

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Produção de girassol de corte (*Helianthus annuus*, L.) e de estática (*Limonium sinuatum*, Mill.) em resposta a diferentes lâminas de irrigação em vaso.**

**Marcelo Souza de Oliveira**

**2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**PRODUÇÃO DE GIRASSOL DE CORTE (*Helianthus annuus*, L.) E DE  
ESTÁTICE (*Limonium sinuatum*, Mill.) EM RESPOSTA A DIFERENTES  
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM VASO**

**MARCELO SOUZA DE OLIVEIRA**

*Sob a orientação do professor*

**Daniel Fonseca de Carvalho**

*e co-orientação do professor*

**Leonardo de Oliveira Medici**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Fitotecnia**, no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Fisiologia da Produção.

Seropédica, RJ  
Julho de 2017

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

O48p Oliveira, Marcelo Souza de, 1985-  
Produção de girassol de corte (*Helianthus annuus*,  
L.) e de estátice (*Limonium sinuatum*, Mill.) em  
resposta a diferentes lâminas de irrigação em vaso. /  
Marcelo Souza de Oliveira. - 2017.  
44 f.

Orientador: Daniel Fonseca de Carvalho.  
Coorientador: Leonardo de Oliveira Medici.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia, 2017.

1. Irrigação automática. 2. Horticultura  
ornamental. 3. Flor de corte. I. de Carvalho, Daniel  
Fonseca, 1968-, orient. II. Medici, Leonardo de  
Oliveira, 1967-, coorient. III Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**MARCELO SOUZA DE OLIVEIRA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Fitotecnia**, no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Fisiologia da Produção.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 12/07/2017

---

Daniel Fonseca de Carvalho. Doutor. UFRRJ  
(orientador)

---

Antônio Carlos de Souza Abboud. Doutor. UFRRJ

---

Edinaldo da Silva Araújo. Doutor. EMBRAPA

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Esquema da distribuição randomizada das lâminas de irrigação entre os vasos nos EXP1 (b) e EXP2 (a). 1- para vazão aproximada correspondente a 1 L.h<sup>-1</sup>; 2 - para vazão aproximada correspondente a 2 L.h<sup>-1</sup>; 3- para vazão aproximada correspondente a 3 L.h<sup>-1</sup>; 4- para vazão aproximada correspondente a 4 L.h<sup>-1</sup>; ..... 9
- Figura 2. Representação do controle automático de irrigação e seu uso: 1 – cápsula cerâmica de filtro (sensor de tensão); 2 – tubo flexível; 3 – pressostato de máquina de lavar (interruptor); 4 – válvula eletromagnética ou bomba hidráulica; 5 – fiação elétrica; 6 – fonte de água; 7 – irrigação por gotejamento; h – distância vertical entre o sensor e o interruptor. (MÉDICE, 2010). ..... 10
- Figura 3. Número de acionamentos do sistema de irrigação (A) e volume de água semanal (m<sup>3</sup>) (B) para o girassol de corte em diferentes substratos. Azul: 2/3 de terra e 1/3 de fibra de coco no substrato – EXP1; Verde: 2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra no substrato – EXP2. .... 12
- Figura 4. Efeito dos diferentes volumes de água aplicados pelo acionador no desenvolvimento do girassol de corte em substrato com 2/3 de fibra de coco. T1, T2, T3 e T4: vazões aproximadas de 1, 2, 3 e 4 L.h<sup>-1</sup>, respectivamente. .... 13
- Figura 5. Crescimento de girassol ornamental submetido a quatro doses de água ao longo das seis semanas de avaliação: em substrato com 2/3 de fibra de coco e 1/3 de solo – EXP2, altura (A) e diâmetro (C); em substrato com 2/3 de solo e 1/3 de fibra de coco – EXP1, altura (B) e diâmetro (D). .... 14
- Figura 6. Número de acionamentos do sistema de irrigação (A) e volume de água semanal, em m<sup>3</sup> (B), para a estática de corte em diferentes substratos. Azul: 2/3 de terra e 1/3 de fibra de coco no substrato – EXP1; Verde: 2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra no substrato – EXP2. .27
- Figura 7. Gráfico da variação da área foliar da parte aérea no EXP2 (1/3 de solo e 2/3 de fibra de coco). .... 30
- Figura 8. Gráfico da variação da massa fresca da parte aérea no EXP2 (1/3 de solo e 2/3 de fibra de coco). .... 31

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Equações de regressão das variáveis avaliadas em girassol de corte no experimento com substrato em 2/3 de solo e 1/3 de fibra de coco (v/v) — EXP1 em resposta às crescentes lâminas de irrigação dos respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Médias de 5 repetições. ..	15
Tabela 2. Equações de regressão das variáveis avaliadas em girassol de corte no experimento com substrato em 2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra (v/v) – EXP2 em resposta às crescentes lâminas de irrigação dos respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Médias de 5 repetições. ..	16
Tabela 3. Número de hastes de girassol de corte em cada padrão de classificação Ibraflor, renda por estufa de 240 m <sup>2</sup> e perdas financeiras virtuais dos maços com seis hastes, para cada tratamento, nos dois substratos de acordo com os preços em 20/06/2016 no CEASA/Campinas. ....	17
Tabela 4. Equações de regressão das variáveis avaliadas em estática nos experimentos 1 e 2 em resposta às crescentes lâminas de irrigação dos respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Médias de 5 repetições. ....	29
Tabela 5. Equações de regressão das variáveis avaliadas em estática nos experimentos 1 e 2 em resposta às crescentes lâminas de irrigação dos respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Médias de 5 repetições; .....	32
Tabela 6. Ocorrências de florescimento nas 20 parcelas dos experimentos.....	33

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Volumes de água aplicados durante todo ciclo de produção do girassol de corte no experimento 1 (2/3 de terra e 1/3 de fibra de coco) e no experimento 2 (2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra) em seus respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4.....	12
Quadro 2. Tensões médias de retenção da água no substrato no início dos acionamentos do sistema de irrigação durante o cultivo de girassol de corte no experimento 1 (2/3 de terra e 1/3 de fibra de coco) e no experimento 2 (2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra) em seus respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4.....	12
Quadro 3. Volumes de água aplicados durante todo ciclo de produção de estátice no experimento 1 (2/3 de terra e 1/3 de fibra de coco) e no experimento 2 (2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra) em seus respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4.....	27
Quadro 4. Tensões médias de retenção da água no substrato no início dos acionamentos do sistema de irrigação durante o cultivo de estátice no experimento 1 (2/3 de terra e 1/3 de fibra de coco) e no experimento 2 (2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra) em seus respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4.....	28

## RESUMO GERAL

A irrigação na floricultura tem sido marcada por empirismo, de onde importa que se estude o manejo eficiente da aplicação de água nessas culturas. Cultivos de girassol e de estátice com finalidade ornamental para corte foram submetidas, cada qual, a dois experimentos distintos consistindo em dois substratos (EXP1, contendo 2/3 de solo e 1/3 de fibra de coco; EXP2, contendo 1/3 de solo e 2/3 de fibra de coco) em vaso dentro de uma casa de vegetação. Em cada substrato/experimento, plantas foram submetidas a quatro diferentes lâminas de irrigação automática. As lâminas consistiram naquelas provenientes de irrigação por gotejadores autocompensantes de 1, 2, 3 e 4 L·h<sup>-1</sup>, constituindo os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente, que regavam simultaneamente os vasos correlatos. O Acionador Simplificado de Irrigação (ASI) foi instalado no T3 de cada experimento, de modo que a altura de lâmina aplicada dependeu do tempo de acionamento do sistema de irrigação, tempo esse regido pelo ASI. Estabelecido T3 como controle, avaliou-se se esse tratamento alcançaria desempenho superior a T1 e T2, onde se impôs déficit hídrico, ou mesmo a T4, onde se impôs um superávit na umidade do solo. Todos os vasos de girassol floresceram e os tratamentos T3 de ambos substratos apresentaram melhores desempenhos com um consumo de 15,59 L e 11,28 L por flor produzida em EXP1 e EXP2, respectivamente. De maneira geral, o girassol apresentou resposta ao incremento de água irrigada num modelo quadrático. Ainda, no cultivo de girassol o tratamento T3 do experimento EXP2 apresentou o melhor desempenho geral inclusive com melhor rentabilidade produzindo hastes com melhor padrão (classe) e um conseqüente melhor valor de venda. Nem todos os vasos com estátice produziram hastes, tendo alguns vasos produzindo várias hastes e outros produzindo nenhuma. A resposta ao incremento de água na estátice foi linear e crescente, de maneira geral, nos diversos parâmetros avaliados. O número de hastes produzidas não apresentou resposta significativa ao incremento de água. O consumo de água nos tratamentos T4 que apresentaram o melhor desempenho na maioria dos parâmetros em ambos experimentos com estátice foi de 41,20 L e 27,60 L por planta em EXP1 e EXP2, respectivamente, dentro do período do ensaio.

**Palavras-chave:** Horticultura ornamental. Flor de corte. Irrigação automatizada.

## ABSTRACT GERAL

Flowers have been appreciated by mankind for many centuries and their use includes food, medicinal, mystical and, mainly, ornamental purposes. However, irrigation in floriculture has been marked by empiricism wherefore it is important to study the efficient management of water application in these crops. Sunflower and statice crops to ornamental purpose for cutting were each submitted to two distinct experiments consisting of two substrates (EXP1, containing 2/3 soil and 1/3 coconut fiber; EXP2 containing 1/3 of Soil and 2/3 of coconut fiber) in pot cultivation at greenhouse. In each substrate/experiment, plants were submitted to different automatic irrigation sheets. The sheets consisted of irrigation by self-compensating drip irrigators of 1, 2, 3 and 4 L · h<sup>-1</sup>, constituting the treatments T1, T2, T3 and T4, respectively, which irrigated the correlated vessels simultaneously. The Simplified Irrigation Trigger (ASI) was installed in the T3 of each experiment, so that the applied sheet height depended on the activation time of the irrigation system, which is governed by the ASI. Established T3 as a control, it was evaluated if it would reach superior performance to T1 and T2, where water deficit was imposed, or even T4, where a surplus in soil moisture was imposed. All the sunflower pots flourished and the T3 treatments of both substrates presented better performances with a consumption of 15.59 L and 11.28 L per flower produced in EXP1 and EXP2, respectively. In general, the sunflower presented a response to the increment of irrigated water in a quadratic model. Also, in the sunflower cultivation the T3 treatment of the EXP2 experiment presented the best overall performance, even with better yield, producing stems with better standard (class) and a consequent better sales value. Not all pots with statice produced stems, having some pots more production and others no production. The response to water increment in the statice was linear and increasing, in general, in the various parameters evaluated. The number of stems produced did not show a significant response to water increment. The water consumption in the T4 treatments that presented the best performance in most of the parameters in both statice experiments was 41.20 L and 27.60 L per plant in EXP1 and EXP2, test period.

**Key words:** Ornamental horticulture. Cut flower. Automatic irrigation

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	1
CAPÍTULO I	
PRODUÇÃO DE GIRASSOL DE CORTE ( <i>Helianthus annuus</i> , L.) EM RESPOSTA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM VASO .....	6
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.1 Tratamentos e delineamento .....	8
2.2 Manejo e sistema de irrigação.....	9
2.3 Variáveis analisadas .....	11
2.4 Análise estatística.....	11
2.5 Estudo de rendimento financeiro .....	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	12
4 CONCLUSÕES.....	19
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
CAPÍTULO II	
PRODUÇÃO DE ESTÁTICE ( <i>Limonium sinuatum</i> , Mill.) EM RESPOSTA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM VASO.....	23
6 INTRODUÇÃO.....	24
7 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
7.1 Delineamento .....	25
7.2 Manejo e sistema de irrigação.....	25
7.3 Variáveis analisadas .....	26
7.4 Análise estatística.....	26
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
9 CONCLUSÕES.....	34
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35
CONCLUSÕES GERAIS .....	36

## INTRODUÇÃO GERAL

A floricultura no Brasil vem se tecnificando cada vez mais. O país conta com polos de produção onde os agricultores se organizaram e têm acesso às mais diversas tecnologias do setor, passando desde a automação do controle da ambiência nas casas de vegetação e indo até as mais modernas variedades melhoradas de produtos ornamentais. Nessa realidade, produtores escoam seus produtos para mercados próximos e distantes de suas regiões de origem chegando, ainda, a irromper no mercado internacional.

