



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

**ARLENE SANTISTEBAN CAMPOS**

**LÂMINA E FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO, SUBSTRATO E ADUBAÇÃO NA  
ACLI MATIZAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE ANTÚRIO (*Anthurium  
maricense*)**

**FORTALEZA**  
**2017**

ARLENE SANTISTEBAN CAMPOS

LÂMINA E FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO, SUBSTRATO E ADUBAÇÃO NA  
ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE ANTÚRIO (*Anthurium  
maricense*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo.

Coorientadora: Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C211 Campos, Arlene Santisteban.  
Lâmina e frequência de irrigação, substrato e adubação na aclimatização de mudas micropropagadas de antúrio (*Anthurium maricense*) / Arlene Santisteban Campos. – 2017.  
97 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2017.  
Orientação: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo.  
Coorientação: Profa. Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho.
1. Manejo de irrigação. 2. Plantas ornamentais. 3. Fibra de coco. 4. Húmus de minhoca. 5. Osmocote.  
I. Título.

CDD 630

---

ARLENE SANTISTEBAN CAMPOS

LÂMINA E FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO, SUBSTRATO E ADUBAÇÃO NA  
ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE ANTÚRIO (*Anthurium  
maricense*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: 21/06/2017.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho (Coorientadora)  
Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)

---

Dra. Ana Cecília Ribeiro de Castro  
Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Denise Vieira Vasconcelos  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)

---

Dr. Guilherme Vieira do Bomfim  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Alfredo e Arli. Ao meu esposo, Arthur. Aos amigos e colegas de trabalho pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por me amparar nos momentos difíceis, dar força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminho nas horas incertas e suprir todas as minhas necessidades;

Aos meus pais, Alfredo e Arli, pela educação e apoio recebidos em todos os momentos de minha vida;

Ao meu esposo, Arthur, por seu amor, que permite com que eu lute pelos meus objetivos com a clareza e sutileza necessária para alcança-los;

Ao grande amigo e orientador, Prof. Benito, pelo ensino, apoio e dedicação prestados antes, durante e depois da realização deste trabalho;

A minha estimada amiga e coorientadora, Dra. Ana Cristina, que com sua calma, disponibilidade e competência, orientou-me com muito empenho e dedicação no decorrer deste trabalho;

Ao grande amigo, Guilherme Bomfim, por sua amizade, sugestões, dedicação e pelo apoio na condução deste trabalho;

Aos meus amigos de curso, pelo incentivo e amizade em todos os momentos, tonando mais fácil esta realização;

A todos os integrantes do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT), que direta ou indiretamente colaboraram para realização de meu trabalho. Em especial, a Myrella e Gigi Mendes;

Aos pesquisadores e amigos Dra. Ana Cecília, Dr. Carlos Taniguchi, Dr. Marlos Bezerra e Professor Assis Junior, pelo apoio, incentivo, ensinamentos, dedicação e confiança, fundamentais para a execução deste trabalho;

A todo o corpo docente que, de forma direta ou indireta, contribuiu para a minha formação e aprendizagem;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida e apoio à pesquisa que resultou em minha dissertação;

À Universidade Federal do Ceará, por proporcionar minha formação desde a graduação, local onde pude adquirir minha bagagem de conhecimento;

À Embrapa Agroindústria Tropical, pela infraestrutura e financiamento das atividades de pesquisa.

“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer” (Albert Einstein).



## RESUMO

O *Anthurium maricense* é uma espécie com grande potencial de comercialização, contudo, para uma produção em escala comercial, as mudas devem ser produzidas pela micropropagação, uma técnica da cultura de tecidos que possui cinco etapas importantes. A última delas, a aclimatização, é uma das mais críticas, muitas vezes levando a altas taxas de mortalidade, baixos índices de desenvolvimento e elevada desuniformidade das mudas, principalmente pela carência de informações nesta etapa. Para preencher esta lacuna existente com informações relevantes sobre o adequado manejo das mudas durante esta etapa, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes frequências e lâminas de irrigação, bem como de distintos substratos e doses de fertilizantes na aclimatização de mudas micropropagadas de *A. maricense*. A pesquisa foi dividida em quatro experimentos, realizados em um telado (sombrite 80%) pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, situada no município de Fortaleza, Ceará. Durante os experimentos, a temperatura e umidade do ar foram registradas a cada 10 minutos. Foram realizadas, ainda, análises físico-hídricas e químicas em amostras dos substratos utilizados. O delineamento adotado em cada um dos experimentos foi o inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos, quatro repetições e quatro mudas por parcela, cultivadas individualmente em vasos de 415 mL. No experimento I, os tratamentos consistiram em cinco lâminas de irrigação: 50%; 75%; 100%; 125% e 150% da capacidade de retenção de água (CRA) no substrato. No experimento II, os tratamentos consistiram em cinco frequências de irrigação: 0,5; 1; 2; 3 e 4 irrigações ao dia. No experimento III, foram testados cinco substratos: HS Flores; e fibra de coco mais húmus de minhoca nas proporções de 0,5:1,0; 1:1; 2:1 e 3:1. No experimento IV, foram testadas cinco doses de fertilizantes de liberação lenta (Osmocote 15:9:12): 0,0; 2,5; 5,0; 7,5; e 10,0 kg m<sup>-3</sup>. Nos experimentos I, II e IV, as mudas foram cultivadas no substrato comercial HS Flores. Nos experimentos I, III e IV, a frequência de irrigação foi de duas vezes ao dia. A lâmina de irrigação para os experimentos II, III e IV foi equivalente a 100% da CRA. Em dias alternados, as mudas dos experimentos I, II e III receberam adubações foliares. As variáveis analisadas foram: variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF) e na área da maior folha (VAMF), ocupação de vaso (OV), taxa fotossintética líquida (A), carbono interno (Ci), temperatura da folha (Ti) e umidade da folha (Ui). Os resultados evidenciaram o melhor desenvolvimento das mudas micropropagadas de *A. maricense* quando: irrigadas com a

lâmina de 150% da CRA; submetidas à frequência de quatro irrigações diárias; cultivadas no substrato composto por fibra de coco e húmus de minhoca na proporção de 3:1; e adubadas com Osmocote<sup>®</sup> 15:9:12 na dose de 6,40 kg m<sup>-3</sup>, durante todo o experimento.

**Palavras-chave:** Manejo de irrigação. Plantas ornamentais. Fibra de coco. Húmus de minhoca. Osmocote.

## ABSTRACT

*Anthurium maricense* is a species with great potential for commercialization, however, for a commercial scale production, seedlings must be produced by micropropagation, a tissue culture technique that has five important stages. The last one, the acclimatization, is one of the most critical, often leading to high mortality rates, low rates of development and high lack of uniformity of plantlets, mainly due to the lack of information at this stage. To fill this gap with relevant information on the adequate management of seedlings during this stage, the present work had the objective of evaluating the effect of different frequencies and irrigation depths, as well as of different substrates and fertilizer doses in the acclimatization of micropropagated plantlets of *A. maricense*. The research was divided in four experiments, carried out in a screen (80%) belonging to Embrapa Tropical Agroindustry, located in the Fortaleza, Ceará, Brazil. During the experiments the air temperature and humidity were registered every 10 minutes. Physico-hydric and physico-chemical analyzes were performed on samples of the substrates. The design was a completely randomized, composed of five treatments, four replicates and four plantlets per plot, individually grown in 415 mL pots. In experiment I, treatments consisted of five irrigation depths: 50%; 75%; 100%; 125% and 150% of water retention capacity (WRC) in the substrate. In experiment II, treatments consisted of five irrigation frequencies: 0.5; 1; 2; 3 and 4 irrigations per day. In experiment III, five substrates were tested: HS Flores; and coconut fiber plus earthworm compost in proportions of 0.5:1.0; 1:1; 2:1 and 3:1. In experiment IV, five doses of slow-release fertilizer (Osmocote® 15:9:12): 0.0; 2.5; 5.0; 7.5 and 10.0 kg m<sup>-3</sup>. In experiments I, II and IV the plantlets were grown on the commercial substrate HS Flores. In experiments I, III and IV, the frequency of irrigation was twice a day. The irrigation depth for experiments II, III and IV was equivalent to 100% of WRC. On alternate days the plantlets of experiments I, II and III received leaf fertilization. The variables analyzed were: leaf height variation (LHV), number of leaves variation (NLV), largest leaf area variation (LLAV), pot occupation (PO), net photosynthetic rate (A), internal carbon (Ci), leaf temperature (Ti) and leaf moisture (Ui). The results showed the best development of the *A. maricense* micropropagated plantlets when: irrigated with depths of the 150% of WRC; submitted to the frequency of four daily irrigations; cultivated on the substrate composed of coconut fiber and earthworm compost in

the proportion of 3:1; and Osmocote<sup>®</sup> fertilizer dose of 6.40 kg m<sup>-3</sup>, throughout the experiment.

