Cultura e aspectos químicos nutricionais e tecnológicos**. Fundação Cargill, Campinas. 86 p. 1985.

REZENDE, R.; FRIZZONE, J. A.; GONÇALVES, A. C. A.; DE FREITAS, P. S. L. **Influência do espaçamento entre aspersores na uniformidade de distribuição de água acima e abaixo da superfície do solo**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v.2, n.3, p.257-261, 1998

RIBEIRO, W. C. Água doce: conflito e segurança ambiental. In: MARTINS, R. C.; NALENCIO, N. L. da S. **Uso e Gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e políticos – institucionais**. São Carlos: RiMa, Capítulo 5. Vol. 2, p. 71-77. 2003.

RIGHETTO, A.M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/USP, 840 p. 1998.

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

ROTSTEIN, J. **Brasil Século XXI**. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo. 141 p. 1996.

SABBAGH, M. C. **Redução de porte de girassol ornamental pela aplicação de reguladores vegetais**. 2008, 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Fitotecnia e Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SANTOS, F. R. P. dos. **Produção de flores de *Helianthus annuus* L. cv. Sunbright (girassol ornamental) em três substratos e quatro tamanhos de vaso, em Ilha Solteira – SP**. 2002. 59f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

SANTOS, R. A.; HERNANDEZ, F. B. T.; FERREIRA, E. J. S.; VANZELA, L. S.; LIMA, R. C. Uniformidade de distribuição de água em irrigação por gotejamento em sub-superfície instalado na cultura de pupunheiras (*Bactris gasipaes* H.B.K.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBEA, 2003. CD-ROM.

SARRUGE, J. R. **Soluções Nutritivas**. Piracicaba: Summa Phytopathologica. 231p. 1975.

SCHMITZ, J. A.; SOUZA, P. V. de.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, n. 32, v. 6, p. 937- 944, 2002.

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

SCHOELLHORN, R. et al. **Specialty cut flower production guides for Florida: sunflower**. Gainesville: University of Florida, IFAS Extension, 3p. 2003.

SEILER, G. J. Anatomy and morphology of sunflower. In: SCHNEITER, A. A. (Ed.) **Sunflower science and technology**. Madison: ASA, p.67-111, 1997.

SFREDO, G. J.; SARRUGE, J. R. **Acúmulo de micronutrientes em plantas de girassol**. Brasília, DF: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.25, n.4, p. 499-503, 1990.

SICHMANN, W., ROCHA, J.L.V & BIERREGARD, A.C., **Sunflowers in Brazil – The potential of sunflower as an edible oil crop in Brazil Intern**. Sunflower conf., 4 (proceedings), Memphis, USA, p. 62-70. 1970.

SILVA, C.M.M.S.; FAY, E.S.; JONSSON, C.M. Paclobutrazol – Regulador de Crescimento Vegetal. In: SILVA, C.M.M.S.; FAY **Impacto Ambiental do Regulador de Crescimento Vegetal Paclobutrazol**. São Paulo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 1 ed, 2003.

SOLOMON, K. Manufacturing variation of trickle emitters. **Transactions of the ASAE**. St Joseph. 22, n. 5, p. 1034-1038, 1979.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes**. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.283-315. 2002.

TELLES, D. D.; DOMINGUES, A.F. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editoras, 3. ed. cap.10, p.325-364. 2006.

TOMBALATO, A. F. C. **Cultivo nacional de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agrônomo. 211 p. 2004.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 248 p. 2003.

UNESCO. Compartilhas a água e definir o interesse comum. In: **Água para todos: água para a vida**. Edições Unesco, (Informe das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos no mundo), p. 25-26, 2003.

UM NEGÓCIO florido. Disponível em: <<http://globo.ruraltv.globo.com/cgi-bin/globo.rural.html>>. Acessado em: 29 Mar 2010.

UNGARO, M. R. G. **Cultura do girassol**. Campinas: Boletim técnico do instituto agrônômico. V.188, p. 1-36, 2000.

UNGER, P. W. Sunflower. In: STERWART, B. A.; NIELSEN, D. R. (Ed.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison : ASA, p775-794. 1990.

VANZELA, L.S., ZOCOLER, J.L., HERNANDEZ, F.B.T. Uniformidade de distribuição da água acima e abaixo da superfície do solo em um sistema de irrigação por aspersão convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXXI, Salvador, 29 de julho a 02 de agosto de 2002. (CD-ROM).

VIEIRA G.H.S. et al. Recuperação de gotejadores obstruídos devido à utilização de águas ferruginosas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.1-6, 2004.

VRANCEANU, A. V. **El girasol**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 379 p.1977.

WATANABE, A. A.; NEVES, M. B.; MARQUES, R. R.; FONSECA, N. R.; RIGOLON, C.M. & BOARO, C. S. F. Distribuição de massa seca de girassol ornamental, cultivado em solução nutritiva com variação de nutrientes. X Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Recife, PE, Brazil. 2005.

WATSON, D. J. **The physiological basis of variation in yields**. Adv. Agron., 4, 101- 145. 1952.

WEISS, E. A. Sunflower. In: WEISS, E. A. **Oilseed crops**. New York: Longman, cap. 9, p. 402-462, 1983.

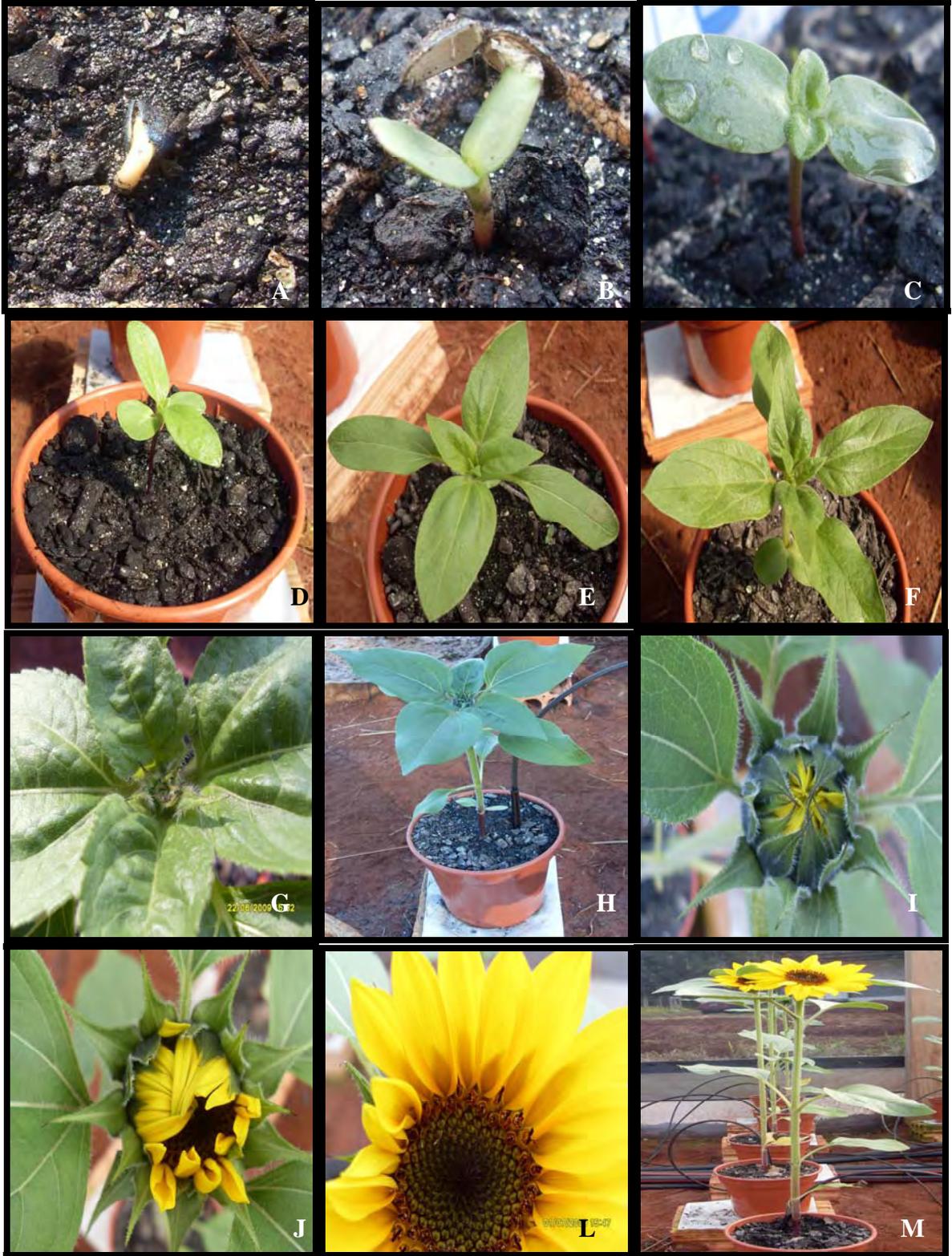
WHYPKER, B.; DASOJU, S. & MCCALL, I. **Guide to successful pot sunflower Production.** Department of Horticultural Science. Horticulture information Leaflet. 1998.