No ano de 2007, estimou-se que, em 6 mil hectares dentro de 304 municípios, 4 mil produtores de flores do Brasil permitissem movimentar US\$ 1,3 bilhão/ano com um faturamento de US\$ 450 milhões e gerando 120 mil empregos diretos. O consumo per capita no Brasil no ano de 2007 esteve estimado em US\$ 7,00, e o potencial desse mercado deveria ser, no mínimo, o dobro das vendas naquele ano, o que caracteriza um mercado em expansão e com muito campo para crescimento, segundo estimativas. No ano de 2015, o Instituto Brasileiro de Floricultura (Ibraflor) declarou que, dos R\$ 53,4 bilhões movimentados pela horticultura nacional, R\$ 5 bilhões (entorno de 10%) se deviam à floricultura.

Não obstante à sua riqueza, há espaço no setor para aquele agricultor que dispõe de pequenas áreas e menor tecnologia. Sem dúvida a floricultura e a horticultura ornamental, num espectro mais amplo, podem levar pequenos agricultores a uma rentabilidade excepcional, os conduzindo, em alguns casos à dignidade financeira e social que não puderam experimentar quando da lavra de outras culturas. Há casos de espécies ornamentais promovendo receitas superiores a R\$ 10,00 ou mesmo R\$ 150,00 o metro quadrado de lavoura em ciclos que variam de dois meses a dois anos.

Um exemplo próximo é a região de Vargem Alta em nova Friburgo, Rio de Janeiro, que pertence atualmente a um dos principais polos de produção em floricultura do estado e do país. Friburgo é considerado o maior produtor de flores do estado do Rio de Janeiro, e o segundo maior do Brasil, atrás apenas de Holambra-SP. Com tradição na produção de ornamentais desde a metade do século XX, a região ainda encontra demandas relacionadas à tecnificação da produção, ou mesmo ao acesso à informação científica.

Os produtores de Vargem Alta, na sua maioria, comercializam seus produtos no Centro de Abastecimento do [extinto] Estado da Guanabara (CADEG), atualmente conhecido como Mercado Municipal do Rio de Janeiro, em Benfica, na capital fluminense.

Na baixada fluminense, a UFRRJ, a Embrapa Agrobiologia, bem como a Estação Experimental de Seropédica da PESAGRO-RJ (EES), vêm desenvolvendo diversos trabalhos de pesquisa para a adequação ou melhoria dos processos produtivos nos mais diversos produtos da agricultura. Como opção, a horticultura ornamental pode ser adequada ao contexto edafoclimático e social da Baixada Fluminense, tendo como porta de entrada o município de Seropédica onde se situam essas instituições, na medida em que se pesquise o setor de ornamentais. Dentro da cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, onde se observam características semelhantes à Baixada, o cultivo e comercialização de mudas de cunho ornamental é uma realidade antiga, muito evidente na região de Guaratiba e Recreio dos Bandeirantes, especialmente focando o fornecimento para projetos paisagísticos.

Na região metropolitana do Rio de Janeiro, mesmo em regiões não tão urbanas, o que se observa é a intenção geral das pessoas de emprego e meio de vida nos setores econômicos de transformação ou de serviços. O primeiro setor é preterido, talvez por seus riscos, mas

certamente por seu retorno nem sempre tão volumoso quanto se almeje. Para o cultivo de certas *commodities* que possuem maior demanda e liquidez, são necessárias vastas áreas de cultivo para que se garantam uma boa rentabilidade. Com o cultivo de ornamentais, essas áreas podem ser reduzidas enormemente chegando a 58 vezes no caso de girassol para grão em relação ao girassol para flor, recebida a mesma renda dependendo das cotações de ambos produtos.

Entende-se o presente trabalho como uma forma de compreender a viabilidade do cultivo de espécies ornamentais na Baixada Fluminense, tanto no aspecto agrônomo da produção quanto no que tange à rentabilidade, demonstrando uma opção àqueles que ainda vivem ou pretendem viver da terra na região.

Em contraste com a fartura de ferramentas para a produção de ornamentais, em especial as flores de corte, temos o cada vez mais premente necessidade de se economizar o recurso água. Na região Sudeste do Brasil, registrou-se um estio nunca experimentado nos anos de 2014 e 2015 cujas origens e reflexos extrapolam esse período. Esse evento despertou nas autoridades e na sociedade de uma região que nunca esperou enfrentar tal realidade, a urgência de se preparar para uma possível escassez e economizar água.

Segundo a UNESCO, a média global da pegada de água (*water footprint*) para a cultura do arroz, por exemplo, é de 1673 metros cúbicos por tonelada. Trabalhos denotam a demanda de 9 litros de água para se produzir uma única haste de flor de rosa, e vale ressaltar que a haste em questão pese apenas 25 gramas. Tamanha desproporção entre a escala do produto final e a escala de demanda pelo recurso água devem servir de alerta para que se busque uma forma eficiente de fornecer água às culturas sem prejuízos à produção tanto quanto sem desperdícios, buscando o máximo de economia.

A agricultura responde por cerca de 70% da água doce consumida em nível mundial, sendo, portanto, a maior responsável pelo recalque a partir dos mananciais disponíveis. Desse recalque, da distribuição e da aplicação, decorrem perdas eventuais nos sistemas e deriva na emissão da água, ou mesmo a percolação dela que vai a camadas, por vezes, inalcançáveis pela cultura.

Assim, é imperativo que a agricultura atente para o uso sustentável da água, prevenindo seu desperdício e promovendo o uso mais eficiente daquela fração utilizada na rega ou em qualquer outra atividade agropecuária. Isso pode ser alcançando, entre outras possibilidades, pelo estudo do déficit hídrico que possa provocar um comprometimento produtivo. Se ainda sob déficit na disponibilidade de água, a cultura produzir satisfatoriamente, grande progresso terá a economia dos recursos hídricos.

Desse modo, nos estudos que seguem neste trabalho, contemplou-se a economicidade no uso da água na medida em que se avaliaram as eficiências produtivas de lâminas abaixo da demanda da cultura, provocando-se uma irrigação deficitária.

## **Manejo de rega em culturas ornamentais**

A irrigação na floricultura tem sido marcada por empirismo (CRUZ, 2012) de onde importa que se estude o manejo eficiente da aplicação de água nessas culturas.

Adicionalmente, a escassez de recursos hídricos frente ao aumento do consumo de flores e à disseminação de tecnologias de cultivo, tornam imprescindível o conhecimento do manejo adequado da água de irrigação na floricultura (SOARES, PARIZI, *et al.*, 2015)

Inobstante o empirismo que se exhibe na prática da rega em ornamentais, diversas formas de irrigação vêm sendo utilizadas em pesquisa ao redor do mundo. Farias (2006) e de Sá-Jr (2013) se valeram de tensiômetros para determinar a irrigação de gérbas. Katsoulas *et al.* (2005), por sua vez, determinaram o início da rega na cultura de rosas quando um cúmulo de energia solar incidente era quantificado no piranômetro. Tsirogiannis *et al.* (2010) também usaram dessa metodologia para irrigar gérbas de corte na Grécia.

Maciel *et al.* (2012), por sua vez, utilizaram a programação por meio de um temporizador digital onde ficavam agendados os eventos diários de irrigação. Grieve *et al.* (2005) determinaram três eventos diários de irrigação semihidropônica durando quinze minutos para *Limonium spp.*, permitindo manter o substrato (areia) saturado, reciclando eventuais volumes drenados e repondo o volume correspondente à evapotranspiração. Por sua vez, Ludwig *et al.* (2010) procederam à irrigação em cultura de gérbas se utilizando da pesagem dos vasos sendo o ponto crítico a 50% da água disponível. E, ainda, Medeiros *et al.* (2007) utilizaram lisímetro de pesagem para quantificar a água a ser repostada para a capacidade de campo, com drenagem controlada.

Dentre todos os exemplos, vê-se a utilização desde o controle manual até o controle automático da rega, em sistemas de cultivo em solo, vaso e hidropônico. O uso de Tanque Classe A ou mesmo de equações consagradas como a de Penman-Monteith não são observados. Assim, o Acionador Simplificado de Irrigação – ASI (MEDICI *et al.*, 2010) parece uma alternativa para a pesquisa e para o produtor comum por atender as demandas da cultura com certa simplicidade (BATISTA *et al.*, 2013; GOMES *et al.*, 2014).

### **Girassol ornamental de corte**

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta herbácea, de ciclo curto. Da família Asteraceae, apresenta inflorescência em forma de capítulo. Seus frutos do tipo aquênio são muito utilizados na produção de óleo, entre outros produtos e fins. Da inflorescência, a apicultura pode produzir um mel de ótima qualidade (CASTRO *et al.*, 1993; VIDAL e VIDAL, 2004).

Suas folhas são alternadas e opostas. Seu sistema radicular é pivotante com raiz principal (CASTIGLIONI *et al.*, 1997; VIDAL e VIDAL, 2004)

Segundo a National Sunflower Association, a origem da espécie é atribuída à América do Norte, onde foi cultivado por povos aborígenes. De sua ida para a Europa, os russos teriam sido os primeiros a comercializar a planta. Quando em meados de 1500 exploradores espanhóis a levaram para a Europa, seu uso foi difundido naquele continente inicialmente como ornamental, obtendo algum uso medicinal também<sup>1</sup>.

O nome *Helianthus* deriva do grego *helios* (sol) e *anthus* (flor). Isso se deve à característica inusitada da planta “seguir o sol”, virando-se em sua direção em um fenômeno conhecido como heliotropismo.

---

<sup>1</sup> <https://www.sunflowerusa.com/all-about/history/>

Pesquisas com girassol têm demonstrado que se trata de uma cultura responsiva ao aumento do fornecimento de água. Viana *et al.* (2012), ao compararem o comportamento do girassol submetido a cinco lâminas de irrigação regradadas por 25, 50, 75, 100 e 125% da evaporação do Tanque Classe A, constataram o aumento da lâmina correspondeu a um aumento linear na altura, diâmetro do caule, massa de mil aquênios e produtividade geral da cultura.

Noutro estudo (NOBRE, GHEYI, *et al.*, 2010), os autores observaram os maiores incrementos quando da reposição de 120% da necessidade hídrica (NH) estimada se comparado a 40, 60, 80 e 100% de reposição com água residuária.

O uso de água residuária também pôde favorecer a cultura do girassol, eventualmente, influenciando no crescimento, na produção e a precocidade da cultura (SOUZA, NOBRE, *et al.*, 2010) em comparação à água de abastecimento, de acordo com estudo realizado na região de Campina Grande – PB. Por sua vez, Andrade *et al* (2014) não observaram o benefício da água residuária proveniente de esgoto na produção de flores de girassol Sol Noturno ®. Entretanto, por não haver efeito deletério, recomendaram o uso desse resíduo para o cultivo do girassol ornamental, posto que é alternativa que permite o destino da água doce para outros fins.

### **Estátice**

O *Limonium sinuatum* foi descrito pela primeira vez pelo sistemático Carlos Lineu, ou Carl von Linnè (1707-1778) no ano de 1753, que nomeou a espécie e gênero como *Stative sinuata*. Posteriormente, Philip Miller (1691 a 1771) reescreveu-a como *Limonium sinuatum* (EBER, 1993).

É uma planta herbácea, perene, com farto florescimento, cujas folhas se organizam em roseta lembrando a alface em sua disposição (EBER, 1993; LORENZI e SOUZA, 2008). Pinatissectas (VIDAL e VIDAL, 2004; LORENZI e SOUZA, 2008), os recortes sinuosos das folhas justificam sua nomeação *L. sinuatum*

As flores em espiguetas vão ao longo do ápice das inflorescências de hastes eretas a levemente inclinadas (EBER, 1993). Coloração das flores pode variar do creme ao azul, e existem várias cultivares com cores específicas (LOCARNO e MARQUES, 2012).

Trata-se de uma Plumbaginaceae, originária do Mar Mediterrânea habitando desde a Palestina até a Sicília, passando pela África, com preferência a rochedos e areais costeiros, ou estepes salinas, raramente ocorrendo no interior (EBER, 1993). Cultivada a pleno sol, aprecia, entretanto, o frio (LORENZI e SOUZA, 2008).