**Keywords:** Irrigation management. Ornamental plants. Coconut fiber. Earthworm compost. Osmocote.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Plantas de *Anthurium maricense* em paisagismo. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 25
- Figura 2 – Mudanças micropropagadas de *Anthurium maricense* transplantadas para bandejas de 50 células contendo substrato comercial HS Flores e mantidas em sala de pré-aclimatização. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 36
- Figura 3 – Mudanças micropropagadas de *Anthurium maricense* transplantadas para bandejas contendo substrato comercial HS Flores e mantidas em câmara úmida dentro da sala de pré-aclimatização. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 37
- Figura 4 – Mudanças micropropagadas de *Anthurium maricense*: a) muda sendo retirada da bandeja; b) muda pronta para ser transplantada para o vaso; c) algumas mudas já transplantadas para os vasos e outras ainda mantidas na bandeja em ambiente de telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 38
- Figura 5 – Croqui da área experimental. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 39
- Figura 6 – Instalação do sistema de irrigação utilizado na área experimental nos quatro experimentos com mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 42
- Figura 7 – Croqui do sistema de irrigação utilizado nos quatro experimentos com mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 42
- Figura 8 – Conjunto “aranha” composto de gotejador autocompensante com vazão de  $2 \text{ L h}^{-1}$ , *manifolds* de quatro saídas e microtubos de 2,4 mm. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 43
- Figura 9 – Teste de uniformidade de distribuição para o sistema de irrigação instalado na área experimental. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 44

- Figura 10 – Croqui com detalhamento de instalação dos quatro experimentos. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. ....45
- Figura 11 – Simulação de análise de ocupação do vaso, pela muda, com o auxílio dos programas Microsoft Paint<sup>®</sup>, Adobe Photoshop<sup>®</sup> e SVRNA: a) foto retirada de uma das mudas do experimento; e b) imagem ilustrativa após análise de ocupação do vaso, pela muda. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016....49
- Figura 12 – Equipamento para medição das características fisiológicas: a) medidor de fotossíntese (IRGA) da ADC BioScientific Ltd., modelo ADC LCPro+; b) pinça com área de análise circular de 0,5 cm<sup>2</sup>; c) detalhe da pinça realizando a medição fisiológica na folha; e d) fonte externa de radiação luminosa da ADC BioScientific Ltd., e de modelo PLU-PSU-002. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. ....51
- Figura 13 – Variação na altura da planta (VAP) em função da lâmina de irrigação, e em diferentes períodos de aclimatização de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, em ambiente telado e cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016..55
- Figura 14 – Variação na área da maior folha (VAMF) em função da lâmina de irrigação, e em diferentes períodos de aclimatização de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, em ambiente telado e cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016..57
- Figura 15 – Variação no número de folhas (VNF) em função da lâmina de irrigação, e em diferentes períodos de aclimatização de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, em ambiente telado e cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016..58
- Figura 16 – Ocupação de vaso pela muda (OV) em função da lâmina de irrigação, e em diferentes períodos de aclimatização de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, em ambiente telado e cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016..59

- Figura 17 – Variação na altura da planta (VAP) em função da frequência de irrigação, durante diversos períodos da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016..... 62
- Figura 18 – Variação na área da maior folha (VAMF) em função da frequência de irrigação, durante diversos períodos da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016..... 62
- Figura 19 – Variação no número de folhas (VNF) em função da frequência de irrigação, durante os períodos de 64-84 e 01-84 dias após a diferenciação (DAD) da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 65
- Figura 20 – Ocupação de vaso pela muda (OV) em função da frequência de irrigação durante todo o período da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016..... 66
- Figura 21 – Variação na altura da planta (VAP) em função da dose do fertilizante de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup> (NPK 15-9-12) aplicada durante a aclimatização das mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos, aos 90 dias, sob condições de telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .. 73
- Figura 22 – Variação no número de folhas (VNF) em função da dose do fertilizante de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup> (NPK 15-9-12) aplicada durante a aclimatização das mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos, aos 90 dias, sob condições de telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 75
- Figura 23 – Variação na área da maior folha (VAMF) em função da dose do fertilizante de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup> (NPK 15-9-12) aplicada durante a aclimatização das mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos, aos 90

dias, sob condições de telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 76

Figura 24 – Ocupação de vaso (OV) em função da dose de adubo de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup> (NPK 15-9-12) aplicada durante a aclimatização das mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos, aos 90 dias, sob condições de telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 77



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Dados mensais da temperatura do ar e da umidade relativa do ar dentro da telado, durante a condução dos experimentos. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016..... 40
- Tabela 2 – ANAVA para a variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF) e na área da maior folha (VAMF), ocupação de vaso (OV), taxa fotossintética (A), carbono interno (Ci), temperatura da folha (Ti) e umidade da folha (Ui), conforme lâminas correspondentes a 50, 75, 100, 125 e 150% da capacidade de retenção de água (CRA), durante diversos períodos da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense* cultivadas em vasos contendo o substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 53
- Tabela 3 – ANAVA para a variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF) e na área da maior folha (VAMF), ocupação de vaso (OV), taxa fotossintética (A), carbono interno (Ci), temperatura da folha (Ti) e umidade da folha (Ui), conforme as frequências de irrigação: uma rega a cada dois dias, uma rega por dia, duas regas por dia, três regas por dia e quatro regas por dia, durante diversos períodos da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense* cultivadas em vasos contendo o substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 61
- Tabela 4 – Resumo da análise de variância e médias de variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF), na área da maior folha (VAMF) e de ocupação de vaso (OV), conforme cinco tipos de substrato: HS Flores e fibra de coco (FC) mais húmus de minhoca (H) nas proporções 0,5:1,0; 1:1; 2:1 e 3:1, durante a aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense* cultivadas em vasos. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016... 67
- Tabela 5 – Resumo da análise de variância e médias da taxa fotossintética (A), do carbono interno (Ci), da temperatura da folha (Ti) e da umidade da folha (Ui) aos 90 dias da aclimatização de mudas de *Anthurium maricense*, de acordo com os tipos e

proporções de substratos HS flores (S1), e fibra de coco (FC) mais húmus de minhoca (H) nas proporções: 0,5:1,0; 1:1; 2:1 e 3:1. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2016. .... 71

Tabela 6 – ANAVA para a variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF) e na área da maior folha (VAMF), ocupação de vaso (OV), taxa fotossintética (A), carbono interno (Ci), temperatura da folha (Ti) e umidade da folha (Ui) em função das doses do fertilizante de liberação lenta Osmocote® (NPK 15-9-12): 0; 2,5; 5,0. 7,5 e 10,0 kg m<sup>-3</sup>, durante a aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense* cultivadas em vasos. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. .... 72

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	19
2	OBJETIVO GERAL .....	21
2.1	Objetivos específicos.....	21
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	22
3.1	O mercado de flores e plantas ornamentais .....	22
3.2	A cultura do antúrio.....	22
3.2.1	<i>Aspectos gerais</i> .....	22
3.2.2	<i>Anthurium maricense</i> .....	24
3.3	Propagação do antúrio.....	25
3.3.1	<i>Métodos de propagação</i> .....	26
3.3.2	<i>Micropropagação</i> .....	26
3.3.2.1	<i>Aclimatização</i> .....	27
3.4	Manejo da irrigação em antúrios.....	28
3.4.1	<i>Lâmina de irrigação</i> .....	29
3.4.2	<i>Frequência de irrigação</i> .....	29
3.5	Substrato .....	30
3.6	Adubação.....	32
3.6.1	<i>Adubação foliar</i> .....	33
3.6.2	<i>Fertilizantes de liberação lenta (FLL)</i> .....	34
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.1	Cultura .....	36
4.2	Caracterização da área experimental.....	38
4.3	Local dos experimentos.....	39
4.4	Condições meteorológicas da área experimental.....	39
4.5	Caracterizações do substrato .....	40
4.6	Fertilizantes.....	40
4.6.1	<i>Solução nutritiva para adubação foliar</i> .....	40
4.6.2	<i>Fertilizante de liberação lenta – Osmocote (NPK 15:9:12)</i> .....	41
4.7	Instalação e avaliação do sistema de irrigação .....	41
4.8	Delineamento experimental e descrições dos experimentos .....	44