WHIPKER, B. E.; MCCALL, I. **Response of potted sunflower cultivar to daminozide foliar sprays and paclobutrazol drenches.** HortTechnology, Alexandria, v. 10, n. 1, p. 209-211, 2000.

ZOCOLER, J. L., VANZELA, L.S., HERNANDEZ, F.B.T. **Avaliação da uniformidade de armazenamento antes e após a irrigação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXXI, Salvador, 29 de julho a 02 de agosto de 2002. (CDROM).

ZOCOLLER, J. L. 1999. **Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação.** Disponível em <<http://www.agr.feis.unesp.br/curso5.htm>> Acessado em 07 de abril de 2010.

APÊNDICE





Apêndice 1. Estágio fenológico VE: número de dias de plantio até o aparecimento da plântula (A-B); mudas de girassol ornamental no momento de transplante aos vasos (C); V1 (C); V2 (D); V3 (E); V4 (F). Inflorescência do girassol nos diversos estádios de desenvolvimento da fase reprodutiva: R1 (G); R2 e R3 (H), R4 (I), R5 (J), R6 (L-M), R7 (N-O), R8 (P-Q); R9 (R-S). Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



Apêndice 2: Sequência da análise do teor de ferro na água utilizada na Fase 1 e na fase 2 do experimento. Espectrofotômetro (A); Reagente Cat. Nr. 21057.69: FerroVer Iron Reagent Powder Pillow (B-C); Comprimento de onda a 510 nm, com display mg/L Fe, e cubeta de 10 mL (D); Adição do reagente **FerroVer** (E); Água ferrosa na cubeta de cor alaranjada (F). Sulfato ferroso ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ comercial) (G); Coloração do sulfato ferroso (H), Método de pesagem (I). Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



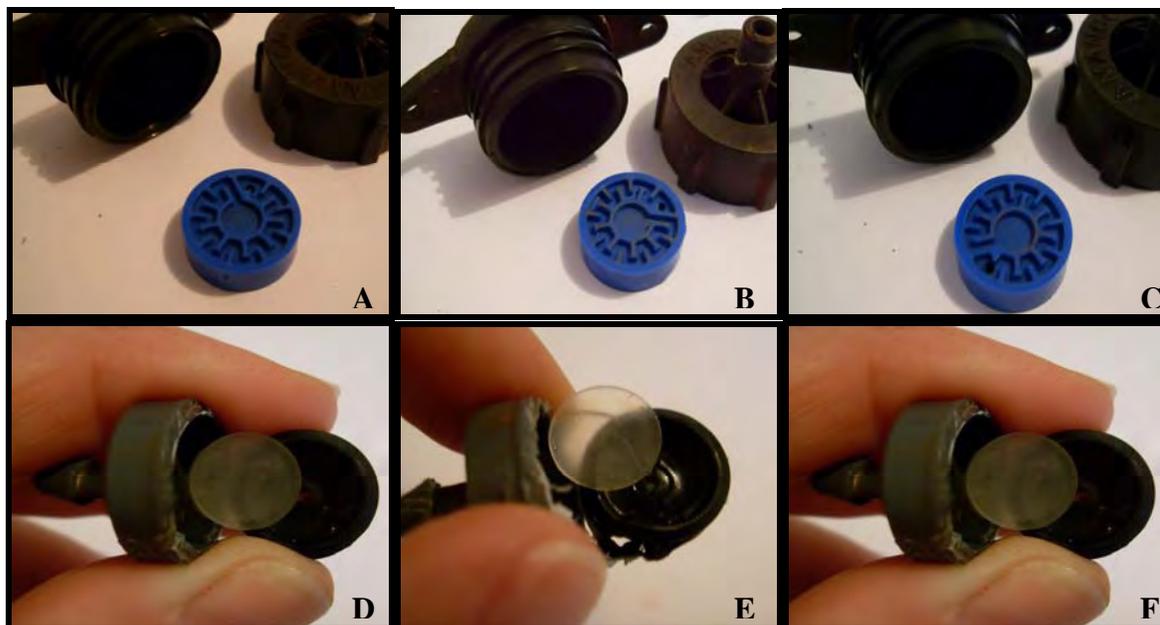
Apêndice 3: Termômetro digital infra-vermelho, marca Kiltherm 500. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



Apêndice 4: Visualização do primeiro, décimo e vigésimo “spaguetti” dos emissores Netafim (A-C) e Amanco (D-F) no teor de $0,5 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$. Botucatu, SP, FCA- UNESP, 2010.



Apêndice 5: Visualização da primeira, décima e vigésima “flecha” dos emissores Netafim (A-C) e Amanco (D-F) no teor de $0,5 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$. Botucatu, SP, FCA- UNESP, 2010.