A despeito de sua descrição como planta perene (EBER, 1993; LORENZI e SOUZA, 2008), em termos comerciais o *L. sinuatum* é cultivado como anual (LOCARNO e MARQUES, 2012).

Não se encontram facilmente trabalhos relacionados às necessidades hídricas de estátice, senão com a vertente de uso de água salina ou residuária, e sua resistência e desempenho quando submetida a regas dessa qualidade.

### **O uso da água**

O Brasil apresenta 18% das reservas de água do mundo, se considerarmos os mananciais inclusos no seu território e as vazões que ingressam no país por rios estrangeiros. (MARENCO, 2008). Dentro dessa farta disponibilidade, a agricultura responde por aproximadamente 70% do uso consuntivo de água no país (HESPANHOL, 2002).

Apesar da riqueza em recursos hídricos, recentemente no ano de 2014 o país foi tomado por discussões sobre o controle e até o racionamento de água. Essa preocupação se deveu, especialmente, ao estio e baixa pluviosidade na estação das águas de no Sudeste Brasileiro em 2013/2014 (JACOBI, CIBIM e LEÃO, 2015). Ficou evidente, no momento, a premente necessidade do uso racional desse recurso.

Previdentemente, as Nações Unidas vinham realizando diversos fóruns de discussão sobre a crise hídrica mundial. Em 2000, a declaração de Haia reforçou a preocupação com o tema, declarando, entre outros, que o pobre é o primeiro e o mais atingido com as ameaças à disponibilidade do recurso hídrico, daí sua relação perniciosa com a pobreza (ONU, 2000).

No Brasil, *stricto sensu*, a política de recursos hídricos ficou consagrada no ano de 1997 com a edição da lei 9.433 de 8 de janeiro. Essa lei define a água como recurso limitado, e determina o uso prioritário para consumo humano e dessedentação de animais em casos de escassez. Porém, os objetivos da lei, que são declarados em seu Capítulo II, corroboram com o entendimento internacional de sustentabilidade, fortalecendo o imperativo de “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”, bem como “a utilização racional e integrada dos recursos hídricos” (BRASIL, 1997)

Diante desse panorama, a investigação em irrigação agrícola se torna uma ferramenta de enorme importância na busca do atendimento às demandas locais, nacionais e mundiais de uso racional da água.

## OBJETIVO GERAL DOS TRABALHOS

Os trabalhos que se seguem tiveram como objetivo avaliar o crescimento e a produção de duas espécies de flores de corte cultivadas em vaso (girassol e estátice) quando submetidas a quatro diferentes lâminas de irrigação, tendo sido elas cultivadas em dois substratos diferentes com um acionador automático de irrigação, e identificar se apresentam comportamento semelhante em resposta às quatro lâminas impostas.

## **CAPÍTULO I**

### **PRODUÇÃO DE GIRASSOL DE CORTE (*Helianthus annuus*, L.) EM RESPOSTA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM VASO**

# 1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é muito utilizado como planta ornamental na América do Norte e Europa e sua importância no mercado brasileiro vem crescendo (CUQUEL *et al.*, 2010) em função da facilidade de produção e da sua adaptabilidade a diferentes condições ambientais (CURTI *et al.*, 2012).

No cultivo de ornamentais é comum a utilização de substratos oriundos de resíduos de agroindústria, como a fibra de coco (LUDWIG *et al.*, 2010), pois além de reduzir o peso dos vasos de flores (NAZARI *et al.*, 2011), minimiza o impacto ambiental do descarte desses materiais.

Independente de como é realizado a aplicação de água, estudos com girassol ornamental têm indicado uma resposta direta de variáveis agrônômicas (altura, diâmetro do caule) à irrigação (NOBRE *et al.*, 2010; VIANA *et al.*, 2012). Nesse sentido, o uso da tensiometria (FARIAS, 2006), do balanço de energia (KATSOULAS *et al.*, 2005; TSIROGIANNIS *et al.*, 2010), da diferença de massa de vasos (LUDWIG *et al.*, 2010) e da lisimetria (MEDEIROS *et al.*, 2007) tem sido adotados em pesquisa com manejo da irrigação.

A aplicação automática de água na agricultura constitui uma alternativa no atendimento às demandas das culturas (BATISTA *et al.*, 2013; GOMES *et al.*, 2014), especialmente com a utilização de dispositivos de simples construção e de baixo custo (MEDICI *et al.*, 2010).

## OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo avaliar, em casa de vegetação, a resposta do girassol (*Heliantus annuus* L.) cultivado em vaso quando submetido a diferentes lâminas de irrigação automatizada e substratos derivados de terra e fibra de coco.

O pressuposto foi de que a lâmina controle (T3) seria superior às lâminas sob déficit (T1 e T2) e à lâmina com superávit (T4) hídrico.

Para tanto, buscou-se:

1. descrever o crescimento da cultura quando submetida a essas quatro lâminas de irrigação em avaliações semanais e no término do cultivo, dependendo da variável,
2. e identificar o modelo de regressão que melhor represente o crescimento da cultura em resposta à quatro lâminas impostas a fim de determinar em qual delas ocorreu o maior crescimento nas diversas variáveis de produção apresentadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos com girassol ornamental em vasos foram conduzidos no setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural Rio de Janeiro (UFRRJ), em Seropédica - RJ, Brasil (latitude 22° 48'S; longitude 43° 41'W; altitude de 33 m), entre abril e junho de 2016.

Usaram-se vasos de 3,1 L em casa de vegetação de 240 m<sup>2</sup> de área (30 x 8 m), construída em madeira serrada, envolta com tela de sombreamento e coberta com plástico agrícola de 100 micra (LEAL *et al.*, 2006). Temperatura e umidade relativa do interior da casa foram determinados por meio de um termohigrógrafo (Datalogger IP-747RH, Impac).

Os vasos foram preenchidos com uma mistura de terra e fibra de coco, em diferentes proporções. A fibra de coco utilizada foi a versão comercial Goldem Mix (Amafibra, Ananindeua/PA), granulada tipo 11, com condutividade de 1,1 mS.cm<sup>-1</sup>, capacidade de retenção de água de 507 mL.L<sup>-1</sup>, porosidade total de 95% e massa específica de 150 kg.m<sup>-3</sup>. A terra utilizada foi proveniente do horizonte A de um Planossolo, peneirado e misturado à fibra de coco gerando os dois substratos estudados: 1/3 de fibra de coco e 2/3 de solo (v/v) (EXP1); e 2/3 de fibra de coco e 1/3 do solo (v/v) (EXP2). Cada substrato foi utilizado em um experimento independente, não caracterizando fonte de variação. Sobre o planossolo, vale salientar que apresenta horizonte superficial que varia desde a textura arenosa à textura média, e de modo geral apresenta maior concentração de argila em subsuperfície no horizonte B plânico.

As adubações foram realizadas nos dois experimentos com 4,94, 2,30 e 1,52 g planta<sup>-1</sup> de superfosfato simples, cloreto de potássio e ureia, respectivamente. As sementes de girassol cv Vicent's Choice® (Sakata Seed Sudamerica Ltda, Bragança Paulista/SP) foram adquiridas em embalagem com 2000 sementes e com poder germinativo de 98%. A semeadura foi realizada em bandejas e após 10 dias foram transplantadas para os vasos plásticos com os diferentes substratos.

### 2.1 Tratamentos e delineamento

Para cada experimento, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (níveis de irrigação) e 5 repetições, com 5 vasos cada, totalizando 100 vasos por experimento (Figura 1). Os vasos foram distribuídos em um espaçamento de 0,45 x 0,30 m, representando uma área, por tratamento, de 3,375 m<sup>2</sup>. A caracterização dos tratamentos foi obtida pela combinação de emissores iDrop PC-PCDS autocompensantes (Irritec® Brazil, Indaiatuba/SP) com vazões de 2 e 4 L.h<sup>-1</sup> e divisores de vazão (Manifold MV4, Irritec®), que fixados a dois microtubos, possibilitavam a aplicação da metade da vazão nominal do emissor. Dessa forma, foram estabelecidas as vazões de, aproximadamente, 4, 3, 2 e 1 L.h<sup>-1</sup>. Ao final dos experimento, cada um dos emissores aplicou uma lâmina de água proporcional às suas respectivas vazões caracterizando os tratamentos em cada tipo de experimentos. Além dos emissores, o sistema por microirrigação era composto por mangueiras de polietileno de 16 mm e conjunto motobomba de 3/4 CV (Dancor/CP - 4C) que captava água de um reservatório de 1000 L instalado no interior da casa de vegetação.

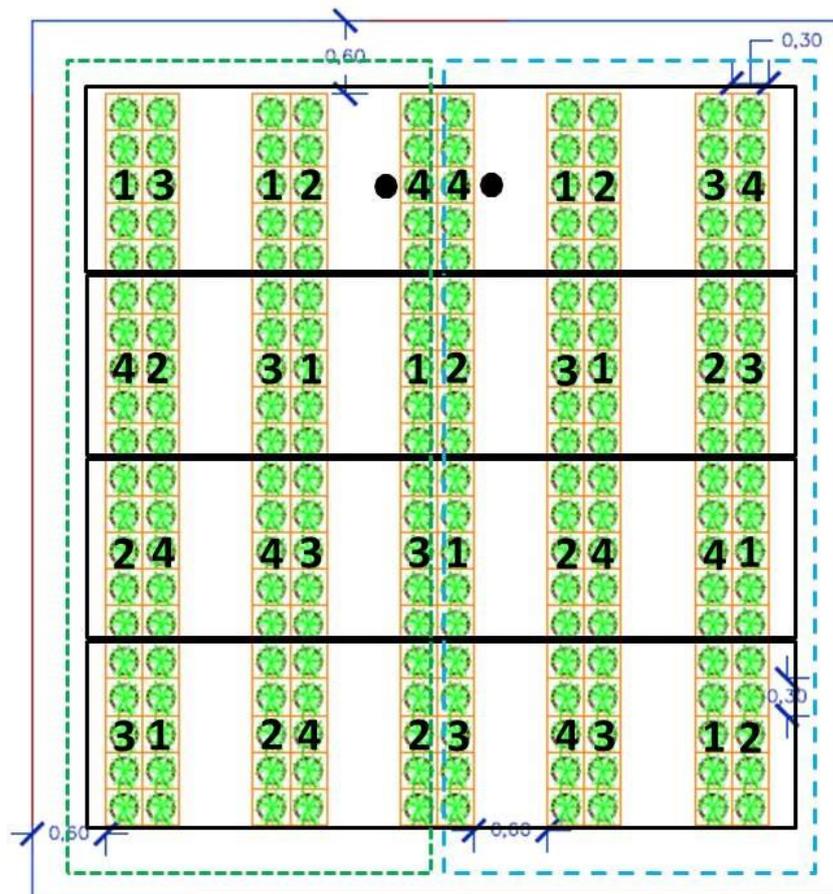


Figura 1. Esquema da distribuição randomizada das lâminas de irrigação entre os vasos nos EXP1 (b) e EXP2 (a). 1- para vazão aproximada correspondente a 1 L.h<sup>-1</sup>; 2 - para vazão aproximada correspondente a 2 L.h<sup>-1</sup>; 3- para vazão aproximada correspondente a 3 L.h<sup>-1</sup>; 4- para vazão aproximada correspondente a 4 L.h<sup>-1</sup>;

## 2.2 Manejo e sistema de irrigação

O manejo da água de irrigação foi realizado por meio do acionador simplificado para irrigação (ASI) (MEDICI *et al.*, 2010; BATISTA *et al.*, 2013; DIAS *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2015) adaptado que consistiu no conjunto composto por uma cápsula porosa manufaturada ligada a uma mangueira de nível que se ligava a um pressostato de máquina de lavar na outra extremidade.