<b>4.9</b>	<b>Variáveis respostas analisadas .....</b>	<b>45</b>
<b>4.9.1</b>	<b><i>Varição na altura da planta (VAP) .....</i></b>	<b>46</b>
<b>4.9.2</b>	<b><i>Varição no número de folhas (VNF) .....</i></b>	<b>47</b>
<b>4.9.3</b>	<b><i>Varição da área da maior folha (VAMF) .....</i></b>	<b>47</b>
<b>4.9.4</b>	<b><i>Ocupação de vaso (OV) .....</i></b>	<b>48</b>
<b>4.9.5</b>	<b><i>Análises fisiológicas: taxa fotossintética (A), carbono interno (Ci), temperatura da folha (Ti) e umidade da folha (Ui) .....</i></b>	<b>50</b>
<b>4.10</b>	<b>Análise estatística .....</b>	<b>51</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>53</b>
<b>5.1</b>	<b>Experimento I: lâminas de irrigação .....</b>	<b>53</b>
<b>5.2</b>	<b>Experimento II: frequências de irrigação .....</b>	<b>60</b>
<b>5.3</b>	<b>Experimento III: Tipos e proporções de substrato .....</b>	<b>67</b>
<b>5.4</b>	<b>Experimento IV: Doses de adubo de liberação lenta .....</b>	<b>72</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>78</b>
<b>6.1</b>	<b>Experimento I: lâminas de irrigação .....</b>	<b>78</b>
<b>6.2</b>	<b>Experimento II: frequências de irrigação .....</b>	<b>78</b>
<b>6.3</b>	<b>Experimento III: tipos e proporções de substrato.....</b>	<b>78</b>
<b>6.4</b>	<b>Experimento IV: doses de fertilizante de liberação lenta .....</b>	<b>78</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>80</b>
	<b>APÊNDICE A – ANÁLISES DIÁRIAS DE TEMPERATURA E UMIDADE INTERNA AO TELADO.....</b>	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE B – ANÁLISES FÍSICO-HÍDRICAS E QUÍMICAS DOS SUBSTRATOS.....</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE C – PROCEDIMENTO PARA O CÁLCULO DA CRA .....</b>	<b>94</b>
	<b>ANEXO A – COMPOSIÇÃO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DE HOAGLAND &amp; ARNON (1950) .....</b>	<b>96</b>
	<b>ANEXO B – GARANTIAS DE COMPOSIÇÃO OSMOCOTE (NPK 15:9:12) FABRICADO PELA EMPRESA EVERRIS NA .....</b>	<b>97</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado mundial de flores e plantas ornamentais, em 2014, foi avaliado em US\$ 107 bilhões (BOTELHO; RODRIGUES; BRUZI, 2015). Contudo, esse agronegócio demanda, cada vez mais, produtos inovadores e de qualidade. Assim, a utilização de plantas tropicais de espécies nativas para folhagem vem apresentando um grande potencial como alternativa para novos produtos da floricultura.

Neste contexto, surge o *Anthurium maricense*, planta nativa, caracterizada como uma espécie de restinga, e com grande potencial para ser usada na ornamentação para corte, no paisagismo e para vaso, sendo a alta durabilidade das folhas uma de suas características de maior importância.

A aclimatização é possivelmente a etapa mais crítica da micropropagação. Tal etapa refere-se à adaptação da planta oriunda do ambiente *in vitro* às condições *ex vitro* de uma casa de vegetação ou telado. Nesta etapa, as mudas micropropagadas saem de um ambiente controlado, asséptico, com elevada umidade e rico em nutrientes, para um ambiente *ex vitro*, séptico, de controle restrito e normalmente com baixa umidade. Assim, é comum a ocorrência de modificações morfofisiológicas nas mudas para sua adaptação, de forma que, em alguns casos, quando as plantas não conseguem se adaptar bem, podem ocorrer perdas, baixa taxa de crescimento, desenvolvimento desuniforme e/ou necessidade de período prolongado de aclimatização.

Com isso, diversos fatores podem afetar a aclimatização das mudas. Entre eles, pode-se citar a espécie, o volume do recipiente, o substrato, o manejo da irrigação, as condições ambientais, entre outros.

O manejo da irrigação, ou seja, quantidade, frequência e forma de aplicação de água, é fundamental para a aclimatização de mudas. Esse manejo deve propiciar condições favoráveis para o substrato, como umidade adequada e solubilização dos nutrientes para que a planta possa absorver. Além disso, a água tem grande importância morfofisiológica nas culturas, possibilitando o desenvolvimento das plantas.

O substrato influencia as respostas das mudas na fase de aclimatização, possibilitando o controle da salinização, de pragas e doenças, da nutrição, bem como de fatores relacionados à drenabilidade da água, irrigação, dentre outros.

Outro fator de grande importância para o cultivo comercial de antúrio é a adubação. O manejo inadequado de fertilizantes, muitas vezes, leva à perda de mudas, salinização do substrato e outros problemas de ordem funcional, o que reduz a produção.

A falta de informações sobre o uso adequado dos fatores de produção mencionados contribui com altas taxas de mortalidade, baixa uniformidade do estande, aumentos dos custos, etc.

Salienta-se que, até o momento, não há relatos na literatura sobre estudos com a produção de mudas micropropagadas de *A. maricense*. Visando fornecer informações sobre o manejo otimizado dessa cultura, com padrão e qualidade, este trabalho teve por objetivo analisar diferentes lâminas e frequências de irrigação, bem como diferentes substratos e doses de adubos para a aclimatização de mudas micropropagadas de *A. maricense*.

## 2 OBJETIVO GERAL

Fornecer informações sobre manejo agrônômico otimizado para a cultura na fase de aclimatização, a partir da avaliação de quatro fatores de produção: lâmina e frequência de irrigação, dose de fertilizante e tipo de substrato.

### 2.1 Objetivos específicos

Avaliar o desenvolvimento de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, durante a fase de aclimatização, sob diferentes lâminas de irrigação baseadas em percentuais da capacidade de retenção de água, em condições meteorológicas de ambiente telado, em Fortaleza, Ceará.

Avaliar o desenvolvimento de mudas micropropagadas de *A. maricense*, durante a fase de aclimatização, sob diferentes frequências de irrigação, em condições meteorológicas de ambiente telado, em Fortaleza, Ceará.

Avaliar o desenvolvimento de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, durante a fase de aclimatização, sob diferentes doses de fertilizante de liberação lenta, em condições meteorológicas de ambiente telado, em Fortaleza, Ceará.

Avaliar o desenvolvimento de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, durante a fase de aclimatização, sob diferentes proporções de substrato composto de fibra de coco e húmus de minhoca, em condições meteorológicas de ambiente telado, em Fortaleza, Ceará.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 O mercado de flores e plantas ornamentais**

O mercado mundial de flores e plantas ornamentais em 2014 foi avaliado em US\$ 107 bilhões (BOTELHO; RODRIGUES; BRUZI, 2015). No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR), o faturamento em 2015 foi de R\$ 6 bilhões, sendo estimado um crescimento de 6 a 8% para o ano de 2016 (IBRAFLOR, 2016).

Neste contexto, no Nordeste brasileiro, terceira maior macrorregião na ordem de importância para a horticultura ornamental, destaca-se o estado do Ceará, que cultiva espécies tropicais e temperadas, tanto para o consumo interno quanto para a exportação (SEBRAE, 2015).

As flores e folhagens tropicais representam um segmento de destaque, e em expansão nos mercados de plantas ornamentais (CASTRO et al., 2012a). Tal segmento caracteriza-se pela introdução de novas espécies/cultivares, assim, a utilização de plantas nativas surge como alternativa promissora e geradora de novos produtos para o mercado nacional e internacional (CASTRO et al., 2010).

Portanto, espécies tropicais, com destaque para: *Anthurium affine*, *A. bonplandii*, *A. plowmanii* e *Anthurium sp*, mostram-se um nicho de mercado promissor para suprir o aumento da demanda nacional e de exportação (MORAIS et al., 2017). Serafim (2014) relata ainda a espécie *A. maricense* como promissora para suprir o mercado, contudo, enfatiza a necessidade de maiores estudos nesta espécie.

#### **3.2 A cultura do antúrio**

##### **3.2.1 Aspectos gerais**

Os antúrios estão entre as principais espécies de flores e plantas ornamentais tropicais produzidas no Brasil, sendo produzidas em diversos estados do Nordeste brasileiro, entre eles, Ceará, Pernambuco, Bahia e Sergipe (SEBRAE, 2015). Pertencentes à família



Araceae, que compreende aproximadamente 117 gêneros (BORA et al., 2016; MIRANDA et al., 2015; SILVA et al., 2016), o maior representante da família, o gênero *Anthurium*, possui cerca de 1.500 espécies (LIMA et al., 2016), das quais aproximadamente 130 ocorrem no Brasil (TORRES; CROAT, 2015).

Etimologicamente, o antúrio deriva das palavras gregas “*Anthos*” e “*Oura*”, significando “flor” e “cauda”, respectivamente (LEME, 2004). Os antúrios caracterizam-se pela inflorescência tipo espiga, denominada espádice, protegidas por uma folha modificada, geralmente colorida, denominada espata. As flores são andróginas (apresentam os dois sexos) e protogínicas (as estruturas sexuais femininas amadurecem antes das masculinas) (NOMURA; FUZITANI; DAMATTO JÚNIOR, 2012).

São herbáceas, perenes (produz o ano todo) e normalmente epífitas (cresce sobre outras plantas sem parasitismo), epilíticas (cresce sobre rochas) ou terrestre. Muitas são originárias de locais sombreados, onde tanto a temperatura quanto a umidade do ar são relativamente altas, e, de uma maneira geral, apresenta sensibilidade ao frio, ao vento, às chuvas fortes, ao calor excessivo e à alta incidência solar (CASTRO et al., 2012b). Embora característicos de regiões tropicais, os antúrios são produzidos e comercializados em estufas (ou telados) por todo o mundo, principalmente na Holanda (TOMBOLATO; CASTRO, 2005).

A necessidade do uso de ambiente protegido no cultivo do antúrio decorre do fato de ser uma espécie de sombra no seu habitat natural, que, quando exposta ao excesso de luz, apresenta folhas e inflorescências danificadas, o que pode levar até mesmo à morte da planta. Por isso, recomenda-se o uso de 70 a 80% de sombreamento (NOMURA et al., 2009; OMAR et al., 2004). Segundo Higaki, Watson e Leonhardt (1973), a alta incidência de luz ocasiona a queima das folhas e inflorescências, com a perda da cor verde das folhas e aparecimento da coloração amarelo-palha nas regiões expostas das folhas. Tais autores relatam ainda que a incidência luminosa insuficiente concorre para a produção de inflorescência com cores mais acentuadas e brilhantes, porém a planta exhibe crescimento deficiente com caule longo e frágil. Desta forma, os mencionados autores citam que nos dois extremos há redução da floração.