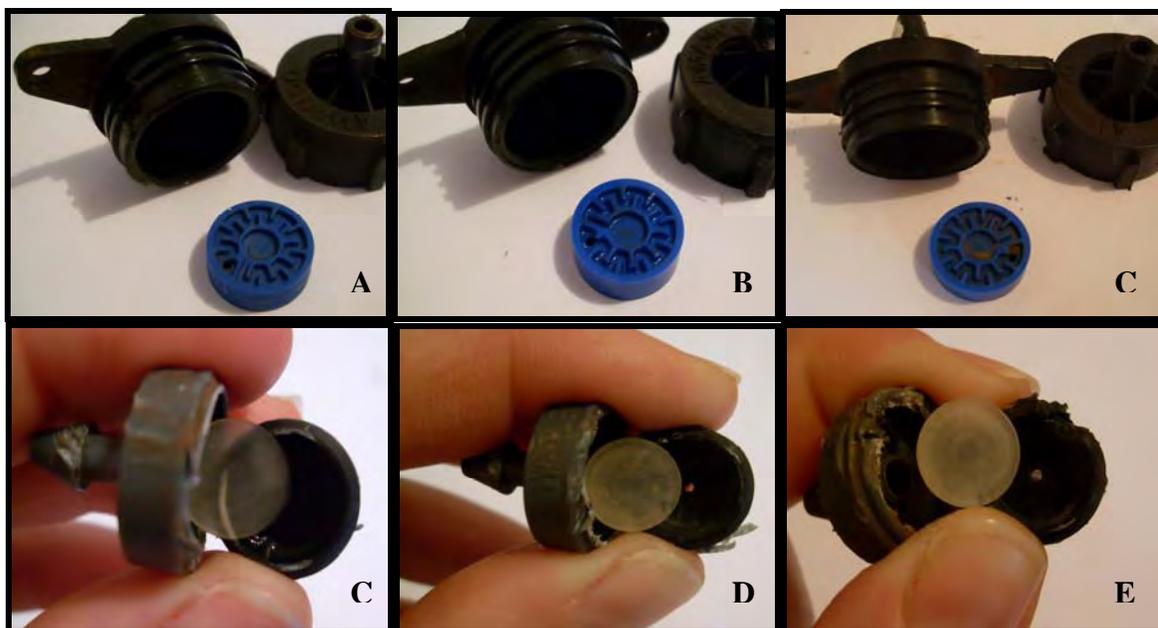
Apêndice 6: Visualização do primeiro, décimo e vigésimo emissores Netafim (A-C) e Amanco (D-F) no teor de $0,5 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$. Botucatu, SP, FCA- UNESP, 2010.



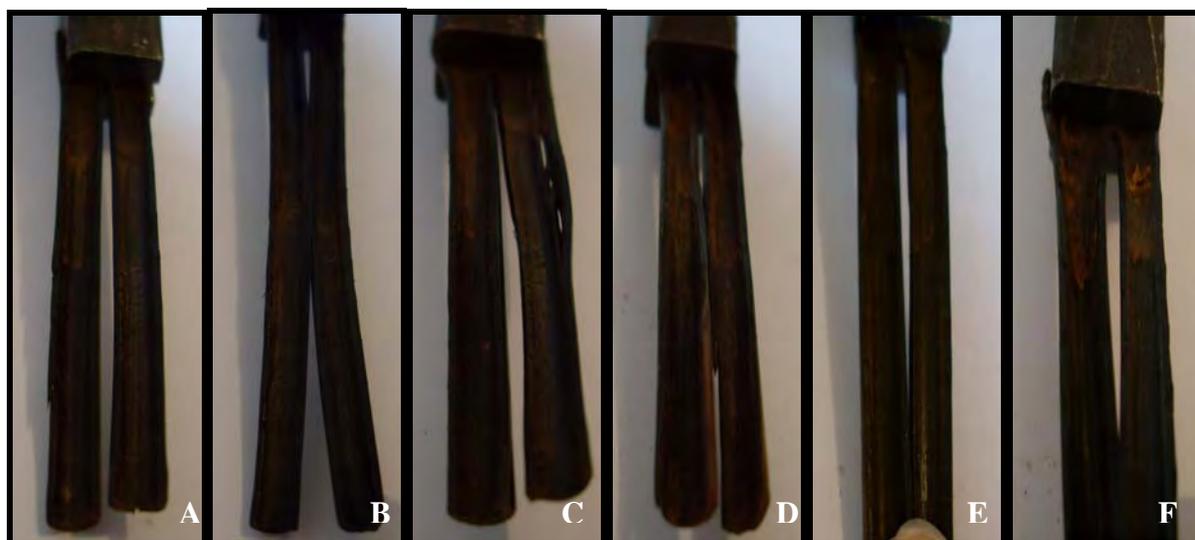
Apêndice 7: Visualização do primeiro, décimo e vigésimo “spaguetti” dos emissores Netafim (A-C) e Amanco (D-F) no teor de $1,5 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$. Botucatu, SP, FCA- UNESP, 2010.



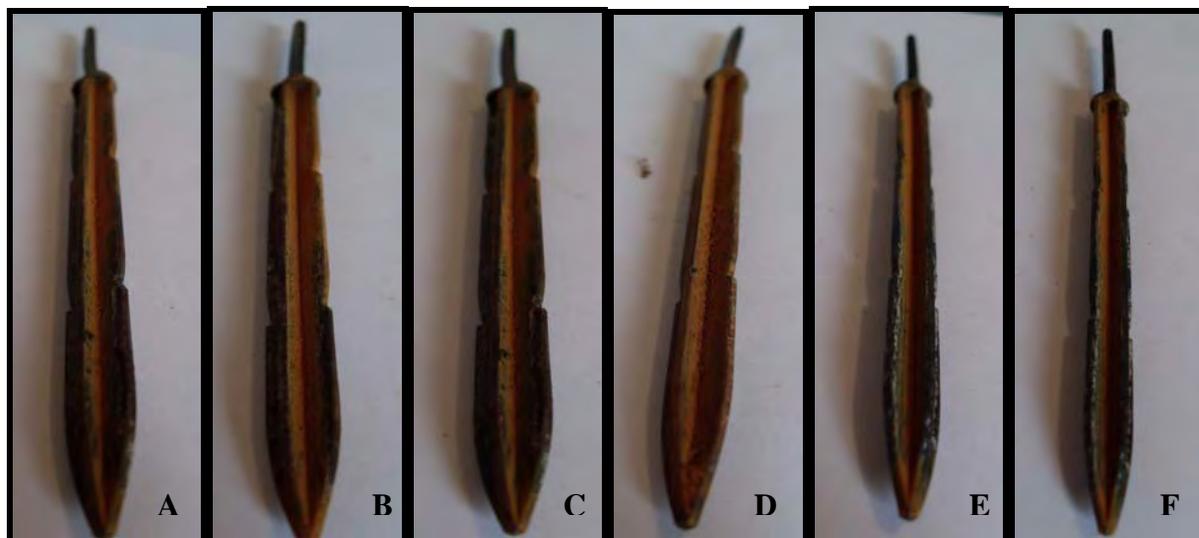
Apêndice 8: Visualização da primeira, décima e vigésima “flecha” dos emissores Netafim (A-C) e Amanco (D-F) no teor de $1,5 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$. Botucatu, SP, FCA- UNESP, 2010.