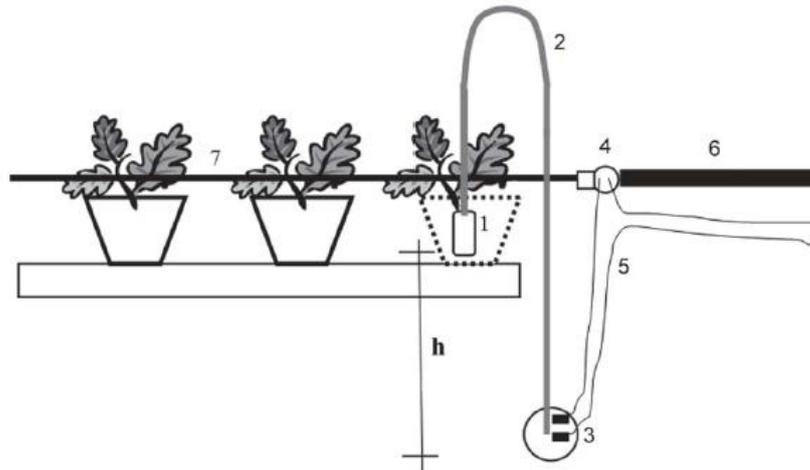


Figura 2. Representação do controle automático de irrigação e seu uso: 1 – cápsula cerâmica de filtro (sensor de tensão); 2 – tubo flexível; 3 – pressostato de máquina de lavar (interruptor); 4 – válvula eletromagnética ou bomba hidráulica; 5 – fiação elétrica; 6 – fonte de água; 7 – irrigação por gotejamento; h – distância vertical entre o sensor e o interruptor. (MÉDICE, 2010).

Para seu funcionamento, o sistema do acionador foi inteiramente preenchido com água e a extremidade do pressostato foi instalada em um poço cavado no chão de modo que este se posicionasse em cota inferior à cápsula porosa. A cápsula, por sua vez, foi enterrada em um vaso no tratamento controle (T3) em cada um dos experimentos, porém em cota superior ao respectivo pressostato. Do desnível provocado entre esses dois elementos, se impôs uma tensão de 4 kPa na cápsula porosa que deveria ser vencida para que a água migrasse desta capsula para o solo em seu redor. Assim, apenas quando a tensão da água no substrato fosse mais intensa que a tensão no bulbo interno da cápsula, a água migraria do acionador para o substrato. Quando isso ocorreu, o pressostato que estava pressionado por uma coluna d'água correspondente a 4 kPa de pressão, via-se aliviado dessa coluna provocando o acionamento do sistema de irrigação.

Os pressostatos estavam ligados a válvulas solenoides por meio de seus componentes elétricos. Dessa forma, a água somente era bombeada quando o sistema de automação por válvulas solenóides Emicol 976105 (Emicol, Itu/SP) liberava a passagem de água e esse fluxo era detectado pelo fluxostato Autojet Max (Novatec, Rio de Janeiro/RJ) que, por sua vez, energizava a bomba.

Após teste de uniformidade, as vazões reais obtidas para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 foram de, respectivamente, 0,92; 2,08; 3,05 e 3,93 L.h<sup>-1</sup>, para EXP1, e de 0,84; 2,02; 2,88 e 3,72 L.h<sup>-1</sup>, para EXP2. O coeficiente de uniformidade de distribuição médio obtido foi de 92,60 % .

Visando ao monitoramento da tensão de água no solo e o número e duração dos acionamentos pelo ASI, foram instalados, em cada experimento, transdutores de pressão (MPX5100DP - *Freescale Semiconductor, Inc.*) na rede de alimentação de água e em 2 tensiômetros por tratamento a 5 cm de profundidade. O sinal dos transdutores eram enviados para *dataloggers*, programados para registrar a tensão a cada hora, na ausência de irrigação, e a cada 13 s quando o sistema era acionado.

### **2.3 Variáveis analisadas**

Na cultura, foram avaliados(as) o(a): A altura e o diâmetro do caule/haste em avaliações semanais e altura deste no ato da colheita, com auxílio de uma trena graduada; o diâmetro do caule de cada planta à altura de 10 cm da superfície do substrato com o auxílio de um paquímetro digital; a área foliar que foi mensurada utilizando-se um integrador de área foliar modelo Li-3100C (LI-COR®, Lincoln, Nebraska - EUA ); os diâmetros do capítulo e interno do disco que foram determinados, cada um, com duas medições perpendiculares sendo assumidas a médias das medições como o diâmetro da inflorescência ou de seu disco interno; as massas fresca e seca de raízes e da parte aérea foram determinadas com o auxílio de uma balança analítica digital e, para obtenção da massa seca, o material foi submetido a estufa de secagem com ventilação forçada a uma temperatura de 65 °C por 72 horas; o número de folhas por planta e de pétalas do raio por inflorescência que foram obtidos por contagem manual simples; o volume de raízes que foi determinado com o auxílio de uma proveta graduada pela diferença entre um volume de água inicial, determinado anteriormente ao mergulho das raízes, e um volume final, determinado após o mergulho das raízes na água contida no interior da proveta; a razão entre a massa seca da parte aérea e a massa seca de raízes; e o número de dias desde a semeadura até a colheita.

### **2.4 Análise estatística**

Os dados levantados foram submetidos ao teste de normalidade e à análise da variância e de regressão (GOMES & GARCIA, 2002) com o auxílio do aplicativo Sisvar 5.1®. A equação de regressão selecionada foi a de maior grau (linear, quadrática ou cúbica) com probabilidade menor ou igual a 5%. Todos os dados foram considerados normais pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

### **2.5 Estudo de rendimento financeiro**

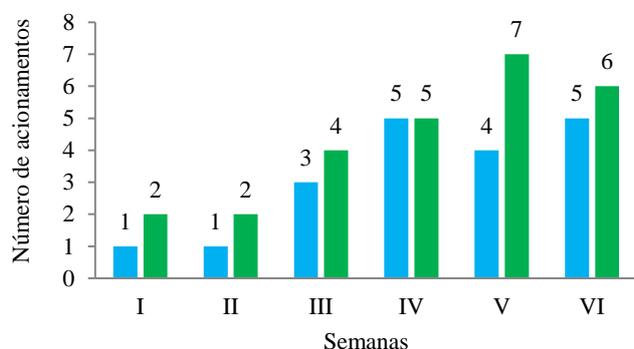
Foi efetuada análise financeira referente às hastes com comprimentos superiores a 50, 60, 70, 80 e 90 cm, conforme padrão estabelecido pelo Instituto Brasileiro de Floricultura (Ibraflor), atribuindo o valor de R\$ 6,00; 7,00; 8,00; 9,00 e 10,00, respectivamente, referente aos preços de comercialização do maço com seis hastes conforme cotação realizada em 20 de junho de 2016 nas Centrais de Abastecimento de Campinas S.A. (CEASA/Campinas), onde se estimou o potencial rendimento da cultura por área.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas temperaturas máxima de 45,60 °C, mínima de 17,10 °C e média 25,55 °C no interior da casa de vegetação no período do ensaio, assim como umidade relativa máxima de 98,30%, mínima de 22,2 % e média de 72,11%.

Os acionadores utilizados operaram adequadamente durante o ciclo de cultivo, promovendo um total de 19 acionamentos no EXP1 e 26 acionamentos no EXP2 (Figura 3A), com um volume total aplicado de 1,274 m<sup>3</sup> e 0,972 m<sup>3</sup>, respectivamente (Figura 3B).

A



B

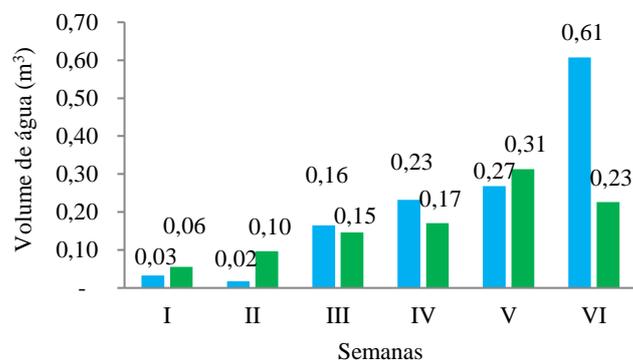


Figura 3. Número de acionamentos do sistema de irrigação (A) e volume de água semanal (m<sup>3</sup>) (B) para o girassol de corte em diferentes substratos. Azul: 2/3 de terra e 1/3 de fibra de coco no substrato – EXP1; Verde: 2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra no substrato – EXP2.

Os volumes médios aplicados em cada vaso seguem contidos no Quadro 1, sendo considerados os volumes de água necessários para se produzir uma haste, uma vez que em todos os tratamentos foram produzidas flores.

Quadro 1. Volumes de água aplicados durante todo ciclo de produção do girassol de corte no experimento 1 (2/3 de terra e 1/3 de fibra de coco) e no experimento 2 (2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra) em seus respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4
Volume no experimento 1 (L.planta <sup>-1</sup> )	4,70	10,60	15,59	20,09
Volume no experimento 2 (L.planta <sup>-1</sup> )	3,46	8,31	11,82	15,28

Com base nos dados dos *datalogger*, o tempo médio dos acionamentos foi de 7 min e 17 s para o experimento com 2/3 de fibra de coco (EXP2) e de 14 min e 38 s para o experimento com 2/3 de solo (EXP1). De igual modo, as tensões médias nos acionamentos foram as registradas no Quadro 2.

Quadro 2. Tensões médias de retenção da água no substrato no início dos acionamentos do sistema de irrigação durante o cultivo de girassol de corte no experimento 1 (2/3 de terra e

1/3 de fibra de coco) e no experimento 2 (2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra) em seus respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4
Tensões no experimento 1 (kPa)	47,68	19,68	18,28	15,29
Tensões no experimento 2 (kPa)	24,15	15,80	6,78	3,74

A variação do volume de água aplicado proporcionou alterações significativas em diversos parâmetros avaliados, como por exemplo, na altura de plantas (Figura 4).



Figura 4. Efeito dos diferentes volumes de água aplicados pelo acionador no desenvolvimento do girassol de corte em substrato com 2/3 de fibra de coco. T1, T2, T3 e T4: vazões aproximadas de 1, 2, 3 e 4 L·h<sup>-1</sup>, respectivamente.

O déficit hídrico imprimiu efeito deletério à maioria dos parâmetros para ambos substratos. O tratamento T3, onde se instalou o acionador, como esperado, foi o que resultou em maior crescimento vertical e radial. Vianna et al. (2012) observaram semelhante influência da lâmina aplicada ao girassol com ajuste linear em parâmetros como altura e diâmetro do caule, porém um déficit hídrico de 50% da lâmina necessária não foi capaz de provocar diferenças significativas na fotossíntese ou transpiração de girassol *cv.* Multissol.