Lima et al. (2010) e Nomura et al. (2009) relatam que a simples mudança da cor da malha de sombreamento (preta, azul, vermelha e termo-refletora) pode vir a influenciar nas

características físicas e fisiológicas de antúrios, o que ressalta a sua sensibilidade à radiação espectral solar. Em ambas as pesquisas, a malha de cor preta com 70% de sombreamento foi a que apresentou a melhor condição para o crescimento e produção de antúrio.

Tombolato et al. (2004) citam ainda que as plantas de antúrio se desenvolvem melhor em temperaturas entre 20 e 28 °C e mínima noturna de 18 °C, sendo a umidade em dias ensolarados de 50% e em dias nublados de 70 a 80%, não devendo ultrapassar 90% em períodos noturnos. Tais características meteorológicas são bastante favoráveis à produção de antúrios na região do Litoral e da Zona da Mata nordestina, sendo necessário nessas regiões apenas o controle da luminosidade (que não deve passar 25.000 lux) e sobre o manejo da irrigação (CASTRO et al., 2012b).

Salienta-se que o *Anthurium maricense* é uma espécie ainda não introduzida em cultivo, em virtude disso, os dados técnicos apresentados neste subcapítulo, e que serviram de embasamento para os demais, referem-se ao *Anthurium andraeanum*.

### 3.2.2 *Anthurium maricense*

Segundo Coelho e Mayo (2000), o *Anthurium maricense* (Figura 1) recebeu esta denominação em virtude do local onde foi descoberto, Barra de Maricá, no município de Maricá, Rio de Janeiro. A Barra do Maricá é uma área de intenso estudo botânico, e caracteriza-se por apresentar vegetação de restinga, nome dado ao tipo especial de vegetação que cresce nas regiões arenosas da costa brasileira. Este tipo de vegetação é altamente ameaçado devido à ocupação residencial e comercial das regiões costeiras.

Figura 1 – Plantas de *Anthurium maricense* em paisagismo. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Serafim (2014).

Ainda conforme Coelho e Mayo (2000), o *Anthurium maricense* é uma espécie psamófila (que se desenvolve em substratos arenosos) e de ocorrência natural, exclusivamente nas regiões litorâneas do estado do Rio de Janeiro. Segundo esses autores, sua folhagem apresenta grande diferença de tamanho e coloração em virtude da luminosidade. As principais características morfológicas são: presença de folhas oblongas ou oblongo-lanceoladas com o ápice curto e obtuso, pecíolo achatado a sulcado adaxialmente, espata oblongo-lanceolada, espádice sésstil e baga de cor laranja a vermelha no ápice, e amarelada em direção à base.

### 3.3 Propagação do antúrio

### **3.3.1 Métodos de propagação**

O antúrio permite tanto a propagação por método sexuado (via sementes) quanto assexuado (DESAI; INGHALIHALLI; KRISHNAMURTHY, 2015). Contudo, a propagação sexuada é um processo lento, pois a muda leva aproximadamente três anos para produzir sementes maduras (MURILLO-GÓMES et al., 2014). Além disso, o antúrio apresenta ocorrência de protoginia (maturação dos órgãos femininos antes dos masculinos) o que induz à polinização cruzada, gerando variações fenotípicas das progênes e inviabilizando a produção em grande escala (TOMBOLATO et al., 2004). Além do mais, as sementes não podem ser conservadas e devem ser coletadas imediatamente após a maturação do fruto e semeadas (VIÉGAS et al., 2007). Contudo, tal método é de suma importância para programas de melhoramento genético (CARVALHO et al., 2011).

A propagação vegetativa tradicional utiliza técnicas como divisão de touceira ou estaquia (PINHEIRO, 2010). Entretanto, tais métodos não permitem a obtenção de mudas uniformes e em quantidades suficiente, além de possibilitar a disseminação de pragas e doenças (VAN DER KNAAP et al., 2002).

### **3.3.2 Micropropagação**

A micropropagação (método da cultura de tecidos) surge como uma alternativa que viabiliza a produção de mudas em escala comercial (GANTAIT; MANDAL, 2010), bem como a uniformização de características como época de floração, coloração, tamanho e forma das inflorescências (CARVALHO et al., 2011). Por esses motivos, atualmente, a maioria das variedades de antúrio comercializadas é produzida por cultura de tecidos (MAIRA; ALEXANDER; VARGAS, 2010).

A micropropagação trata-se de uma técnica de propagação realizada em condições controladas artificialmente e que se baseia na totipotência das células vegetais, ou seja, na capacidade da proliferação das células em se organizarem em tecidos, e eventualmente em plantas completas (CARVALHO; SILVA; MEDEIROS, 2006).

No Brasil, o primeiro registro de trabalho em antúrios utilizando a cultura de tecidos é o de Castro et al. (1986). Embora existam atualmente na literatura diversos protocolos na área de microporpagação para diversas variedades de antúrios, a maioria dos pesquisadores constata grandes variações nas respostas fisiológicas das culturas nos diferentes genótipos estudados (CASTRO et al., 2012a).

De uma forma geral, a microporpagação envolve as seguintes etapas: I) preparo de plantas matrizes; II) estabelecimento de culturas assépticas; III) multiplicação; IV) indução, alongamento e enraizamento e V) aclimatização (MOURA et al., 2014).

### 3.3.2.1 Aclimatização

A aclimatização, última etapa da microporpagação, consiste na adaptação da muda oriunda do ambiente *in vitro* às condições *ex vitro* de uma casa de vegetação ou telado (GIRARDI; PESCADOR, 2010). Considerada uma importante fase da microporpagação (ROZALI; RASHID, 2015; STEFANELLO et al., 2009; VILLA et al., 2007), é ainda uma etapa limitante na produção comercial (PELIZZA et al., 2011).

A transferência de ambiente totalmente controlado, asséptico, rico em nutrientes e com elevada umidade, para um ambiente não controlado, séptico e com baixa umidade leva, em muitos casos, a altos índices de mortalidade (OLIVEIRA et al., 2010; ROCHA et al., 2008), baixa taxa de crescimento (ROCHA et al., 2009) e desuniformidade das mudas microporpagadas (LIMA-BRITO et al., 2016).

Nesta etapa, o índice de mortalidade pode ter influência, ainda, da cultivar analisada. Morales et al. (2009), analisando o índice de mortalidade na aclimatização de três cultivares de antúrios (Tropical, Merengue e Sonata), verificaram haver diferenças estatísticas entre as cultivares, de forma que a ‘Tropical’ teve menor índice de mortalidade.

Rocha (2007) relata que alguns cuidados são necessários durante o transplante de mudas microporpagadas, sendo estes relacionados com as condições ambientais, manejo da irrigação, substrato, entre outros fatores.

Com relação às condições ambientais, Cha-um, Ulziibat e Kirdmanee (2010) descrevem a umidade relativa como um importante fator nas melhorias das características

bioquímicas, fisiológicas e morfológicas de mudas durante a aclimatização. Rocha (2007) cita que uma umidade relativa elevada no início da aclimatização favorece o crescimento e a fotossíntese em níveis suficientes para estimular o desenvolvimento de um sistema radicular mais funcional, para absorver água e nutrientes. Entretanto, uma umidade demasiadamente elevada pode favorecer o desenvolvimento de microrganismos patogênicos.

Outro fator ambiental de suma importância para a aclimatização é a temperatura. Embora os antúrios, de uma forma geral, suportem uma ampla faixa de temperatura, a origem tropical destes lhes confere melhor adaptação a temperaturas mais amenas. Temperaturas muito baixas ou muito elevadas tendem a reduzir o desenvolvimento da cultura, ou mesmo causar danos a ela (FAVA; CAMILI, 2014).

### **3.4 Manejo da irrigação em antúrios**

As plantas de antúrio normalmente exigem boa disponibilidade de água, que pode ser suprida através da irrigação (NOMURA; FUZITANI; DAMATTO JÚNIOR, 2012). Contudo, existem poucas informações sobre a irrigação desta cultura, sendo muitas vezes realizadas sem fundamentação científica (CARVALHO et al., 2012).

Os métodos de irrigação mais empregados na cultura de antúrio são os por microaspersão e gotejamento (CARVALHO et al., 2012; NOMURA; FUZITANI; DAMATTO JÚNIOR, 2012). Fava e Camili (2014), em experimentos com mudas micropropagadas de antúrios, com as cultivares Brasão, Bruma, Eidibel, Juréia, Poiares, Sonata e Supremo, utilizaram o sistema de irrigação por microaspersão invertida, para manter o ambiente sempre úmido.