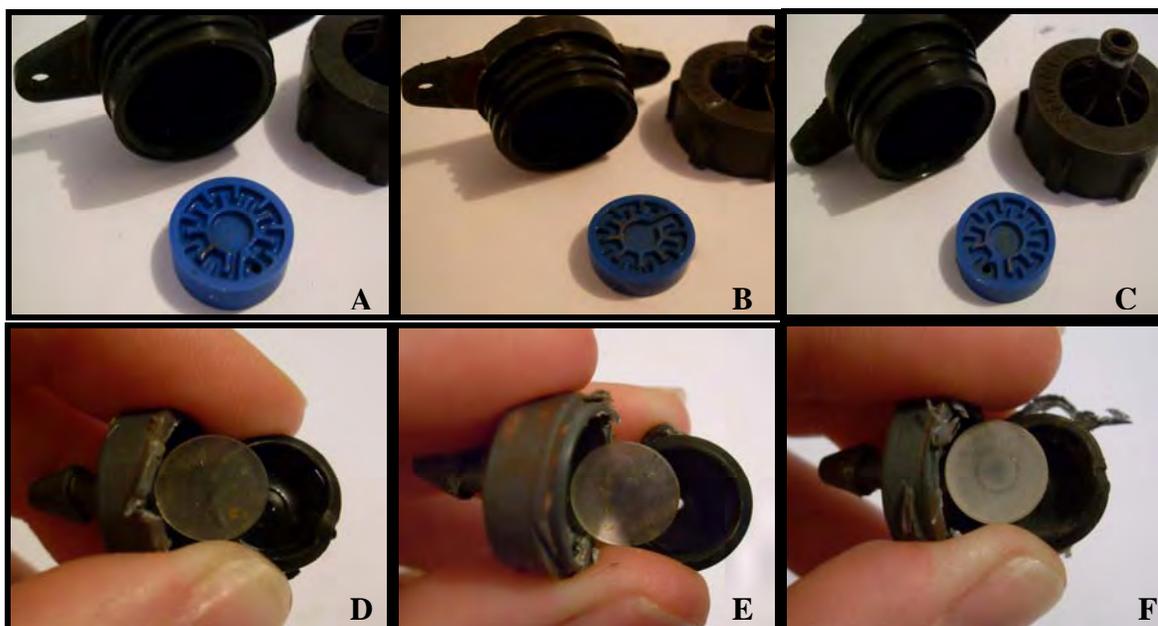
Apêndice 9: Visualização do primeiro, décimo e vigésimo emissores Netafim (A-C) e Amanco (D-F) no teor de $1,5 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$. Botucatu, SP, FCA- UNESP, 2010.



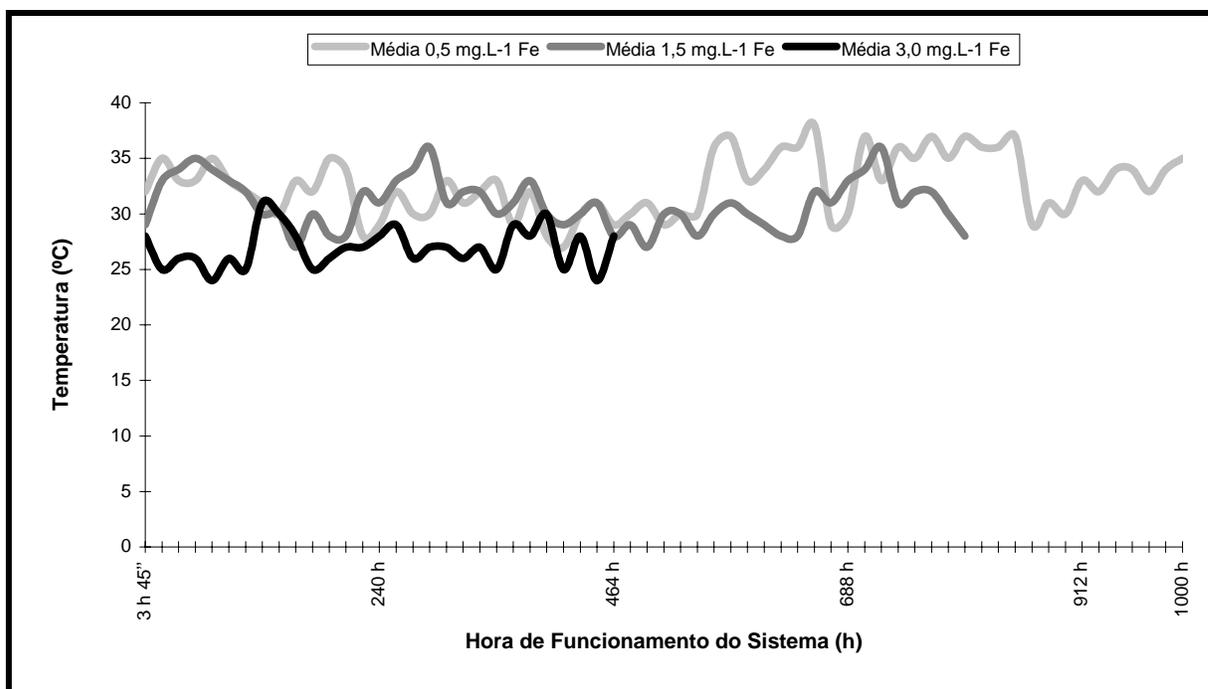
Apêndice 10: Visualização do primeiro, décimo e vigésimo “spaguetti” dos emissores Netafim (A-C) e Amanco (D-F) no teor de $3,0 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$. Botucatu, SP, FCA- UNESP, 2010.



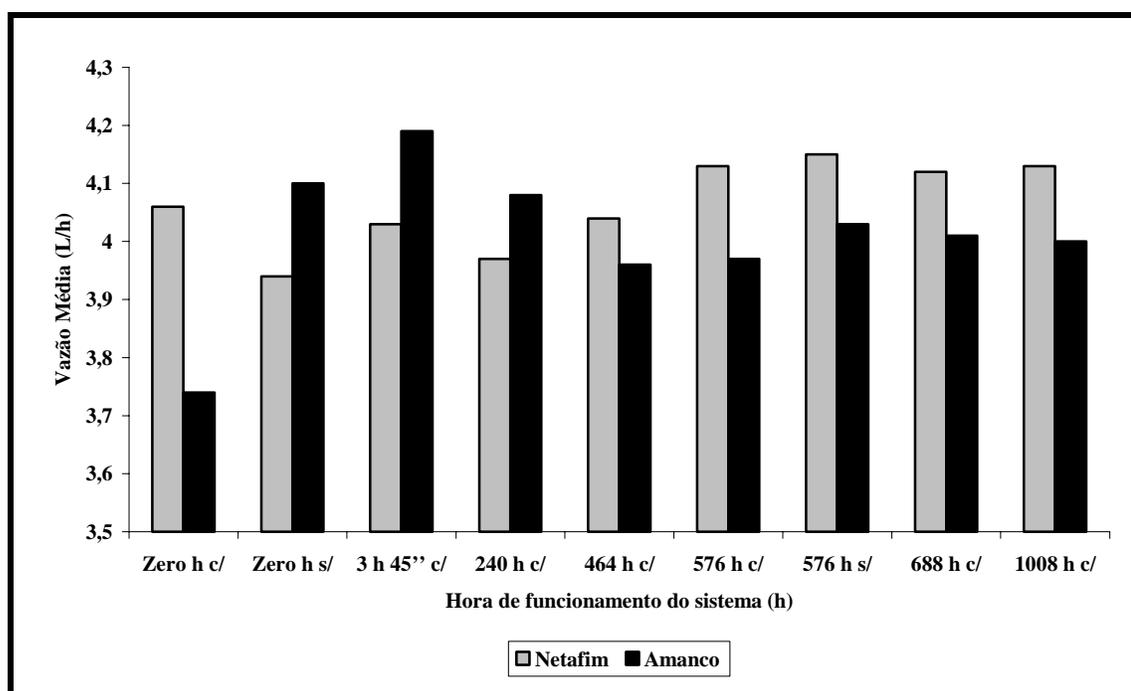
Apêndice 11: Visualização da primeira, décima e vigésima “flecha” dos emissores Netafim (A-C) e Amanco (D-F) no teor de $3,0 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$. Botucatu, SP, FCA- UNESP, 2010.