A

B

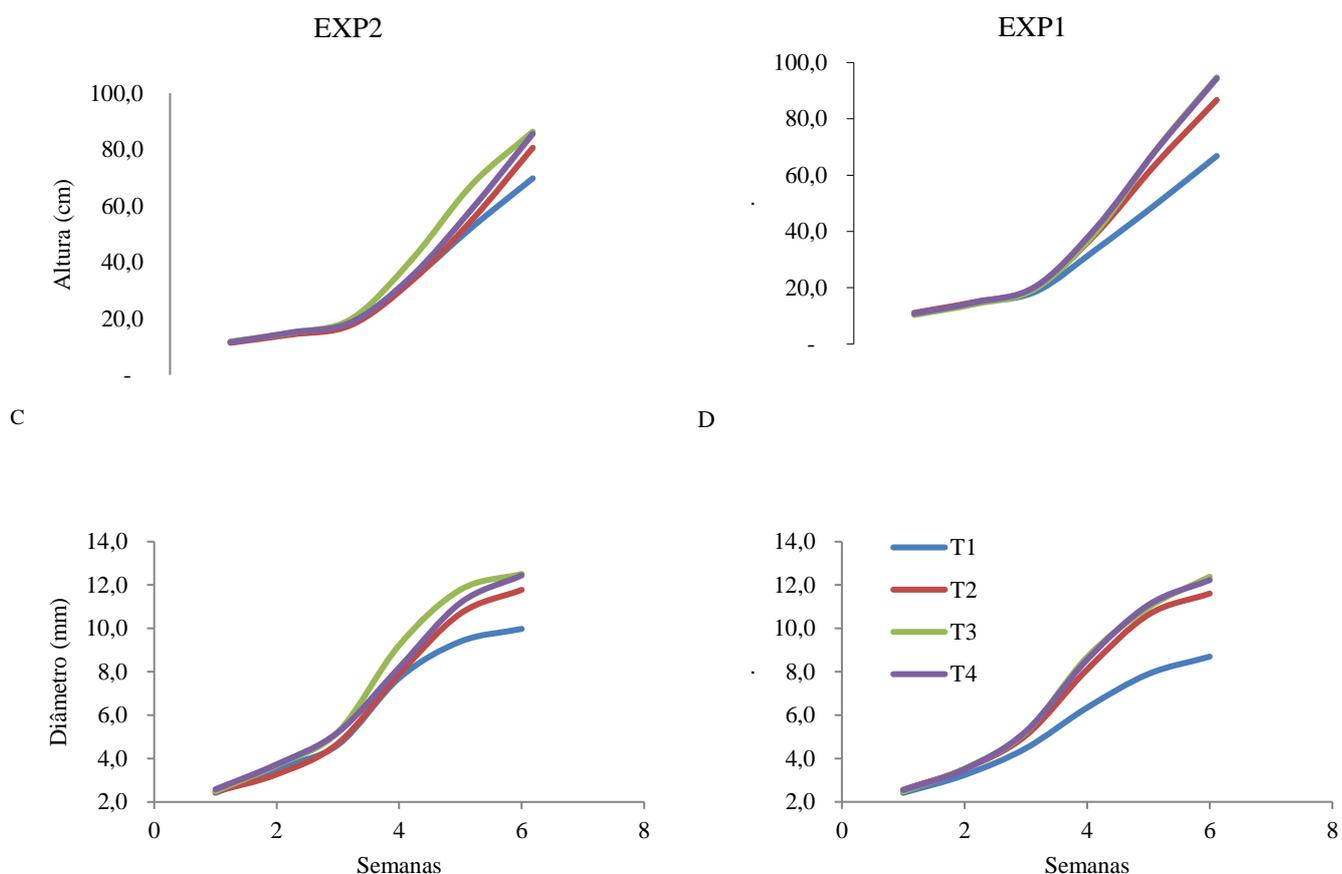


Figura 5. Crescimento de girassol ornamental submetido a quatro doses de água ao longo das seis semanas de avaliação: em substrato com 2/3 de fibra de coco e 1/3 de solo – EXP2, altura (A) e diâmetro (C); em substrato com 2/3 de solo e 1/3 de fibra de coco – EXP1, altura (B) e diâmetro (D).

Para o EXP1 (2/3 de solo e 1/3 de fibra de coco), observou-se modelo de regressão significativo para a altura na avaliação semanal final (dia 20 de junho), a altura no ato da colheita, a área foliar, o diâmetro do capítulo, o diâmetro final do caule, a massa fresca e seca

da parte aérea, o número de pétalas e o volume de raízes. Com exceções do diâmetro do capítulo e do volume de raízes, o incremento de água promoveu aumento até o limite de T3, onde se instalou o acionador, sendo que em T4 parece ter havido excesso de água, prejudicando o desenvolvimento geral (Tabela 1). O diâmetro do disco interno do capítulo, o número de dias desde a semeadura até a colheita, as massas fresca e seca de raízes e o número de folhas não apresentaram modelo significativo diante das lâminas.

Tabela 1. Equações de regressão das variáveis avaliadas em girassol de corte no experimento com substrato em 2/3 de solo e 1/3 de fibra de coco (v/v) — EXP1 em resposta às crescentes lâminas de irrigação dos respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Médias de 5 repetições.

Parâmetro	Pr>Pf	CV(%)	T1	T2	T3	T4	R <sup>2</sup>	Equação
<b>Altura final (cm)</b>	0,028	5,5	69,8	80,6	86,3	85,5	0,78	$y = -0,15x^2 + 4,20x + 56,85$
<b>Altura na colheita (cm)</b>	0,034	4,9	76,6	90,4	96,6	98,5	0,99	$y = -0,15x^2 + 4,62x + 62,31$
<b>Diâmetro do capítulo (cm)</b>	0,010	5,9	12,0	12,7	13,7	13,1	0,65	$y = 0,11x + 11,78$
<b>Diâmetro do disco interno (cm)</b>	ns	12,9	5,2	5,0	5,7	5,2	-	-
<b>Diâmetro final (mm)</b>	0,021	6,4	10,0	11,8	12,5	12,4	0,99	$y = -0,03x^2 + 0,71x + 7,81$
<b>Dias até a colheita</b>	ns	3,3	55,7	56,3	55,2	56,6	-	-
<b>Massa fresca de raízes (g)</b>	ns	42,7	22,1	38,8	38,5	35,8	-	-
<b>Massa fresca da parte aérea (g)</b>	0,006	16,5	109,9	169,7	210,8	182,8	0,93	$y = -1,24x^2 + 29,99x + 18,15$
<b>Massa seca da parte aérea (g)</b>		20,84	17,59	26,81	34,67	29,49	0,92	$y = -0,20x^2 + 4,90x + 2,31$
<b>Massa seca de raízes</b>	ns	27,4	3,0	3,9	4,4	3,8	-	-
<b>Número de folhas</b>	ns	6,0	22,2	21,7	22,6	22,7	-	-
<b>Número de pétalas</b>	0,022	5,1	27,1	28,0	30,4	27,7	0,99	$y = -0,02x^3 + 0,58x^2 - 4,22x + 35,70$
<b>Razão parte aérea/raiz</b>	0,009	24,1	6,03	6,8	8,8	9,0	0,92	$y = 0,28x + 4,96$
<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	0,040	16,9	1504,1	2006,4	2369,5	2090,4	0,93	$y = -10,68x^2 + 255,53x + 722,63$
<b>Volume de raízes (cm)</b>	0,006	26,26	33,7	52,2	62,5	58,0	0,78	$y = 2,21x + 30,11$

ns – não significativo a 5%

Por sua vez, foi observada no EXP2 (2/3 de fibra de coco e 1/3 de solo) modelo de regressão significativa para a altura final, a altura no ato da colheita, a área foliar, os diâmetros do capítulo, do disco interno do capítulo e final do caule, a massa fresca e seca da parte aérea e de raízes e o volume de raízes. Nesse caso, apenas a massa seca de raiz exibiu comportamento linear em sua regressão, repetindo-se, para os demais parâmetros, o efeito o crescente até valores próximos a T3, decrescendo com o excesso causado até T4 (Tabela 2). Apenas os números de dias até a colheita, de folhas e de pétalas não apresentaram significância com o aumento das lâminas.

Tabela 2. Equações de regressão das variáveis avaliadas em girassol de corte no experimento com substrato em 2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra (v/v) – EXP2 em resposta às crescentes lâminas de irrigação dos respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Médias de 5 repetições.

Parâmetro	Pr>Pf	CV(%)	T1	T2	T3	T4	R <sup>2</sup>	Equação
Altura final (cm)	0,002	6,46	66,73	86,70	94,73	94,36	0,99	$y = -0,17x^2 + 6,00x + 42,24$
Altura na colheita (cm)	0,002	6,39	73,86	95,32	104,70	102,85	0,99	$y = -0,20x^2 + 6,74x + 46,30$
Diâmetro do capítulo (cm)	0,023	3,94	12,70	13,74	14,32	14,00	0,99	$y = -0,01x^2 + 0,37x + 11,17$
Diâmetro do disco interno (cm)	0,015	5,16	5,17	5,80	6,21	6,01	0,99	$y = -0,01x^2 + 0,23x + 4,22$
Diâmetro final (mm)	<0,001	3,91	8,70	11,61	12,39	12,23	0,99	$y = -0,03x^2 + 0,88x + 5,17$
Dias até a colheita	ns	1,40	55,61	55,36	55,57	55,08	-	-
Massa fresca de raízes (g)	0,018	18,37	14,27	33,35	36,48	40,44	0,98	$y = -0,13x^2 + 4,78x + 4,84$
Massa fresca da parte aérea (g)	<0,001	7,16	107,99	188,83	209,85	203,26	0,99	$y = -0,76x^2 + 24,86x + 8,43$
Massa seca de raízes (g)	<0,001	25,61	1,53	3,72	3,62	4,26	0,80	$y = -0,16x + 1,21$
Massa seca da parte aérea(g)	0,033	23,48	18,18	30,53	38,36	33,95	0,97	$y = -0,14x^2 + 4,59x + 0,71$
Número de folhas	ns	4,46	22,15	22,44	23,38	23,14	-	-
Número de pétalas	ns	5,28	28,80	31,00	31,36	30,56	-	-
Razão parte aérea/raiz	0,006	20,46	13,66	8,14	11,32	8,93	0,99	$y = -0,02x^3 + 0,68x^2 + 8,16x + 38,76$
Área foliar (cm)	<0,001	7,11	1540,29	2289,89	2474,44	2389,35	0,99	$y = -7,27x^2 + 234,62x + 602,92$
Volume de raízes (cm <sup>3</sup> )	0,007	18,53	18,00	43,00	48,50	50,75	0,99	$y = -0,19x^2 + 6,85x + 9,49$

ns –não significativo a 5%

Foi observado crescimento da razão entre massas secas da parte aérea e das raízes no EXP2 com o aumento do volume de água aplicado. Esse comportamento possivelmente se deveu a um maior investimento da planta nos órgãos de captação em resposta ao déficit como forma de compensá-lo explorando novas áreas em que se possa encontrar água (SANTOS & CARLESSO, 1998).

Os decréscimos causados pelos tratamentos T4 podem ser explicados pela expulsão do ar do solo e seu oxigênio promovida pelo excesso de água comprometendo a fisiologia das raízes em sua respiração (MATTOS *et al.*, 2005).

Em termos econômicos, os desempenhos obtidos pelos tratamentos T3 em ambos os experimentos foram os mais rentáveis. O déficit (T1 e T2) e o excesso (T4) de água na irrigação provocaram perdas financeiras, embora o excesso não comprometesse de forma expressiva a renda potencialmente obtida (Tabela 3).

Tabela 3. Número de hastes de girassol de corte em cada padrão de classificação Ibraflor, renda por estufa de 240 m<sup>2</sup> e perdas financeiras virtuais dos maços com seis hastes, para cada tratamento, nos dois substratos de acordo com os preços em 20/06/2016 no CEASA/Campinas.

Tratamento	Padrão - comprimento de hastes (cm)					Total de hastes	Receita		Variação em relação a T3
	90	80	70	60	50		R\$	R\$ estufa <sup>-1</sup>	
Experimento 1									
T1	-	5	10	8	-	23	30,16	2.144,71	-27%
T2	16	8		1	-	25	39,89	2.836,62	-4%
T3	24	1		-	-	25	41,58	2.956,80	-
T4	22	3		-	-	25	41,24	2.932,62	-1%
Experimento 2									
T1	1	10	8	5	1	25	34,16	2.429,15	-16%
T2	15	5	2	1	-	23	36,38	2.587,02	-11%
T3	20	4	1	-	-	25	40,73	2.896,35	-
T4	21	3	-	-	-	24	39,57	2.813,86	-3%

Para o EXP1, portanto, o tratamento T3 obteve vinte e quatro hastes com mais de 90 cm de altura e 1 haste entre 80 e 90 cm de altura, exclusive. E para o EXP2, o respectivo T3 obteve vinte hastes com tamanho superior a 90 cm, quatro hastes entre 80 e 90 cm, exclusive, e uma única haste entre 70 e 80 cm de altura, exclusive. Como referência de altura, tem-se o padrão Ibraflor que estabelece o melhor tamanho como sendo 90 cm. De todo modo, a Sakata declara que a cultivar Vicent's Choice® pode alcançar mais de 60" (entorno de 150 cm)<sup>2</sup>. Wanderley *et al* (2014), ao testarem doses de regulador (paclobutrazol) na inibição de crescimento das cultivares BRS Oásis e Hélio 358, descrevem o tratamento controle (dose zero de regulador) como alcançando 1,85 e 1,45 cm de altura das hastes, respectivamente.

<sup>2</sup> <http://www.sakataornamentals.com>

Em ambos ensaios, a maior receita do T3 está associada à maior ocorrência de indivíduos com hastes classificadas no padrão de maior valor financeiro (o mais rentável).

Embora a superioridade da receita fique evidente no presente estudo, trabalhos mais específicos são necessários para compreender o desenvolvimento dos custos de produção em resposta a essa maior produtividade e, ainda, em vista de compreender a lâmina que promoveria a maior receita líquida para o produtor.