Contudo, este ambiente úmido pode também ser conseguido com a irrigação por gotejamento, visto que nesta a água é aplicada diretamente na zona radicular em pequena intensidade e alta frequência, em vazões normalmente de 2 a 10 L h<sup>-1</sup>, podendo ser realizada por linhas gotejadoras (emissores na própria tubulação) ou por gotejadores instalados na tubulação de polietileno (CASTRO et al., 2012a). Além disso, a otimização da irrigação está, muitas vezes, associada à redução dos custos produtivos, a maior produção de mudas, ao melhor desenvolvimento, qualitativamente e quantitativamente, da cultura, bem como aos

menores custos associados por muda e à sustentabilidade ambiental (MAROUELLI et al., 2011).

### **3.4.1 *Lâmina de irrigação***

A lâmina de água deve ser cuidadosamente aplicada a fim de evitar problemas relacionados ao déficit ou excesso hídrico. De tal forma que lâminas em excesso podem lixiviar nutrientes, encarecer os custos produtivos, favorecer o desenvolvimento de pragas e doenças e saturar o solo, reduzindo o oxigênio dissolvido e acarretando que funções como atividade fotossintética e respiração vegetal sejam deficitárias (ALBUQUERQUE, 2010). Por outro lado, lâminas deficientes reduzem ou cessam a absorção de elementos minerais, o que afeta o estado nutricional da cultura, a redução da atividade fotossintética, além de interferir negativamente na sua morfogênese, ou seja, no crescimento, tamanho e estrutura das folhas, ramos e raízes (NAVROSKI et al., 2015).

Em antúrios, o déficit hídrico pode causar queimaduras nas bordas das folhas, danos nas raízes e baixas taxas de crescimento. Já, o excesso hídrico pode causar danos nas raízes e o rápido amarelecimento das folhas mais jovens (HERNÁNDEZ, 2004).

### **3.4.2 *Frequência de irrigação***

A frequência de irrigação tem grande influência na produtividade. Como mencionado por diversos autores (FAVA; CAMILI, 2014; HERNÁNDEZ, 2004; NOMURA; FUZITANI; DAMATTO JÚNIOR, 2012), a produção de antúrio requer um ambiente úmido. Entretanto, irrigações muito frequentes molham superficialmente o substrato, facilitando a perda de água por evaporação (WENDLING; GATTO, 2002). Enquanto, irrigações pouco frequentes favorecem a lixiviação de nutrientes (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Para Silva e Marouelli (1998), existem diversos meios para se determinar a frequência de irrigação, sendo os mais usados: balanço de água, tensão de água no solo, turno de rega variável e o turno de rega prefixado.

O balanço de água é um método bem preciso, mas que necessita monitoramento constante e em tempo real de condições pluviométricas, evapotranspiração, lâmina de água, perdas por percolação, etc. Já, no método da tensão no solo, embora mais simples, necessita normalmente de tensiômetros e também de monitoramento constante. O método de turno de rega variável é bastante utilizado, mas, necessita de conhecimento sobre a evapotranspiração da cultura (ETc). Por último, o método de turno de rega prefixado é extremamente simples, onde a água é aplicada em intervalos constantes para satisfazer as necessidades hídricas (SOUSA et al., 2011). Além disso, este último método facilita a programação da irrigação, da pulverização e de outros tratamentos culturais, fazendo com que seja bastante utilizado em projetos de pesquisas e em culturas em ambiente protegido (BAROCA et al., 2015; DANTAS JÚNIOR et al., 2014; GIRARDI et al., 2017; SALOMÃO et al., 2014).

### **3.5 Substrato**

Antúrios normalmente são encontrados na natureza crescendo sobre rochas (epilíticamente), material orgânico em decomposição (troncos, ramos, montes de folhas, etc.) e também apoiado em troncos de árvores (epifitamente). Dessa forma, o substrato é utilizado pelas plantas de antúrio fundamentalmente como suporte para suas raízes, evidenciando assim a principal característica a ser priorizada na definição de um substrato para o cultivo comercial: a aeração (CALDARI JUNIOR, 2004).

Hernández (2004) cita que o equilíbrio entre ar e água deve apresentar uma proporção de aproximadamente 1:1. Contudo, tal proporção depende dos seguintes fatores: I) a ação capilar do substrato, poros menores tem capacidade de aspiração maior que os poros maiores; II) se são usados elementos granulados, grãos, lascas ou fragmentos, visto que desempenham um papel importante, de forma que quanto mais grossa tais partes, maior o tamanho dos poros, e conseqüentemente menor o teor de água e maior o de ar; e III) tamanho do vaso (espessura da camada de substrato), quanto maior a camada do substrato menor será a camada de água na superfície, assim ocasionando distribuição desigual da água (HERNÁNDEZ, 2004).



A escolha de um substrato depende de diversos fatores como: requerimento de água pela planta, método de cultivo, sistema de irrigação, duração do cultivo, tamanho dos vasos, preço e disponibilidade. E que, em qualquer caso, o substrato deve oferecer suporte adequado à planta; ser capaz de absorver água e fertilizantes; ter boa drenabilidade; não apodrecer ou se decompor prematuramente; não se compactar facilmente; e não possuir substâncias tóxicas (VAN DER KNAAP et al., 2002).

Silva et al. (2007) estudaram o efeito de oito tipos de substratos (1- Pó de coco seco; 2- Pó de coco seco + palha carnaúba; 3- Pó de coco seco + casca de arroz carbonizada, 4- Pó de coco seco + casca de arroz carbonizada + húmus; 5- Palha de carnaúba; 6 - vermiculita; 7- Comercial 1 e 8- Comercial 2) na aclimatização de mudas micropropagadas de antúrio (*Anthurium andraeanum Lindl.*), e constataram que as características físico-químicas do substrato pó de coco seco obteve o melhor resultado no crescimento e desenvolvimento das mudas.

Lee-Espinos, Cruz-Castillo e García-Rosas (2003), analisando o efeito de quatro substratos (comercial da Agrolita, Agrolita + musgo de turfa, musgo de turfa e Terra-Tepezil) sobre a aclimatização de *A. andraeanum* 'Midori' e 'Kalapana', observaram que para ambas as cultivares o desenvolvimento da muda está relacionado ao tipo de substrato empregado, onde neste caso o musgo de turfa promoveu o melhor desenvolvimento das mudas de ambas cultivares durante a aclimatização.

Substratos a base de casca de pinus, como o HS Flores, são bastante utilizados na aclimatização (DORNELES; TREVELIN, 2011; STEFANELLO et al., 2009). No entanto, existem outros substratos (à base de fibra de coco, por exemplo) que são comprovadamente eficazes (LONE et al., 2008; MORA et al., 2015) e que podem ser utilizados de maneira sustentável, contribuindo com o aproveitamento de resíduos do agronegócio.

A fibra de coco caracteriza-se por possuir baixa capacidade de troca de cátions (CTC), longa durabilidade, um pH levemente ácido e alta capacidade de aeração e porosidade (LONE et al., 2008). De acordo com Carrijo, Liz e Makishima (2002), a fibra de coco é um excelente substrato para flores e hortaliças, pois além de suas boas propriedades físicas, a mesma se encontra em abundância, já que é uma matéria prima renovável e que possui baixo custo. Contudo, a fibra de coco, apesar de sua elevada quantidade de matéria orgânica, tem

deficiências em relação a outros nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (ZIETEMANN; ROBERTO, 2007). Por este motivo, recomenda-se que a fibra de coco seja utilizada misturada a outras matérias prima, de forma garantir sua maior eficiência (CORREIA et al., 2003; SILVEIRA et al., 2002).

Já, o húmus de minhoca, substrato amplamente utilizando em cultivos ornamentais (BOMFIM et al., 2007; CRUZ et al., 2016; ROCHA et al., 2009; SANTOS et al., 2005), possui a capacidade de influenciar de forma benéfica as características físicas, químicas e biológicas do meio a que foi inserido (AQUINO et al., 1993; AQUINO; LOUREIRO, 2004).

De uma forma geral, Castro et al. (2012a) descrevem que o substrato oriundo de mistura de materiais deve apresentar, para o cultivo de antúrio, características físico-químicas tais como: boa aeração, porosidade entre 40 a 60% do volume total, pH entre 5,2 a 6,2 e salinidade máxima de 1 g de sais por litro de substrato.

### **3.6 Adubação**

Conforme Takane, Yanagisawa e Gois (2013), fertilizantes ou adubos tratam-se do composto com os nutrientes que as plantas irão absorver. O antúrio é muito exigente em termos de nutrientes, desta forma, para a produção da cultura em escala comercial recomenda-se o uso de solos ácidos, além da aplicação de nutrientes, conforme análise do solo (NOMURA; FUZITANI; DAMATTO JÚNIOR, 2012).

De uma forma geral, em relação aos nutrientes, estes podem ser classificados em dois tipos de elementos nutricionais, os móveis e os imóveis. Uma deficiência em folhas mais velhas, normalmente está associada aos elementos móveis, isto porque estes elementos podem ser transportados das folhas mais velhas para as mais novas. Já, quando as imperfeições ocorrem em folhas mais jovens, deve haver deficiência de elementos imóveis (VAN DER KNAAP et al., 2002).

Conforme a quantidade absorvida (necessária) pelas plantas, os nutrientes podem ser divididos em macro e micronutrientes, ambos com sua devida importância. Os macronutrientes são os necessários em maior quantidade, já os micronutrientes são

necessários em menores quantidades. Assim, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) são considerados macronutrientes, enquanto boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn) são os chamados micronutrientes (TAKANE; YANAGISAWA; VENDRAME, 2015).