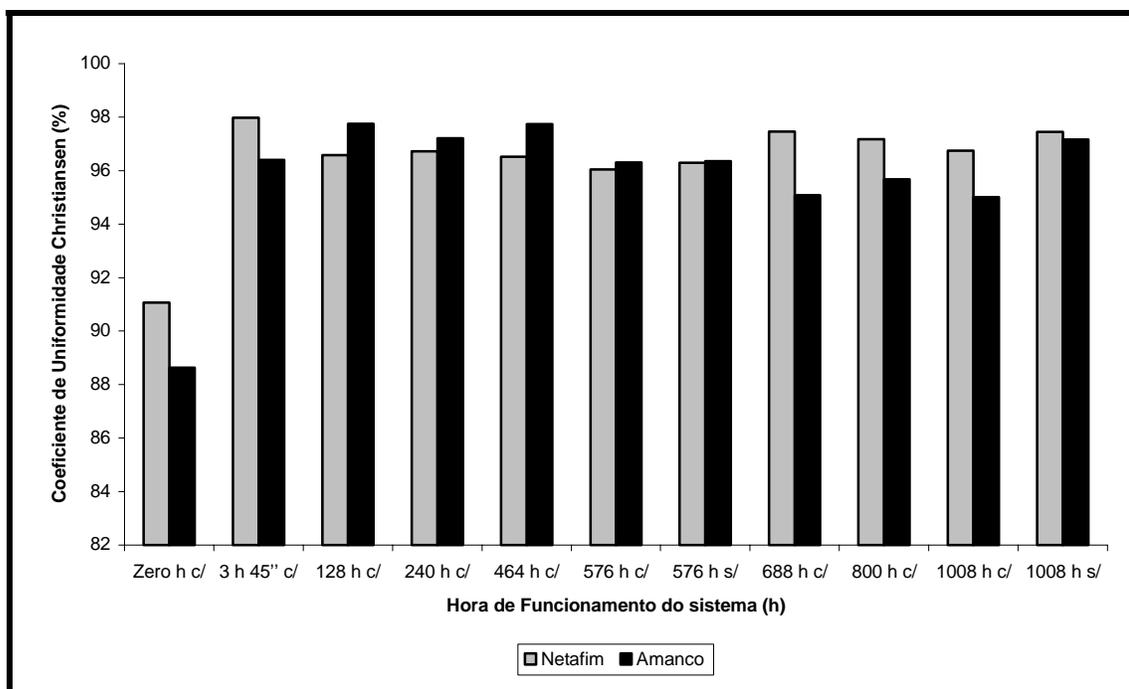
Apêndice 12: Visualização do primeiro, décimo e vigésimo emissores Netafim (A-C) e Amanco (D-F) no teor de $3,0 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$. Botucatu, SP, FCA- UNESP, 2010.



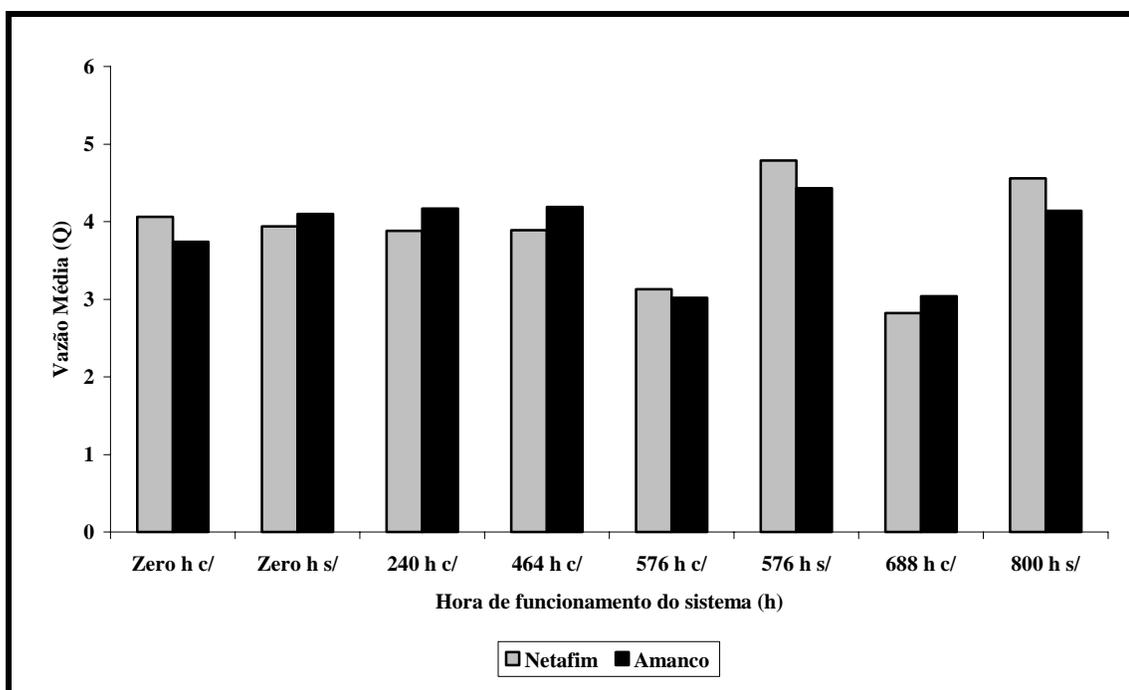
Apêndice 13: Temperatura média do tanque da água ao longo das horas de funcionamento do sistema de irrigação dos emissores Netafim e Amanco, SP, FCA-UNESP, 2010.