## 4 CONCLUSÕES

Considerando-se os resultados apresentados e o comportamento geral das variáveis do girassol em resposta às quatro lâminas de irrigação fornecidas à cultura, e ainda, tendo em vista os objetivos propostos, pôde-se dizer que:

1. De maneira geral, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou à maioria das variáveis avaliadas, sendo este o que melhor descreve o fenômeno de resposta do girassol às quatro lâminas de irrigação.
2. Definido o modelo quadrático, conclui-se que o déficit e excesso de água prejudicaram o desenvolvimento do girassol.
3. A lâmina controle (T3) proporcionou os melhores desempenhos nos diversos parâmetros de crescimento e na renda potencialmente obtida pela cultura, conforme já era esperado.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, L. O. D. et al. Qualidade de flores de girassol ornamental irrigada com água residuária e doses de esterco. *Revista Caatinga*, Mossoró, 27, n. 3, setembro 2014. 142-149.
- BATISTA, S. C. O. et al. Production of automatically watered lettuce with a low cost controller. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11, n. 2, 2013. 485-489.
- BRASIL. Lei 9.433: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997
- CRUZ, M. F. Crescimento do girassol "Sol Noturno" sob diferentes lâminas de água e substratos, em condições agroecológicas, no município de Lagoa Seca, PB - TCC. Lagoa Seca-PB: Universidade Estadual da Paraíba, 2012.
- CASTRO, C. D. et al. A Cultura do Girassol. Londrina: EMBRAPA CNPSo, v. Circular Técnica 13, 1993.
- CASTIGLIONI, V. B. R. et al. Fases de desenvolvimento da planta de girassol - Documento 59. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1997. 24p.
- CUQUEL, F. L.; SABBAGH, M. C.; OLIVEIRA, A. C. B. D. Control of ornamental sunflower height with daminozide. *Semina: Ciências Agrárias*, 31, n. 1, 2010. 1187-1192.
- CURTI, G.L. et al. Girassol ornamental: caracterização, pós-colheita e escala de senescência. *Revista de Ciências Agrárias*, v.35, n.23, p.240-250, 2012.
- DIAS, G. C. D. O. et al. Papaya seedlings growth using a low-cost, automatic watering controller. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 35, n. 2, junho 2013. 527-535. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000200023>.
- EBER, M. *Limonium* Mill. In: CASTROVIEJO, S.; AEDO, C.; CIRUJANO, S. *Flora Iberica: Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC, v. III. *Plumbaginaceae (partim) - Capparaceae*, 1993. p. 2-143.
- FARIAS, M. F. D. Manejo da irrigação na cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflorum* Ramat Kitamura) de corte cultivado em ambiente protegido - TESE. Botucatu SP: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 2006.
- GOMES, D. P. et al. Organic carrot-lettuce intercropping using mulch and different irrigation levels. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Helsinki, 12, n. 1, janeiro 2014. 323-328.
- GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. *Estatística Aplicada a Experimentos Agronômicos e Florestais*. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, v. 11, 2002. 309 p. ISBN 85-7133-014-x.
- GRIEVE, C. M. et al. Productivity and mineral nutrition of *Limonium* species irrigated with saline wastewaters. *HortScience*, 40, n. 3, junho 2005. 654-658.
- HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 7, n. 4, out/dez 2002. 75-95.
- JACOBI, P. R.; CIBIM, J.; LEÃO, R. D. S. Crise Hídrica na Macrometrópole Paulista e respostas da sociedade civil. *Estudos Avançados*, São Paulo, 29, n. 84, mai/ago 2015. 27-42. DOI: 10.1590/S0103-40142015000200003.

- KATSOULAS, N. et al. Effect of Irrigation Frequency on Rose Flower. *Biosystems Engineering*, 2005. 237-244.
- LEAL, M. A. D. A.; CAETANO, L. C. S.; FERREIRA, J. M. Informe Técnico 29: Estufas de Baixo Custo Modelo PESAGRO - RIO. PESAGRO-RIO. Seropédica, p. 14. 2006. (0101-3769).
- LOCARNO, M.; MARQUES, V. B. Estátice. In: PAIVA, P. D. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. *Produção de Flores de Corte*. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, v. 1, 2012. Cap. 13, p. 300-309.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. D. *Plantas Ornamentais no Brasil - arbusivas, herbáceas e trepadeiras*. 4. ed. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, 2008.
- LUDWIG, F. et al. Análise de crescimento de gérbera de vaso conduzida em diferentes substratos. *Horticultura Brasileira*, jan-mar 2010. 70-74.
- LUDWIG, F. et al. Absorção de nutrientes em cultivares de gérbera cultivada em vaso. *Horticultura Brasileira*, out-dez 2013. 622-627.
- MARENGO, J. A. *Water and Climate Change. Estudos Avançados*, 22, n. 63, 2008. 83-96.
- MACIEL, M. P. et al. Produção de girassol com uso de águas salobras em sistema hidroponico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 2012. 165-172. ([www.agriambi.com.br](http://www.agriambi.com.br)).
- MATTOS, J. L. S. D.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M. Y. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria* sob alagamento em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, n. 3, 2005. 765-773.
- MEDEIROS, S. D. S. et al. Uso de água residuária de origem urbana no cultivo de gérberas: efeito nos componentes de produção. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 27, n. 2, maio-ago 2007. 569-578.
- MEDICI, L. O. et al. Automatic controller to water plants. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 67, n. 6, p. 727-730, nov/dez 2010.
- NAZARI, F. et al. Effects of coir as a component of potting media on growth, flowering and physiological characteristics of hyacinth (*Hyacinthus orientalis* L. cv. Sonbol e Irani). *International Journal of Agricultural and Food Science*, 1, n. 2, 2011. 34-38.
- NOBRE, R. G. et al. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 14, 2010. 747-754.
- ONU. Ministerial Declaration of The Hague on Water Security in the 21st Century. Conselho Mundial da Água. Haia, p. 1-3. 2000. Disponível em [http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/world\\_water\\_council/documents/world\\_water\\_forum\\_2/The\\_Hague\\_Declaration.pdf](http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/world_water_council/documents/world_water_forum_2/The_Hague_Declaration.pdf).
- SÁ-JR, A. D. Manejo de irrigação e análise micrometeorológica em diferentes ambientes protegidos no cultivo de gérbera. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2013. 112 p. (TESE).

SANTOS, H. T. D.; CARVALHO, D. F. D.; SOUZA, C. F. A. M. L. O. Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. *Engenharia Agrícola*, 35, n. 5, 2015. 852-862. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n5p852-862/2015>.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 2, n. 3, 1998. 287-294.

SOARES, F. C. et al. Efeito da dotação de rega em cultivares de *Kalanchoe blossfeldiana*. *Revista de Ciências Agrárias*, 38, n. 1, 2015. 41-48.

SOUZA, R. M. D. et al. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo de girassol. *Revista Caatinga*, Mossoró, 23, n. 2, abr-jun 2010. 125-133

TSIROGIANNIS, I.; KATSOULAS, N.; KITTAS, C. Effect of Irrigation Scheduling on Gerbera Flower Yield and Quality. *HORTSCIENCE*, 45, n. 2, fevereiro 2010. 265–270.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. *Botânica - Organografia*. 4. Revista e Ampliada. ed. Vicosa-MG: UFV, 2004.

VIANA, T. V. D. A. et al. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol, sob condições semiáridas. *Irriga*, Botucatu, 17, abril-junho 2012. 126-136.

WANDERLEY, C. D. S.; FARIA, R. T. D.; REZENDE, R. Crescimento de girassol como flor em vaso em função de doses de paclobutrazol. *Revista Ceres*, Viçosa, jan/fev 2014. 035-041.

## CAPÍTULO II

### **PRODUÇÃO DE ESTÁTICE (*Limonium sinuatum*, MILL.) EM RESPOSTA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM VASO**

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo de flores de corte está em grande perspectiva de crescimento (REETZ et al., 2007). Entretanto, a aplicação excessiva de água diminui a efetividade da produção (LUDWIG et al., 2013). Desse modo, diante dum contexto de crise hídrica, não pode ser ignorado que, além de culturas com maior eficiência no uso da água, devam ser buscadas aquelas culturas com alto retorno por metro quadrado plantado e por volume de água utilizado (CHIMONIDOU, 2002)

Chimonidou (2002) registra que a estátice (*Limonium sinuatum* L.) chegou a produzir de 266 a 763 hastes·m<sup>-2</sup> no período de um ano (1997) em casa de vegetação. Em considerar-se que o maço com oito ou seis hastes esteve cotado a R\$ 10,50 no CEASA/CAMPINAS no dia 17/10/2016, estima-se alcançar, na pior condição descrita, entorno de R\$ 349,00 por metro quadrado ao ano (R\$ 3.490.000 por hectare·ano), tornando a estátice elegível para o critério estabelecido por Chimonidou (2002) no que concerne ao retorno financeiro por volume de água utilizado.

Em paralelo, há o desafio de tornar a rega mais tecnicamente quantificada. A rega na floricultura vem sendo praticada com empirismo (CRUZ, 2012), de onde se demanda a construção de conhecimento do manejo adequado de irrigação na floricultura (SOARES *et al*, 2015) no afã de preservar o recurso hídrico e mitigar e/ou prevenir os efeitos de crises hídricas eventuais, sem falar na redução dos custos relativos ao próprio ato de irrigar.

O trabalho em pauta comparou o crescimento de estátice em diferentes substratos à base de terra e fibra de coco, submetida a diferentes lâminas de irrigação, visando encontrar o tratamento de maior eficiência no uso da água, ou seja, aquele que proporcionasse haste de tamanho e qualidade padrão com o menor consumo de água. O pressuposto foi de que a lâmina controle (T3) seria superior às lâminas sob déficit (T1 e T2) e à lâmina com superávit (T4) hídrico.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

De modo semelhante ao CAPÍTULO I, dois experimentos foram conduzidos no setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural Rio de Janeiro (UFRRJ), em Seropédica - RJ, Brasil (latitude 22° 48'S; longitude 43° 41'W; altitude de 33 m), entre agosto e outubro de 2016.

Também para a estática, usaram-se vasos de 3,1 L, e os ensaios foram realizados na mesma casa de vegetação dos experimentos do capítulo anterior (vide MATERIAL E MÉTODOS, página 8). Também se utilizou o mesmo termohigrógrafo que registrou as temperaturas e umidade do ar.

Os vasos foram preenchidos com uma mistura de material de solo e fibra de coco, em diferentes proporções. A fibra de coco utilizada foi a versão comercial Gold em Mix (Amafibra, Ananindeua/PA), granulada tipo 47, com condutividade de 1,8 mS.cm<sup>-1</sup>, capacidade de retenção de água de 507 mL.L<sup>-1</sup>, porosidade total de 95% e massa específica de 150 kg.m<sup>-3</sup>. O material de terra utilizado foi proveniente do mesmo horizonte A de um Planossolo dos experimentos com girassol, peneirado e misturado à fibra de coco gerando os dois substratos estudados: 1/3 de fibra de coco e 2/3 de terra (v/v) (EXP1); e 2/3 de fibra de coco e 1/3 do terra (v/v) (EXP2). Cada substrato foi utilizado em um experimento independente, não caracterizando fonte de variação, assim como no capítulo anterior.

As adubações foram realizadas com 12,08, 29,22 e 11,42 g planta<sup>-1</sup> de superfosfato simples, cloreto de potássio e uréia, respectivamente. As sementes de estática foram adquiridas da Shiro Arizawa Agrosimsei Imp. e Exp. Ltda-Me em embalagem com aproximadamente 5000 sementes e com poder germinativo de 70%, segundo informações do fornecedor. A semeadura foi realizada em bandejas e após 62 dias foram transplantadas para os vasos plásticos com os diferentes substratos.