De uma forma geral, a necessidade nutricional pode mudar conforme a fenologia da planta, assim, na maioria das mudas, há a maior necessidade de nitrogênio (N) e fósforo (P); já durante a produção de flores e frutos, a necessidade maior é de cálcio (Ca) e potássio (K) (TAKANE; YANAGISAWA; GOIS, 2013).

Para Silva (2008), a adubação na cultura do antúrio requer, em ordem de importância: C (carbono), H (hidrogênio), O (oxigênio) N (nitrogênio), K (potássio), Ca (cálcio), P (fósforo), Mg (magnésio), Bo (boro), Fe (ferro), Mn (manganês) e Zn (zinco). Conforme Nomura, Fuzitani e Damatto Júnior (2012), recomenda-se para a produção de antúrios a adubação química, com aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 50 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 150 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (K<sub>2</sub>O). Tais autores enfatizam ainda a necessidade de análises do solo, e que os antúrios requerem solos ácidos. Afirmam também que a cobertura de solo com serragem de madeira ou outro tipo de material orgânico permite o lento fornecimento de nutrientes, a manutenção da umidade do solo e a conservação da estrutura física, favorece a aeração, a proteção contra a erosão, a redução da salinização em decorrência da menor evaporação, a redução da lixiviação de nutrientes e a atividade microbiana do solo.

Diversas são as formas de adubações. Takane, Yanagisawa e Vendrame (2015) dividem tais formas em adubação química (liberação lenta e fertirrigação), adubação foliar e adubação orgânica.

Para Loges et al. (2004), Polack (2006) e Silva (2008) a adubação adotada pela maioria dos produtores tem sido orgânica, embora haja a recomendação de adubação química para antúrios. Poucos são os produtores que utilizam fertirrigação ou adubação foliar.

### **3.6.1 Adubação foliar**

As raízes das plantas tem a função de absorver água e nutrientes, contudo existe a possibilidade da absorção de nutrientes, através das folhas, brotos e/ou caules. Neste caso, os

nutrientes devem ser diluídos em água, com ou sem aderentes; as dosagens devem ser inferiores quando comparadas às adubações radiculares; deve ser aplicada com sistema de pulverização; e têm maior eficiência quando aplicada em período diurno (TAKANE; YANAGISAWA; GOIS, 2013).

De uma forma geral, mudas micropropagadas na fase de aclimatização têm o sistema radicular pouco funcional na absorção de água e nutrientes (SILVA et al., 2008; CARVALHO et al., 2012; SILVEIRA et al., 2013; SOUSA et al., 2015), fato que exalta a importância das adubações foliares nessa fase.

Neste contexto, Hoagland & Arnon (1950) destacam-se pelo pioneirismo no desenvolvimento de uma solução nutritiva balanceada com macro e micronutrientes, e embora esta não seja uma solução universal, é a mais utilizada nos estudos de nutrição mineral de plantas pela sua praticidade e simplicidade (INOCÊNCIO; CARVALHO, 2013).

### **3.6.2 Fertilizantes de liberação lenta (FLL)**

Os fertilizantes de liberação lenta, em forma de grânulos dispostos em cápsulas, dispõem os nutrientes para as plantas, conforme a disponibilidade de umidade do substrato e da temperatura, durante um período de 3 a 12 meses (às vezes até mais) e sem a necessidade de reaplicação durante tal período (TAKANE; YANAGISAWA; GOIS, 2013).

Para Dinalli, Castilho e Gazola (2012), o uso do osmocote<sup>®</sup> permite a disponibilidade contínua de nutrientes para as mudas, durante um maior tempo. Desta forma, diminui a possibilidade de ocorrer deficiência nutricional durante o período de formação das mudas, dispensando aplicações parceladas de outras fontes, reduzindo assim os custos operacionais.

Freitas et al. (2011) e Malta et al. (2014), estudando a aclimatização de abacaxi ornamental, verificaram que o uso de osmocote<sup>®</sup>, proporcionou aumentos no desenvolvimento desta cultura.

Stancato e Silveira (2010) analisaram o efeito da adubação com o osmocote<sup>®</sup> (NPK 15:10:10), com ou sem o uso de fungos micorrizos arbusculares (FMA), bem como o uso de FMA sem adubação, na aclimatização de *A. andraeanum* 'Eidibel', constataram que o

uso apenas de fertilizante de liberação lenta (FLL) promoveu o melhor desenvolvimento das mudas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Cultura

Foram utilizadas mudas micropropagadas de antúrio (*Anthurium maricense*) oriundas da germinação *in vitro* de sementes e multiplicadas a partir de segmentos nodais, por meio da organogênese direta. As mudas micropropagadas foram transplantadas para bandejas de 50 células (Figura 2), contendo substrato comercial HS Flores e mantidas em uma sala de pré-aclimatização, com temperatura controlada em 25 °C, a mesma temperatura utilizada durante a fase da micropropagação *in vitro*.

Figura 2 – Mudas micropropagadas de *Anthurium maricense* transplantadas para bandejas de 50 células contendo substrato comercial HS Flores e mantidas em sala de pré-aclimatização. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

Para manter a umidade elevada, a fim de aproximar ainda mais às condições climáticas de antes do transplântio (condições *in vitro*), as mudas transplantadas ficavam 16 h por dia dentro de câmaras úmidas. As demais 8 h do dia as câmaras úmidas eram retiradas a fim de contribuir com a melhor adaptação às condições *ex vitro*, bem como para evitar a proliferação de fungos devido à alta umidade no interior das caixas. Tais câmaras úmidas foram projetadas e produzidas para o experimento com estrutura de tubos PVC e cobertas com plástico transparente (Figura 3).

Figura 3 – Mudas micropropagadas de *Anthurium maricense* transplantadas para bandejas contendo substrato comercial HS Flores e mantidas em câmara úmida dentro da sala de pré-aclimatização. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016

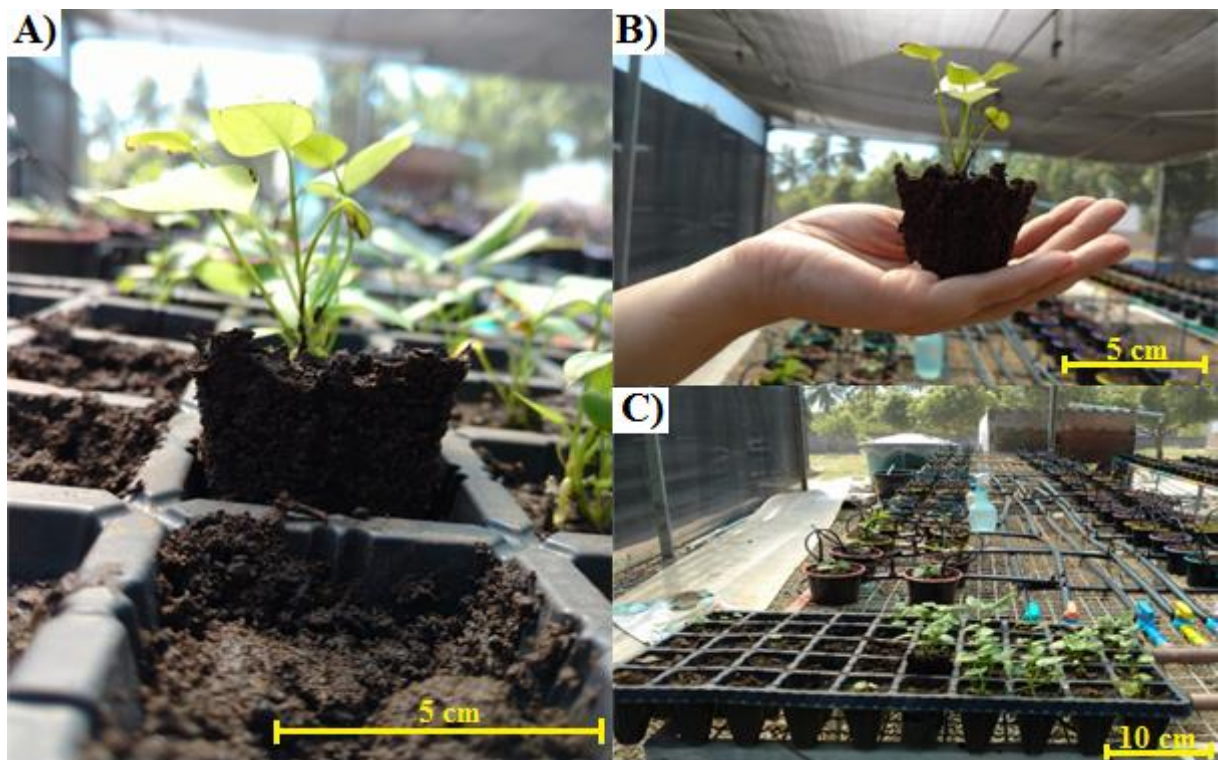


Fonte: Autora.

Diariamente, as mudas eram irrigadas duas vezes via pulverização manual. Além disso, em intervalos de 48 h, cada muda era pulverizada com 5,0 mL da solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) diluída 1:1 em água destilada.