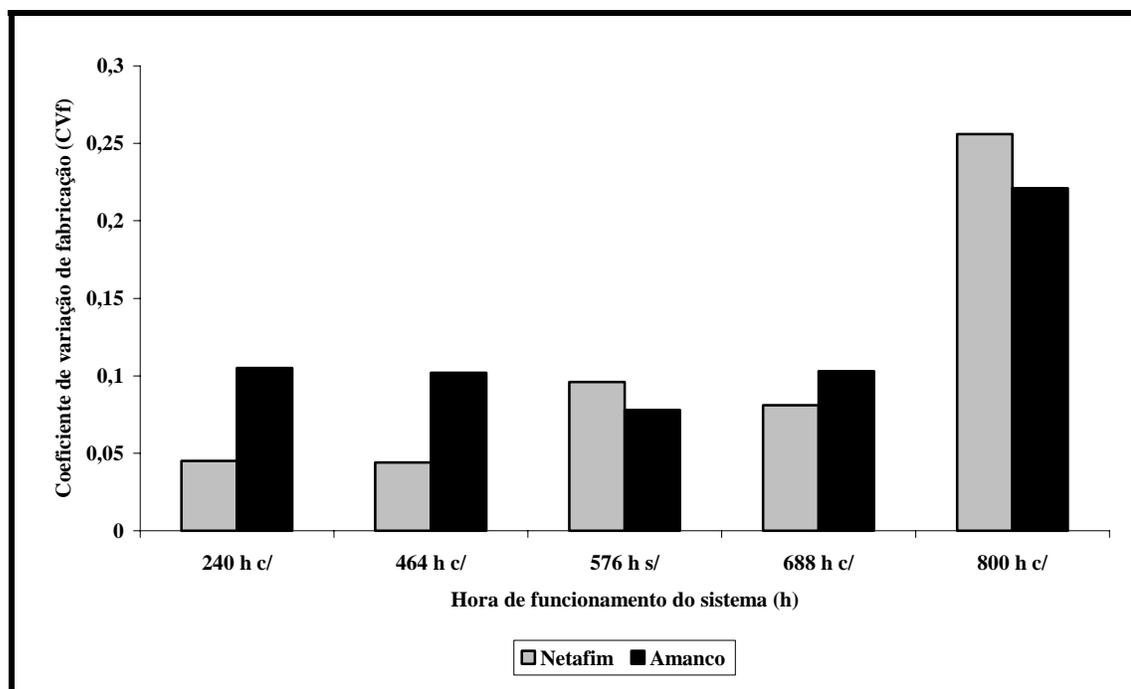
Apêndice 14: Avaliação do desempenho dos gotejadores dos modelos Amanco e Netafim ao teor de 0,5 mg.L⁻¹ Fe. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



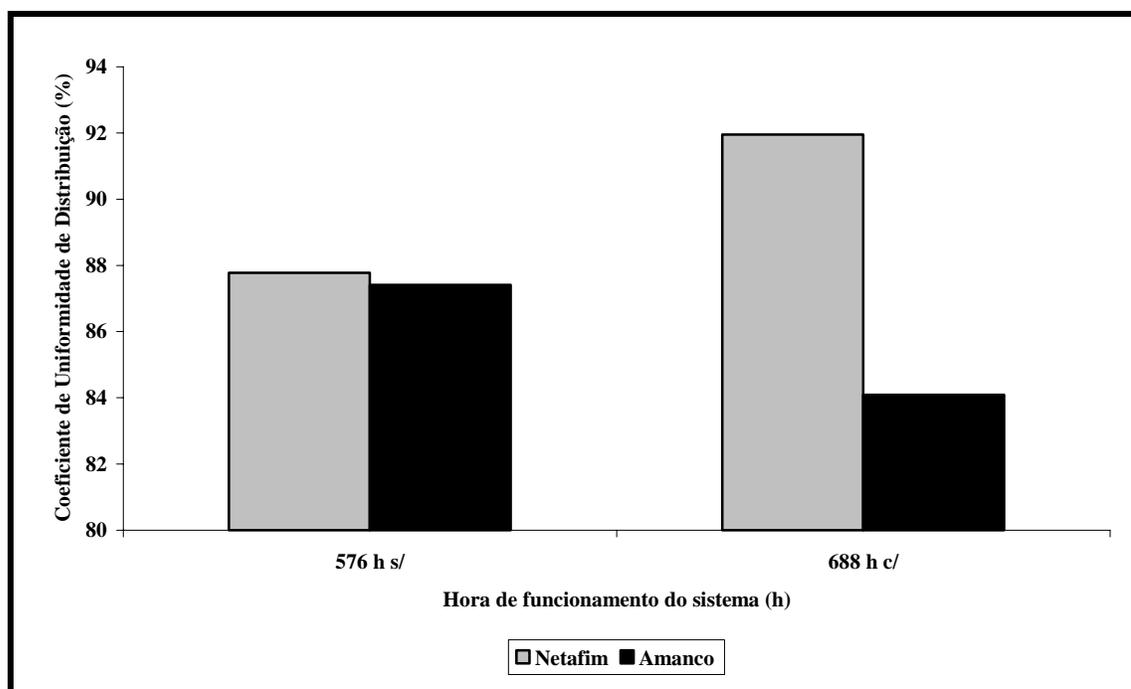
Apêndice 15: Avaliação do desempenho dos gotejadores dos modelos Amanco e Netafim ao teor de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ Fe. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



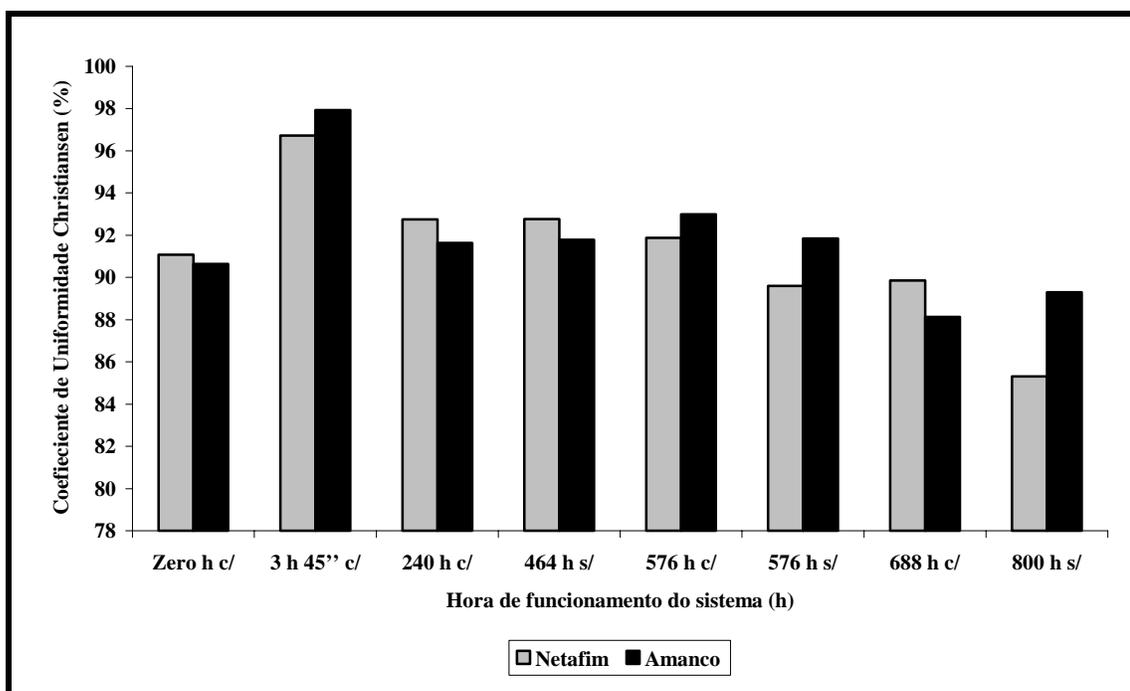
Apêndice 16: Avaliação do desempenho dos gotejadores dos modelos Amanco e Netafim ao teor de $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ Fe. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