### 2.1 Delineamento

Para cada substrato, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (níveis de irrigação) e 5 repetições, com 5 vasos cada, totalizando 100 vasos por experimento (Figura 1, página 9). Os vasos foram distribuídos em um espaçamento de 0,45 x 0,30 m, representando uma área, por tratamento, de 3,375 m<sup>2</sup>. A caracterização dos tratamentos foi obtida pela combinação de emissores iDrop PC-PCDS autocompensantes (Irritec® Brazil, Indaiatuba/SP) com vazões de 2 e 4 L.h<sup>-1</sup> e divisores de vazão (Manifold MV4, Irritec®), que fixados a dois microtubos, possibilitavam a aplicação da metade da vazão nominal do emissor. Dessa forma, foram estabelecidas as vazões de, aproximadamente, 4, 3, 2 e 1 L.h<sup>-1</sup>, caracterizando os tratamentos em cada tipo de substrato. Além dos emissores, o sistema por microirrigação era composto por mangueiras de polietileno de 16 mm e conjunto motobomba de 3/4 CV (Dancor/CP - 4C) que captava água de um reservatório de 1000 L instalado no interior da casa de vegetação.

### 2.2 Manejo e sistema de irrigação

O manejo da água de irrigação foi realizado por meio do acionador simplificado para irrigação (ASI) (MEDICI *et al.*, 2010; BATISTA *et al.*, 2013; DIAS *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2015) instalado no tratamento T3, que acionava o sistema de irrigação quando uma tensão de 4 kPa era atingida no acionador em cada um dos experimentos. Dessa forma, a água somente era bombeada quando o sistema de automação por válvulas solenóides Emicol 976105 (Emicol,

Itu/SP) liberava a passagem de água e esse fluxo era detectado pelo fluxostato Autojet Max (Novatec, Rio de Janeiro/RJ) que, por sua vez, energizava a bomba.

Após teste de uniformidade, as vazões reais obtidas para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 foram de, respectivamente, 0,99, 2,09, 3,04 e 3,93 L.h<sup>-1</sup>, para EXP1, e de 0,99, 1,96, 2,76 e 3,70 L.h<sup>-1</sup>, para EXP2. O coeficiente de uniformidade de distribuição médio obtido foi de 95,45 % .

Visando o monitoramento da tensão de água no solo e o número e duração dos acionamentos pelo ASI, foram instalados, em cada experimento, transdutores de pressão (MPX5100DP - Freescale Semiconductor, Inc.) na rede de alimentação de água e em 2 tensiômetros por tratamento a 5 cm de profundidade. O sinal dos transdutores eram enviados para *dataloggers*, programados para registrar a tensão a cada hora, na ausência de irrigação, e a cada 13 s quando o sistema era acionado.

### **2.3 Variáveis analisadas**

No cultivo de estática, foram avaliados(as): a altura média das hastes; o número total de hastes por repetição; a área foliar utilizando-se um integrador de área foliar modelo Li-3100C (LI-COR®, Lincoln, Nebraska - EUA ); as massas fresca e seca de raízes e da parte aérea, tendo o material sido submetido a estufa de secagem com ventilação forçada e uma temperatura de 65 °C por 72 horas para obtenção da massa seca; o volume de raízes que foi determinado com o auxílio de uma proveta graduada pela diferença entre um volume de água inicial, determinado anteriormente ao mergulho das raízes , e um volume final, determinado após o mergulho das raízes na água contida no interior da proveta; a razão entre a massa seca da parte aérea e a massa seca de raízes; o número de dias desde o transplante até a colheita.

### **2.4 Análise estatística**

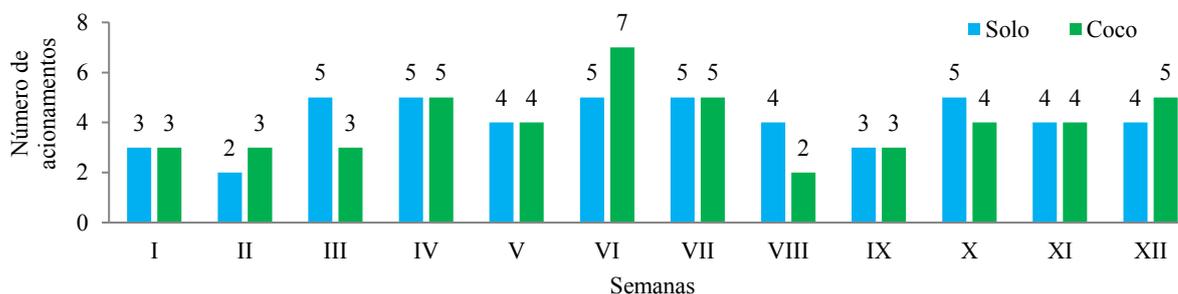
Os dados levantados foram submetidos ao teste de normalidade e à análise da variância e de regressão (GOMES & GARCIA, 2002) com o auxílio do aplicativo Sisvar 5.1®. A equação de regressão selecionada foi a de maior grau (linear, quadrática ou cúbica) com probabilidade menor ou igual a 5%. Todos os dados foram considerados normais pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Registraram-se temperaturas máxima de 51,40 °C, mínima de 13 °C e média 26,15 °C no interior da casa de vegetação no período do ensaio, assim como umidade relativa máxima de 97,90%, mínima de 10,7 % e média de 70,66%.

Os acionadores promoveram um total de 41 eventos de acionamento para o EXP1 e 44 eventos para o EXP2 (Figura 6A). O volume de água total aplicado no EXP1 chegou a 2,64 m<sup>3</sup>, enquanto no EXP2 alcançou apenas 1,75 m<sup>3</sup>(Figura 6B).

A



B

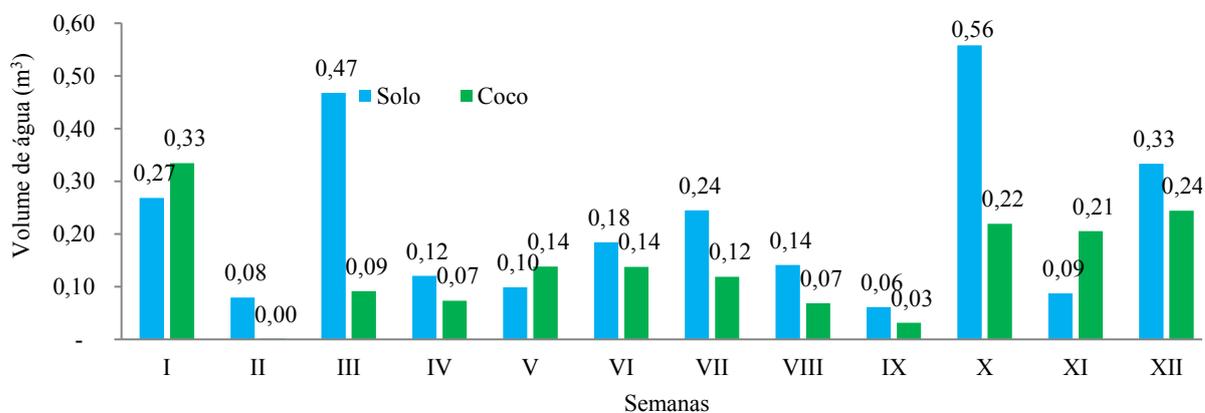


Figura 6. Número de acionamentos do sistema de irrigação (A) e volume de água semanal, em m<sup>3</sup> (B), para a estática de corte em diferentes substratos. Azul: 2/3 de terra e 1/3 de fibra de coco no substrato – EXP1; Verde: 2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra no substrato – EXP2.

No Quadro 3 estão contidos os volumes de água aplicados em cada vaso, de acordo seus respectivos tratamentos, ao longo de todo o cultivo de estática nos dois experimentos:

Quadro 3. Volumes de água aplicados durante todo ciclo de produção de estática no experimento 1 (2/3 de terra e 1/3 de fibra de coco) e no experimento 2 (2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra) em seus respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4
Volume no experimento 1 (L.planta <sup>-1</sup> )	10,38	21,26	31,89	41,20
Volume no experimento 2 (L.planta <sup>-1</sup> )	7,40	14,57	20,59	27,60

De modo idêntico aos experimentos com girassol, puderam-se obter os tempos e tensões de acionamento com base nos dados dos *dataloggers*: o tempo médio dos acionamentos foi de 5 min e 57 s para o experimento com 2/3 de fibra de coco (EXP2) e de 14 min e 35 s para o experimento com 2/3 de terra (EXP1). De igual modo, as tensões médias nos acionamentos foram registradas e são as apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4. Tensões médias de retenção da água no substrato no início dos acionamentos do sistema de irrigação durante o cultivo de estátice no experimento 1 (2/3 de terra e 1/3 de fibra de coco) e no experimento 2 (2/3 de fibra de coco e 1/3 de terra) em seus respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4
Tensões no experimento 1 (kPa)	51,51	48,27	12,64	15,99
Tensões no experimento 2 (kPa)	28,16	12,39	25,39	16,24

Com a estátice, a variação do volume de água aplicado também proporcionou alterações com modelos de regressão significativos em diversas variáveis avaliadas (Tabela 4).

A estátice exibiu efeito majoritariamente linear quando do incremento na dose de água (lâmina), incremento esse que promovia aumento nas médias das variáveis avaliadas. Essa resposta pôde ser vista em ambos experimentos (substratos) na massa fresca de raízes, massa seca de raízes e volume de raízes. Um comportamento análogo pôde ser observado em *Limonium cossonianum* quando irrigado por pesquisadores no sudoeste da Espanha em viveiro de mudas (FRANCO et al, 2002). Na oportunidade, os pesquisadores cumularam as doses de 1,8, 2,6 e 5,1 L·muda<sup>-1</sup> decorrentes dos tratamentos, onde se observou o resultante aumento da área foliar e do comprimento de raízes com o crescente da água aplicada, se bem que os menores tratamentos não apresentaram diferenças expressivas.

Tabela 4. Equações de regressão das variáveis avaliadas em estática nos experimentos 1 e 2 em resposta às crescentes lâminas de irrigação dos respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Médias de 5 repetições.

Parâmetro	Pf>Pt	CV(%)	T1	T2	T3	T4	R <sup>2</sup>	Equação
EXPERIMENTO COM SUBSTRATO EM 2/3 DE SOLO E 1/3 DE FIBRA DE COCO (V/V) – EXP1								
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	<0,001	19,08	695,91	1085,50	1224,48	1387,56	0,96	y=21,84x+522,75
Dias até a colheita	0,011	13,27	57,25	65,77	48,69	58,67	0,99	y=0,01x <sup>3</sup> +0,65x <sup>2</sup> +15,02x+37,55
Massa fresca de raízes (g)	0,005	36,68	18,39	30,81	40,12	40,76	0,92	y=0,76x+12,588
Massa fresca da parte aérea (g)	<0,001	18,66	60,59	95,87	106,30	118,99	0,94	y=1,84x+47,05
Massa seca da parte aérea (g)	ns	26,10	29,53	25,17	23,45	26,35	--	--
Massa seca de raízes (g)	0,004	20,63	11,36	14,71	17,17	17,37	0,92	y=0,20x+9,80
Razão aérea/raiz	0,034	44,01	2,64	1,91	1,49	1,52	0,86	y=-0,04x+2,88
Volume de raízes (cm <sup>3</sup> )	0,007	51,14	26,70	27,20	59,60	62,80	0,83	y = 1,36x + 8,18
EXPERIMENTO COM SUBSTRATO EM 2/3 DE FIBRA DE COCO E 1/3 DE SOLO (V/V) – EXP2								
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	0,008	17,10	755,52	1384,77	1532,52	1548,75	0,99	y=-3,27x <sup>2</sup> +152,54x - 182,73
Dias até a colheita	ns	21,45	63,33	52,92	62,38	57,93	--	--
Massa fresca de raízes (g)	0,052	34,45	13,79	12,85	17,90	19,98	0,79	y=0,35+10,00
Massa fresca da parte aérea (g)	0,016	17,25	64,72	112,75	126,36	128,98	0,99	y=-0,24x <sup>2</sup> +11,58x-6,99
Massa seca da parte aérea (g)	<0,001	15,08	17,35	26,05	29,36	31,73	0,92	y=0,70+13,85
Massa seca de raízes (g)	0,032	17,14	10,32	11,59	12,74	13,14	0,95	y=0,14x+9,42
Razão aérea/raiz	0,025	21,76	1,75	2,14	2,23	2,49	0,96	y=0,03x+1,55
Volume de raízes (cm <sup>3</sup> )	<0,001	23,77	16,10	26,20	44,20	55,90	0,98	y=2,05x-0,41

ns – para não significativo a 5%

Apresentou efeito linear negativo, ou seja, aquele em que o acréscimo na lâmina de água induziu a um decréscimo na média do parâmetro, apenas a razão entre as massas da parte aérea e das raízes do EXP1.