As mudas ficaram nas condições de pré-aclimatização durante 30 dias, para, posteriormente, serem levadas ao telado. Já no telado, as mudas foram transplantadas para vasos de 415 mL (Figura 4), onde permaneceram por 10 dias, antes de iniciar as diferenciações dos tratamentos.

Figura 4 – Mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*: a) muda sendo retirada da bandeja; b) muda pronta para ser transplantada para o vaso; c) algumas mudas já transplantadas para os vasos e outras ainda mantidas na bandeja em ambiente de telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



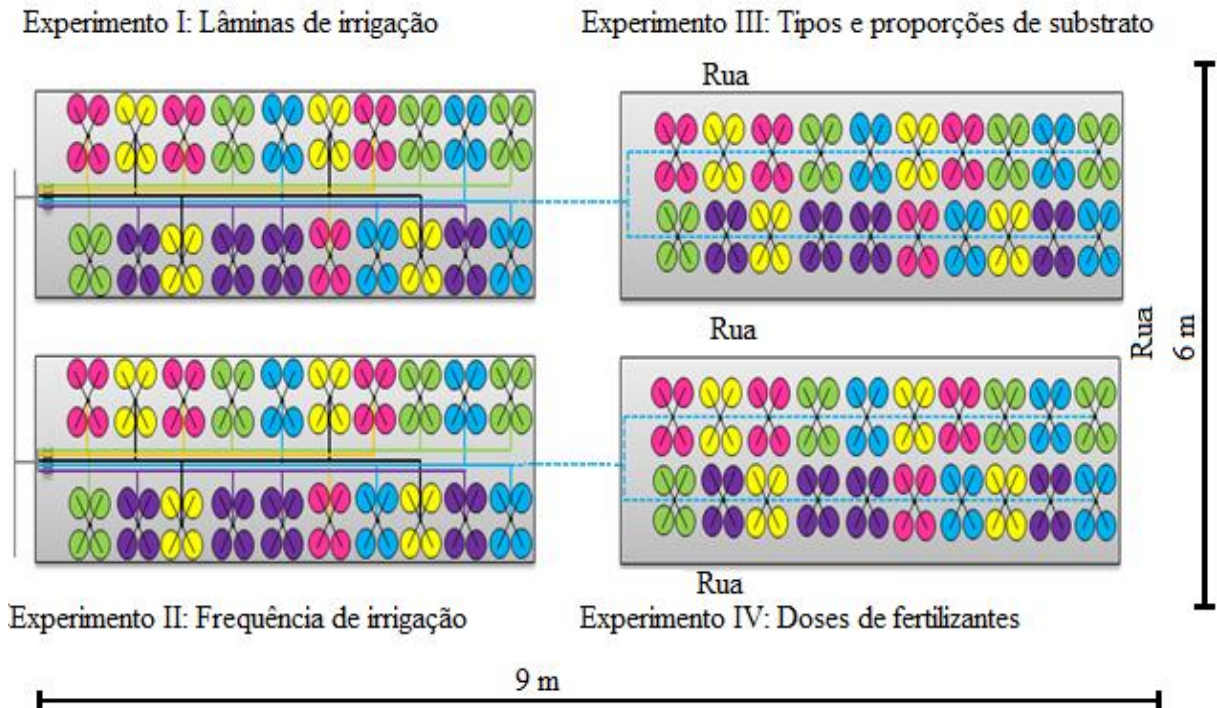
Fonte: Autora.

#### 4.2 Caracterização da área experimental

A área experimental, de 54 m<sup>2</sup>, foi subdividida em duas fileiras de bancadas, com aproximadamente 1,2 m x 7,8 m cada, e ruas de aproximadamente 1,2 m, onde foram dispostos os quatro experimentos, sendo dois em cada fileira de bancadas (Figura 5).



Figura 5 – Croqui da área experimental. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

#### 4.3 Local dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos em um telado da Embrapa Agroindústria Tropical, no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil, tendo as coordenadas geográficas de 3° 44' S, de 38° 33' W e de 19,5 m acima do nível do mar. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Aw', o que caracteriza ser um clima tropical chuvoso, de savana tropical, com a época mais seca no inverno e com máximo de chuvas no outono. Pela classificação climática de Thornthwaite, é do tipo C<sub>2</sub>WA'a', caracterizado como úmido à subúmido, com moderada deficiência hídrica no inverno, possuindo, no verão, evapotranspiração potencial maior que 1140 mm.

#### 4.4 Condições meteorológicas da área experimental

O telado utilizado possuía tela preta de sombreamento de 80% e plástico transparente na estrutura superior, impossibilitando, assim, qualquer interferência pluviométrica no local dos experimentos. Durante todo o experimento, dados climáticos de temperatura e umidade do ar dentro do telado foram registrados, a cada 10 min, utilizando o datalogger Opus 20 THI (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados mensais da temperatura do ar e da umidade relativa do ar dentro da telado, durante a condução dos experimentos. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016

Mês	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)		
	Mínima	Máxima	Média*	Mínima	Máxima	Média*
Agosto	24,0	35,3	28,6	35,8	86,9	65,9
Setembro	23,7	34,9	28,7	34,9	88,7	66,2
Outubro	24,5	34,3	29,0	37,0	88,5	67,1

Fonte: Autora.

\*Média compensada conforme metodologia adotada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

No Apêndice I, constam os gráficos de oscilação diária da temperatura do ar e umidade relativa do ar.

#### 4.5 Caracterizações do substrato

Para cada substrato utilizado nos experimentos, foram retiradas amostras que foram homogeneizadas e submetidas a análises laboratoriais para estimativa das características físico-hídricas e químicas (Apêndice II).

#### 4.6 Fertilizantes

##### 4.6.1 Solução nutritiva para adubação foliar

Durante todo o período experimental, e em dias alternados, as mudas micropropagadas dos experimentos I (lâminas de irrigação), II (frequências de irrigação) e III (tipos e proporções de substratos) receberam 10 mL da solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) a meia força, ou seja, diluída 1:1 em água destilada (Anexo I).

#### 4.6.2 Fertilizante de liberação lenta – Osmocote (NPK 15:9:12)

Para o experimento IV, foi utilizado fertilizante de liberação lenta (FLL), Osmocote<sup>®</sup> (NPK 15:9:12) com liberação de três meses (Anexo II).

#### 4.7 Instalação e avaliação do sistema de irrigação

O sistema de irrigação instalado na área experimental (Figuras 6) foi do tipo gotejamento superficial, apresentando a seguinte constituição (Figura 7):

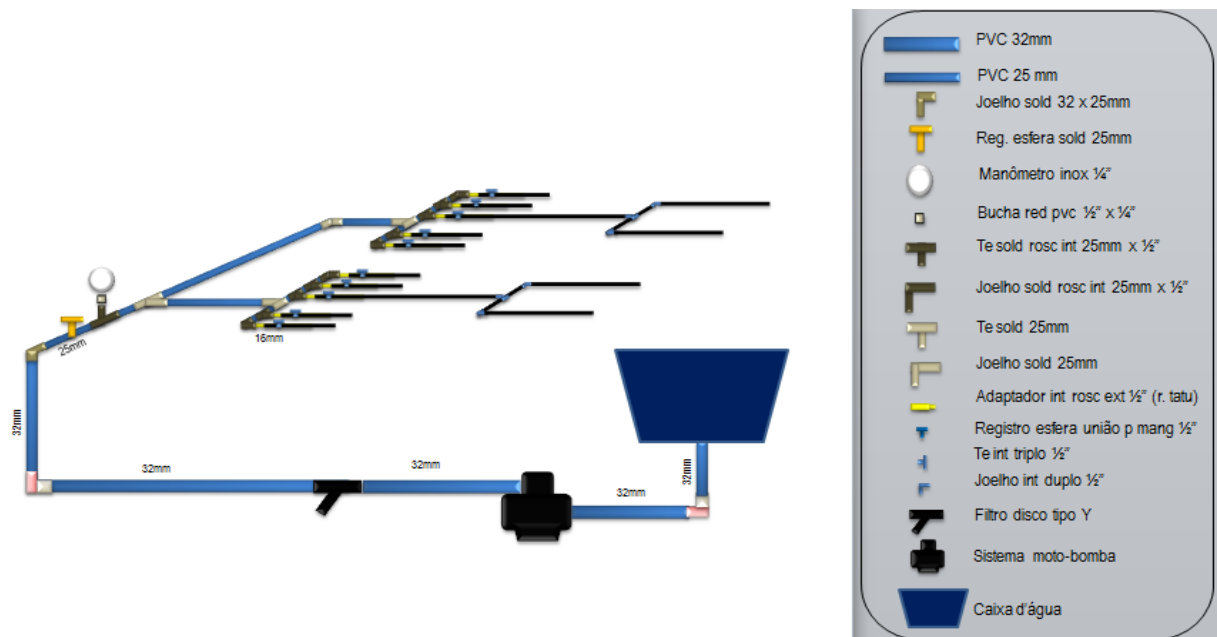
- Conjunto moto-bomba: bomba centrífuga acoplada a motor de 1 CV;
- Caixa d'água de 1000 L;
- Filtro disco tipo Y 1.½" 120 mesh;
- Linha de recalque de PVC (PN 40) com diâmetro nominal de 32 mm.
- Linha principal de PVC (PN 40) com diâmetro nominal de 32 mm e 25 mm.
- Linha de derivação e laterais de mangueiras de polietileno DN 16 mm.
- Registro esférico de 32 mm.
- Registros esféricos de 16 mm;
- Manômetro com glicerina 0-60 mca;
- Gotejadores auto compensados do tipo botão com vazão de 2 L h<sup>-1</sup> e pressão de serviço entre 0,5 a 4 bar;
- Conjunto “aranha” composto de *manifold* de quatro saídas e microtubos espaguetes de 2,4 mm (Figura 8).