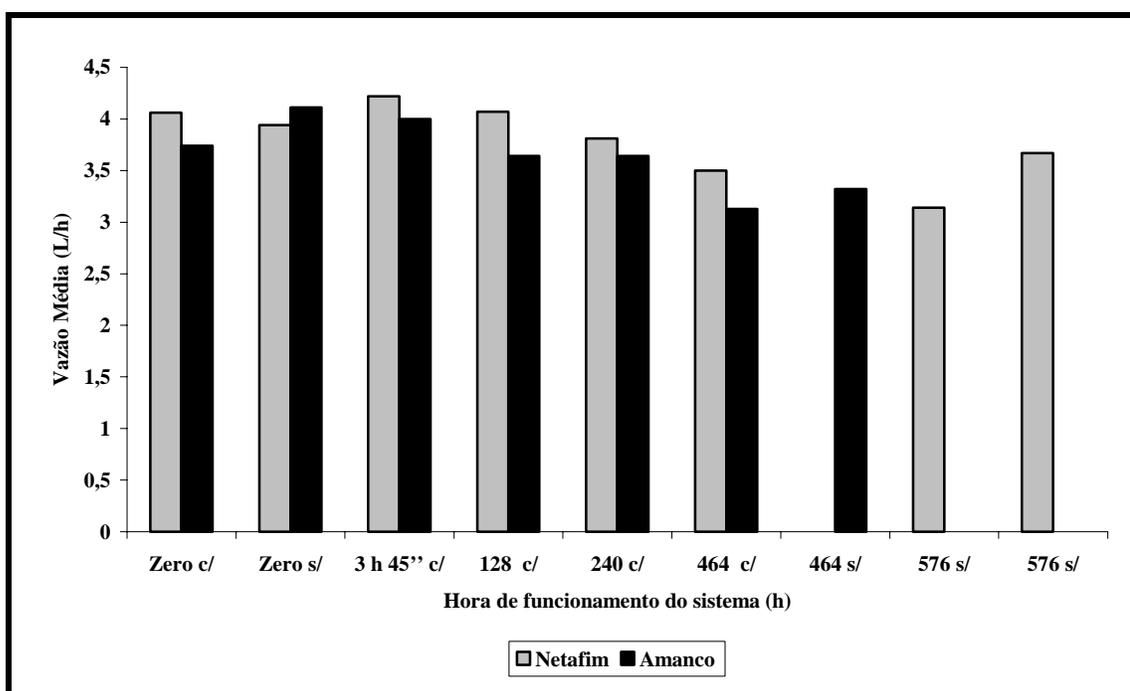
Apêndice 17: Avaliação do desempenho dos gotejadores dos modelos Amanco e Netafim ao teor de $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ Fe. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



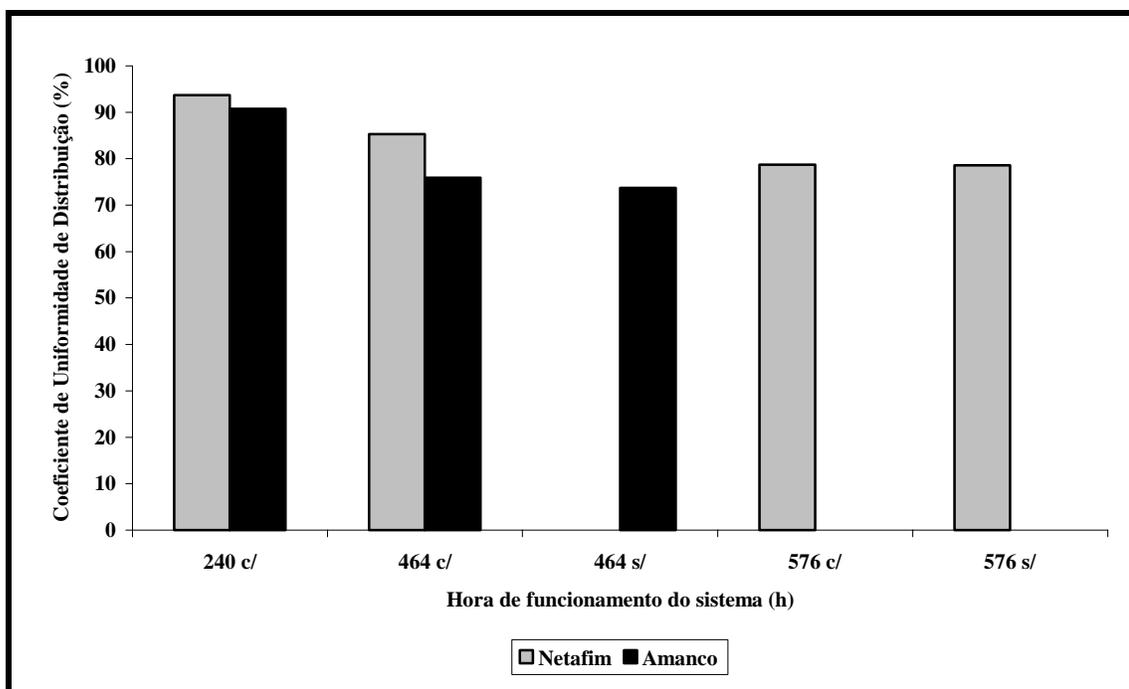
Apêndice 18: Avaliação do desempenho dos gotejadores dos modelos Amanco e Netafim ao teor de $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ Fe. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



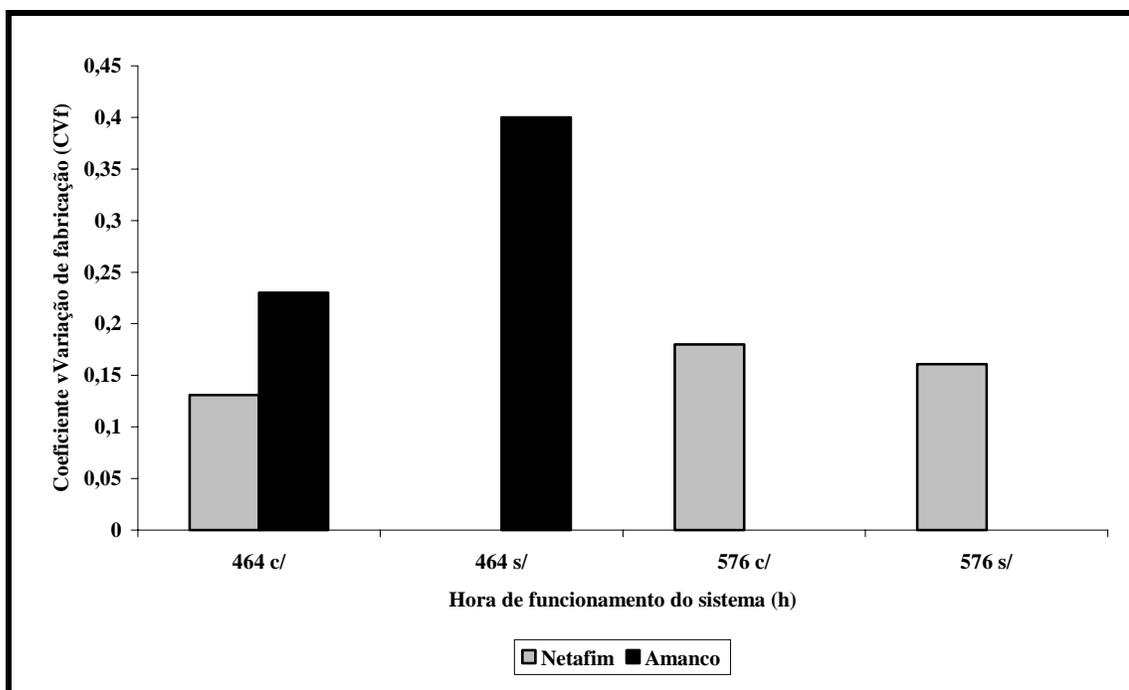
Apêndice 19: Avaliação do desempenho dos gotejadores dos modelos Amanco e Netafim ao teor de 1,5 mg.L⁻¹ Fe. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