O número de dias até a colheita foi analisado como significativo apenas no EXP1, onde uma regressão cúbica pôde descrever as variações nas médias de dias na medida em que a lâmina de irrigação aumentou. Nesse mesmo experimento a massa seca da parte aérea não obteve variação significativa. Por sua vez, o EXP2 apresentou área foliar e massa seca da parte aérea com resposta quadrática ao incremento de água, além de ter a massa seca da parte aérea com efeito linear significativo em sua regressão.

Nos casos específicos da área foliar (Figura 7) e da massa fresca da parte aérea (Figura 8) no EXP2, o incremento na dose de água sugere promover aumento limitado nas médias dos parâmetros, ou seja, doses maiores que as utilizadas nos experimentos possivelmente provocariam a redução das respectivas médias de acordo com as equações propostas pelas regressões.

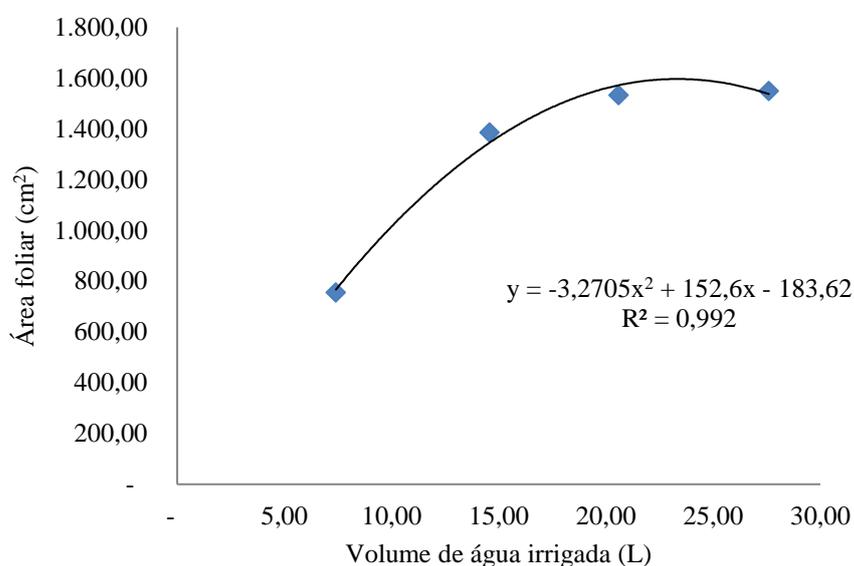


Figura 7. Gráfico da variação da área foliar da parte aérea no EXP2 (1/3 de solo e 2/3 de fibra de coco).

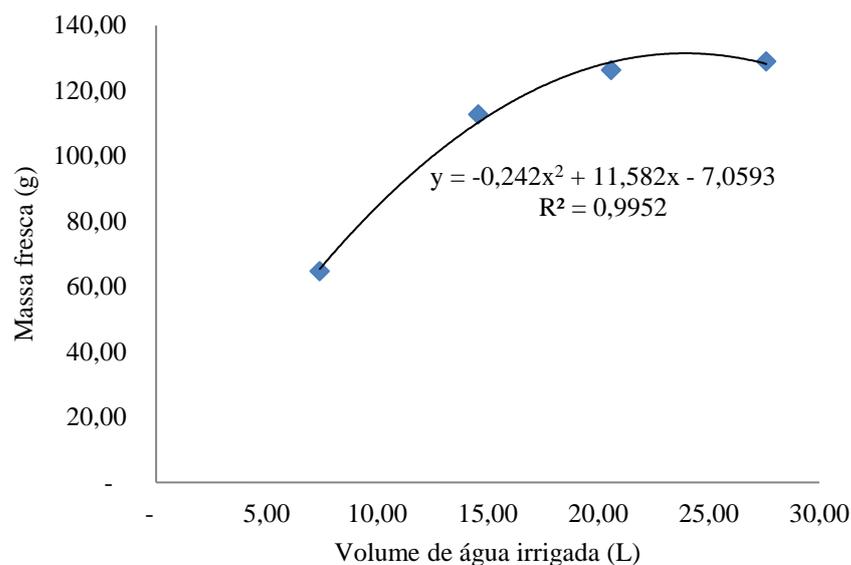


Figura 8. Gráfico da variação da massa fresca da parte aérea no EXP2 (1/3 de solo e 2/3 de fibra de coco).

Quanto ao número e comprimento das hastes de estática (Tabela 5), nem todas as repetições produziram flores, e os vasos que produziram, emitiram mais de uma haste como regra geral. Desse modo, a avaliação produtiva ficou comprometida com alto índice de variação. Entretanto, a altura média das hastes apresentaram a mesma resposta linear e crescente da maioria dos demais parâmetros, acusando que, com o aumento do fornecimento de água, há um incremento na altura das hastes avaliadas. Coincidentemente, em ambos experimentos (EXP1 e EXP2), se pôde contar com apenas dezesseis repetições na análise estatística, uma vez que nem todos vasos floresceram (Tabela 6).

Trabalhos anteriores reportam a ocorrência de hastes de *L. sinuatum* produzidas na faixa de 30 a 50 cm de comprimento (CHIMONIDOU, 2000).

No EXP2, o tratamento que apresentou maior número de repetições sem florescimento foi o T1 com três das quatro falhas contra uma única falha em T3, ao passo que o EXP1 apresentou duas falhas no tratamento T4, uma no T1 e uma no T3. Provavelmente, a ocorrência dessas falhas se deveu à simples não indução floral das plantas, posto que, em todas as parcelas (5 vasos por parcela), ao menos uma planta não floresceu.

Tabela 5. Equações de regressão das variáveis avaliadas em estática nos experimentos 1 e 2 em resposta às crescentes lâminas de irrigação dos respectivos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Médias de 5 repetições;

Parâmetro	Pf>Pt	CV(%)	T1	T2	T3	T4	R <sup>2</sup>	Equação
EXPERIMENTO COM SUBSTRATO EM 2/3 DE SOLO E 1/3 DE FIBRA DE COCO (V/V) – EXP1								
<b>Número total de hastes</b>	ns	73,03	14,75	8,60	15,50	10,00	--	--
<b>Altura média das hastes (cm)</b>	0,002	11,21	38,01	46,72	46,70	53,47	0,90	y=0,46x+34,23
EXPERIMENTO COM SUBSTRATO EM 2/3 DE FIBRA DE COCO E 1/3 DE SOLO(V/V) – EXP2								
<b>Número total de hastes</b>	ns	113,20	5,00	8,80	6,50	10,80	--	--
<b>Altura média das hastes (cm)</b>	0,015	17,74	36,36	49,75	45,82	57,31	0,79	y=0,90x+31,52

ns – para não significativo a 5%

Ainda no que diz respeito ao florescimento, a adubação de estática nos experimentos desenvolvidos não contou com referência, de modo que as doses de superfosfato simples, cloreto de potássio e uréia, podem não ter atendido adequadamente às demandas da cultura com prejuízos ao florescimento. Em especial, pode-se destacar a fonte de nitrogênio (uréia) dado que, uma adubação de luxo para esse nutriente, potencialmente causaria o prolongamento da fase vegetativa do material vegetal impedindo sua indução floral. Esse efeito da adubação de luxo poderia explicar as falhas ocorridas, se bem que todas as plantas receberam as mesmas quantidades de adubo, inclusive as que floresceram.

Tabela 6. Ocorrências de florescimento nas 20 parcelas dos experimentos.

<b>Parcela</b>	<b>EXP2</b>		<b>EXP1</b>	
	<i>Tratamento(Ti)</i>	<i>Ocorrência</i>	<i>Tratamentos(Ti)</i>	<i>Ocorrência</i>
<b>1</b>	1	floresceu	4	não
<b>2</b>	4	floresceu	2	floresceu
<b>3</b>	2	floresceu	1	floresceu
<b>4</b>	3	floresceu	3	floresceu
<b>5</b>	3	floresceu	1	floresceu
<b>6</b>	2	floresceu	3	não
<b>7</b>	4	floresceu	2	floresceu
<b>8</b>	1	não	4	não
<b>9</b>	1	não	2	floresceu
<b>10</b>	2	floresceu	1	não
<b>11</b>	4	floresceu	4	floresceu
<b>12</b>	3	não	3	floresceu
<b>13</b>	2	floresceu	3	floresceu
<b>14</b>	1	floresceu	2	floresceu
<b>15</b>	3	floresceu	4	floresceu
<b>16</b>	4	floresceu	1	floresceu
<b>17</b>	4	floresceu	4	floresceu
<b>18</b>	1	não	3	floresceu
<b>19</b>	3	floresceu	1	floresceu
<b>20</b>	2	floresceu	2	floresceu

## 4 CONCLUSÕES

Considerando-se os resultados apresentados e o comportamento geral das variáveis de estática em resposta às quatro lâminas de irrigação fornecidas à cultura, e ainda, tendo em vista os objetivos propostos, pôde-se concluir que:

1. De maneira geral, o tratamento T4 apresentou o maior crescimento na cultura de estática, superando os demais tratamentos.
2. A estática apresentou resposta crescente e proporcional aos tratamentos T1, T2, T3 e T4, caracterizando o modelo linear para as regressões da maioria das variáveis de crescimento analisadas.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, S. C. O. et al. Production of automatically watered lettuce with a low cost controller. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11, n. 2, 2013. 485-489.
- CHIMONIDOU, D. New Cut Flowers for Fresh and Dry Production Cultivated in Cyprus. *Acta Horticulturae - IV International Symposium on New Floricultural Crops*, Chania, n. 541, 1 outubro 2000. 83-89.
- CHIMONIDOU, D. Country report of Cyprus. In: TURQUIA Proceedings of the Regional Experts Meeting on Flowers for the Future. Ismir: [s.n.], 2002. p. 15-30.
- CRUZ, M. F. Crescimento do girassol "Sol Noturno" sob diferentes lâminas de água e substratos, em condições agroecológicas, no município de Lagoa Seca, PB - TCC. Lagoa Seca-PB: Universidade Estadual da Paraíba, 2012.
- DIAS, G. C. D. O. et al. Papaya seedlings growth using a low-cost, automatic watering controller. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 35, n. 2, junho 2013. 527-535. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000200023>.
- FRANCO, J. A. et al. Nursery irrigation regimes and establishment irrigation affect the postplanting growth of *Limonium cossonianum* in semiarid conditions. *Israel Journal of Plant Sciences*, Jerusalem, 50, 2002. 25-32.
- GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. *Estatística Aplicada a Experimentos Agronômicos e Florestais*. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, v. 11, 2002. 309 p. ISBN 85-7133-014-x.
- LUDWIG, F. et al. Absorção de nutrientes em cultivares de gérbera cultivada em vaso. *Horticultura Brasileira*, out-dez 2013. 622-627.
- MEDICI, L. O. et al. Automatic controller to water plants. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 67, n. 6, p. 727-730, novembro/dezembro 2010.
- REETZ, E. R. et al. *Anuário Brasileiro das Flores 2007*. Santa Cruz do Sul - RS: Editora Gazeta Santa Cruz, 2007. 112 p.
- SANTOS, H. T. D.; CARVALHO, D. F. D.; SOUZA, C. F. A. M. L. O. Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. *Engenharia Agrícola*, 35, n. 5, 2015. 852-862. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n5p852-862/2015>.
- SOARES, F. C. et al. Efeito da dotação de rega em cultivares de *Kalanchoe blossfeldiana*. *Revista de Ciências Agrárias*, 38, n. 1, 2015. 41-48.

## CONCLUSÕES GERAIS

Com base nas análises dos experimentos constantes do CAPÍTULO I e do CAPÍTULO II e dentro das condições impostas, pôde-se concluir que:

1. As diferentes espécies vegetais responderam de forma diferente ao déficit e ao superávit hídrico imposto pelas quatro lâminas de irrigação.
2. Substratos com maior teor de fibra de coco provocaram maior número de acionamentos do ASI.
3. Substratos com maior teor de fibra de coco promoveram uma redução no volume de água aplicado sob o comando do sensor do ASI.
4. As menores tensões de retenção da água foram observadas nos substratos com maior teor de fibra de coco.