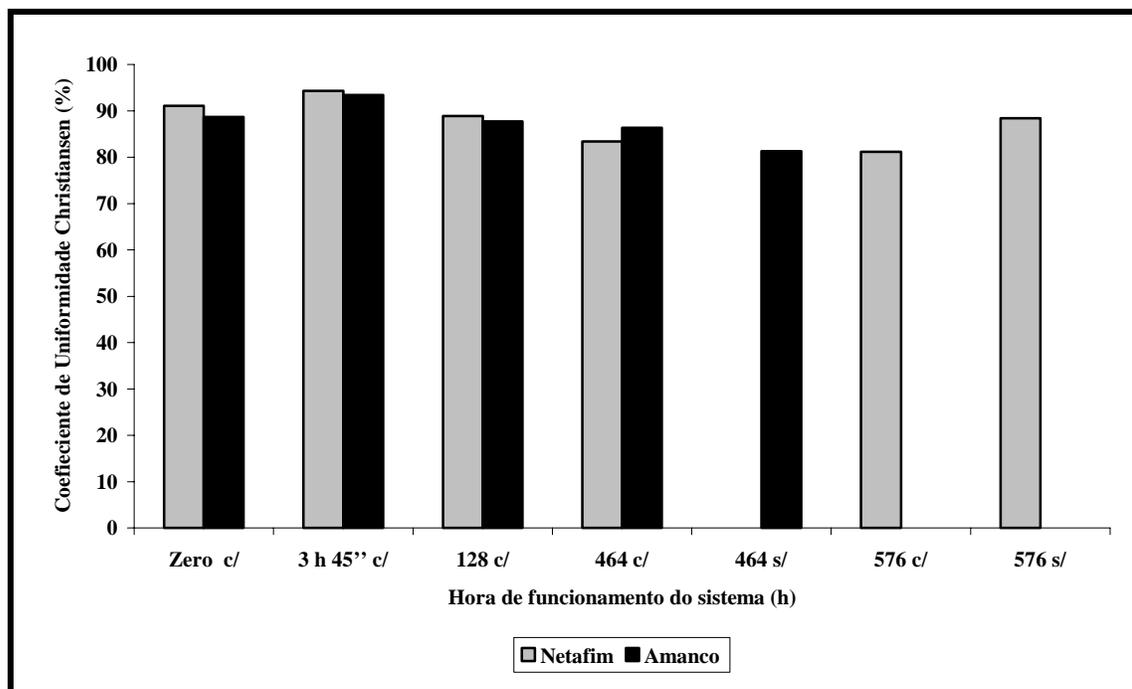
Apêndice 20: Avaliação do desempenho dos gotejadores dos modelos Amanco e Netafim ao teor de 3,0 mg.L⁻¹ Fe. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



Apêndice 21: Avaliação do desempenho dos gotejadores dos modelos Amanco e Netafim ao teor de 3,0 mg.L⁻¹ Fe. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



Apêndice 22: Avaliação do desempenho dos gotejadores dos modelos Amanco e Netafim ao teor de 3,0 mg.L⁻¹ Fe. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2010.



Apêndice 23: Avaliação do desempenho dos gotejadores dos modelos Amanco e Netafim ao teor de 3,0 mg.L⁻¹ Fe. Botucatu, SP, FCA- UNESP, 2010.

Apêndice 24. Procedimento de análise de Ferro Total no espectrofotômetro - DR2010 HACH

Material:

- Espectrofotômetro para uso no comprimento de onda de 510 nm: ferro total, 0 a 3,00 mg/L (água, efluente, água salgada), método 8008 (FerroVer Method).
- Cubetas com espaço interno de 10 mL ou maior.
- Reagente Cat. Nr. 21057.69: FerroVer Iron Reagent Powder Pillow.
- Água destilada livre da presença de ferro.
- Balança analítica de precisão (0,01 g)

Procedimento:

Passo 1: Seleciona-se o programa para ferro (Fe), FerroVer, powder pillows. Pressionando: **265 ENTER**. Ajusta-se o comprimento de onda a **510 nm** e o display passa a mostrar **mg/L Fe FV**. Utiliza do elevador para cubeta de 10 mL no compartimento para análise.

Passo 2: Preencheu uma cubeta com 10 mL de amostra com água destilada livre de presença de ferro (branco). Colocou a cubeta com o branco dentro do compartimento de análise e fecho-se a tampa protetora.

Passo 3: Pressionou a tecla: **ZERO**. O display mostrou: **Zeroing**; e resultando: **0,00 mg/L Fe FV**. Preencha uma cubeta com 10 mL de amostra (água com presença de ferro). Adicionou o conteúdo de um reagente **FerroVer Iron Reagent Powder Pillow** a cubeta. Agitou.

- **Nota 1:** Coloração alaranjada se desenvolverá se ferro estiver presente. A precisão da análise não será afetada se o reagente não se dissolver totalmente.

Passo 4: Pressionou a tecla: **SHIFT + TIMER**. Um período de reação de 3 minutos teve início. Quando o timer bipou pressionou a tecla: **READ**. O display mostrou: **Reading** e, concluindo com o resultado em mg/L ferro amostrado. Determinava a quantidade de ferro através das equações (1, 2 e 3).

Passo 5: Pesava-se a quantidade sulfato ferroso ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ comercial) na balança analítica de precisão (Apêndice 2). Após valor C encontrado diluíam-se em água destilada e adicionava-se ao reservatório de 300 L. E simultaneamente com auxiliou de um termômetro digital infravermelho, marca Kiltherm 500, obteve a temperatura média da água (Apêndices 3).

$$A = \text{Fe desejado} - \text{Fe original} = \text{Valor A} \dots\dots\dots(8)$$

$$B = \frac{(\text{Valor A}/1000 \text{ g/L}) \times (278,01 \text{ g/mol})}{55,85 \text{ g/mol}} = \text{Valor B g/L de FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots(9)$$

$$C = (\text{Valor B g}) \times \text{quantidade do reservatório L} = \text{Valor C g de FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O para L do reservatório} \dots\dots\dots(10)$$

Em que:

A: Ferro a ser calculado;

B: Quantidade de ferro necessário;

C: Quantidade de ferro para uma determinada quantidade de água;

Massa molar: 278,01 g/mol;

Peso atômico Fe: 55,85 g/mol.