Figura 6 – Instalação do sistema de irrigação utilizado na área experimental nos quatro experimentos com mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

Figura 7 – Croqui do sistema de irrigação utilizado nos quatro experimentos com mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

Figura 8 – Conjunto “aranha” composto de gotejador autocompensante com vazão de 2 L h<sup>-1</sup>, *manifolds* de quatro saídas e microtubos de 2,4 mm. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

Uma vez instalado o sistema de irrigação, foi realizado o teste de uniformidade no sistema, registrando as vazões de todos gotejadores (Figura 9), por meio do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), descritas na Equação 01.

$$CUD = 100 \left( \frac{q_{25\%}}{q_m} \right) \quad (1)$$

em que:

- CUD – coeficiente de uniformidade de distribuição (%);
- $q_{25\%}$  – média das 25% menores vazões observadas (L h<sup>-1</sup>);
- $q_m$  – média de todas as vazões observadas (L h<sup>-1</sup>);

Figura 9 – Teste de uniformidade de distribuição para o sistema de irrigação instalado na área experimental. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

O CUD foi de 94,52%; 92,08%; 94,68% e 92,34% para os experimentos I (lâmina de irrigação), II (frequência de irrigação), III (tipo e proporções de substrato) e IV (doses de aplicação de fertilizantes), respectivamente. A metodologia usada na interpretação desses resultados foi baseada em Merriam e Keller (1978). O CUD maior que 90% é classificado como excelente, entre 80% e 90%, bom, 70 e 80%, regular, e menor que 70%, ruim. Desta forma, todos os experimentos tiveram o CUD classificado como excelente.

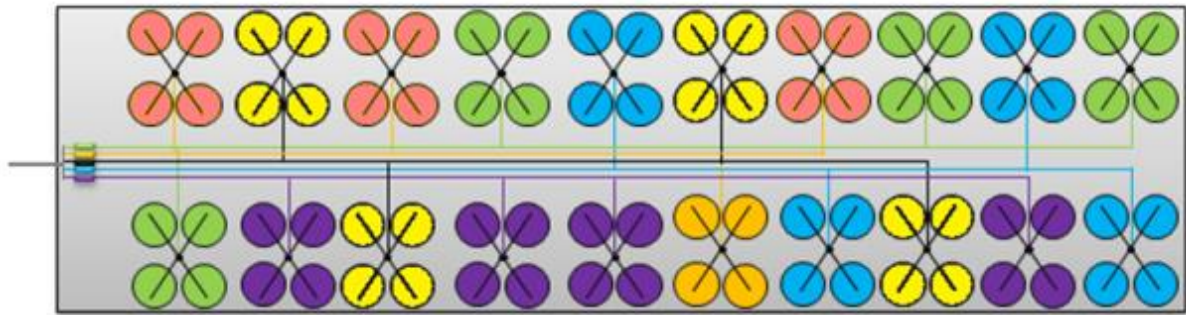
O cálculo do CRA foi baseado no procedimento descrito no apêndice III.

#### **4.8 Delineamento experimental e descrições dos experimentos**

Para os quatro experimentos (I: lâminas de irrigação; II: frequências de irrigação; III: tipo e proporções de substrato; e IV: doses de fertilizantes), o delineamento experimental

utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições de quatro plantas cada. Os experimentos foram instalados conforme o croqui da Figura 10.

Figura 10 – Croqui com detalhamento de instalação dos quatro experimentos. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Legenda:

Experimentos	Tratamentos				
	Verde	Rosa	Azul	Amarela	Roxa
I	50% da CRA	75% da CRA	100% da CRA	125% da CRA	150% da CRA
II	1 rega a cada 2 dias	1 rega por dia	2 regas por dia	3 regas por dia	4 regas por dia
III	FC + H (2:1)	FC + H (1:1)	FC + H (3:1)	HS Flores	FC + H (0,5:1)
IV	5,0 kg m <sup>-3</sup> de osmocote	2,5 kg m <sup>-3</sup> de osmocote	10,0 kg m <sup>-3</sup> de osmocote	7,5 kg m <sup>-3</sup> de osmocote	Sem adubação

FC: fibra de coco; H: húmus de minhoca. Experimentos: I – Lâminas de irrigação; II – Frequências de irrigação; III – Tipo e proporções de substrato; IV – Doses de aplicação de fertilizantes.

Fonte: Autora.

Para os experimentos I, II e IV, todas as mudas foram cultivadas no substrato comercial HS Flores. Nos experimentos I, III e IV, a frequência de irrigação foi de duas vezes ao dia, uma pela manhã (7:30 h) e outra pela tarde (14:00 h). A lâmina de irrigação nos experimentos II, III e IV correspondeu a 100% da CRA. Em dias alternados, as mudas dos experimentos I, II e III foram pulverizadas com 10,0 mL de solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) a meia força.

#### 4.9 Variáveis respostas analisadas

Nos experimentos I e II, lâminas e frequências de irrigação, respectivamente, as variáveis foram analisadas por períodos: 01-21; 22-42; 43-63; 64-84 e 01-84 dias após as diferenciações (DAD), para as variações na altura da planta, no número de folhas e na área da maior folha; e 30; 60; e 90 dias DAD, para a ocupação de vaso e para as análises fisiológicas. Tais análises periódicas refletem no fato de que existe a possibilidade de alterar a lâmina e/ou a frequência de irrigação em cada um dos períodos, conforme a necessidade da muda.

Contudo, para os experimentos III (tipo e proporções de substrato) e IV (dose de aplicação de fertilizantes), essa versatilidade de alterar as condições ao longo de períodos da aclimatização não é exequível (não é viável trocar o substrato a cada 21 dias, ou retirar parte do Osmocote®, por exemplo). Assim, embora tenham sido realizadas todas as análises por período, os resultados para tais experimentos, são apenas para o período final (01-84 ou 90 DAD, conforme a variável analisada), visto ser o único com aplicações realmente práticas.

#### **4.9.1 Variação na altura da planta (VAP)**

A altura da planta (AP), em mm, foi obtida com um auxílio de uma régua. Foram realizadas cinco análises, uma inicial, no dia em que foi realizada a diferenciação dos tratamentos, identificado como dia 1, e as demais, a cada 21 dias. Para minimizar a influência da desuniformidade da altura das mudas nas condições iniciais, foi calculada a variação na altura da planta (VAP), em mm, conforme a Equação 2.

$$VAP_{i-j} = AP_j - AP_i \quad (2)$$

onde:

$VAP_{i-j}$  - variação na altura da planta durante o período correspondente entre “j” e “i”.

$AP_i$  - altura da planta no período “i”.

$AP_j$  - altura da planta no período “j”.



Assim, por exemplo, para calcular a VAP no período de 1 a 21 dias, o valor da AM da segunda análise (aos 21 dias) foi subtraído do valor da AM da primeira análise (no dia 1).

#### 4.9.2 *Variação no número de folhas (VNF)*

O número de folhas (NF) foi obtido através de contagem. Foram realizadas cinco contagens, uma inicial, no dia em que foi realizada a diferenciação dos tratamentos, e as demais, a cada 21 dias. Entretanto, para minimizar a influência da desuniformidade do número de folhas das mudas nas condições iniciais, foi calculado a variação no número de folhas (VNF), conforme mostrado na Equação 03.

$$VNF_{i-j} = \left( \frac{NF_j - NF_i}{NF_i} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

onde:

$VNF_{i-j}$  - variação, em porcentagem, o número de folhas durante o período correspondente entre “j” e “i”.

$NF_i$  - número de folhas no período “i”.

$NF_j$  - número de folhas no período “j”.

Diferentemente da variável VAP, a VNF é uma variável adimensional, assim, para facilitar as análises, optou-se por classificá-la em termos de porcentagem, visto que, por exemplo, é mais interessante inferir que a muda aumentou 50% de suas folhas do que concluir que ela aumentou 5 folhas.

#### 4.9.3 *Variação da área da maior folha (VAMF)*

Para esta variável, também foram realizadas cinco análises, uma inicial, no dia em que foi realizada as diferenciações dos tratamentos, e as demais, a cada 21 dias. Para o cálculo da área da maior folha (AMF), utilizou-se a largura da maior folha LMF, em cm, e o

comprimento da maior folha (CMF), em cm. Assim, calculou-se a AMF, em cm<sup>2</sup>, utilizando a metodologia proposta por Dufour e Guérin (2003), que verificaram que a Equação 4 fornece uma medida confiável para o cálculo da área foliar na fase monopodial da cultura de *Anthurium andreaeanum* ‘Cancan’.

$$AMF = 0,837.LMF .CMF \quad (4)$$

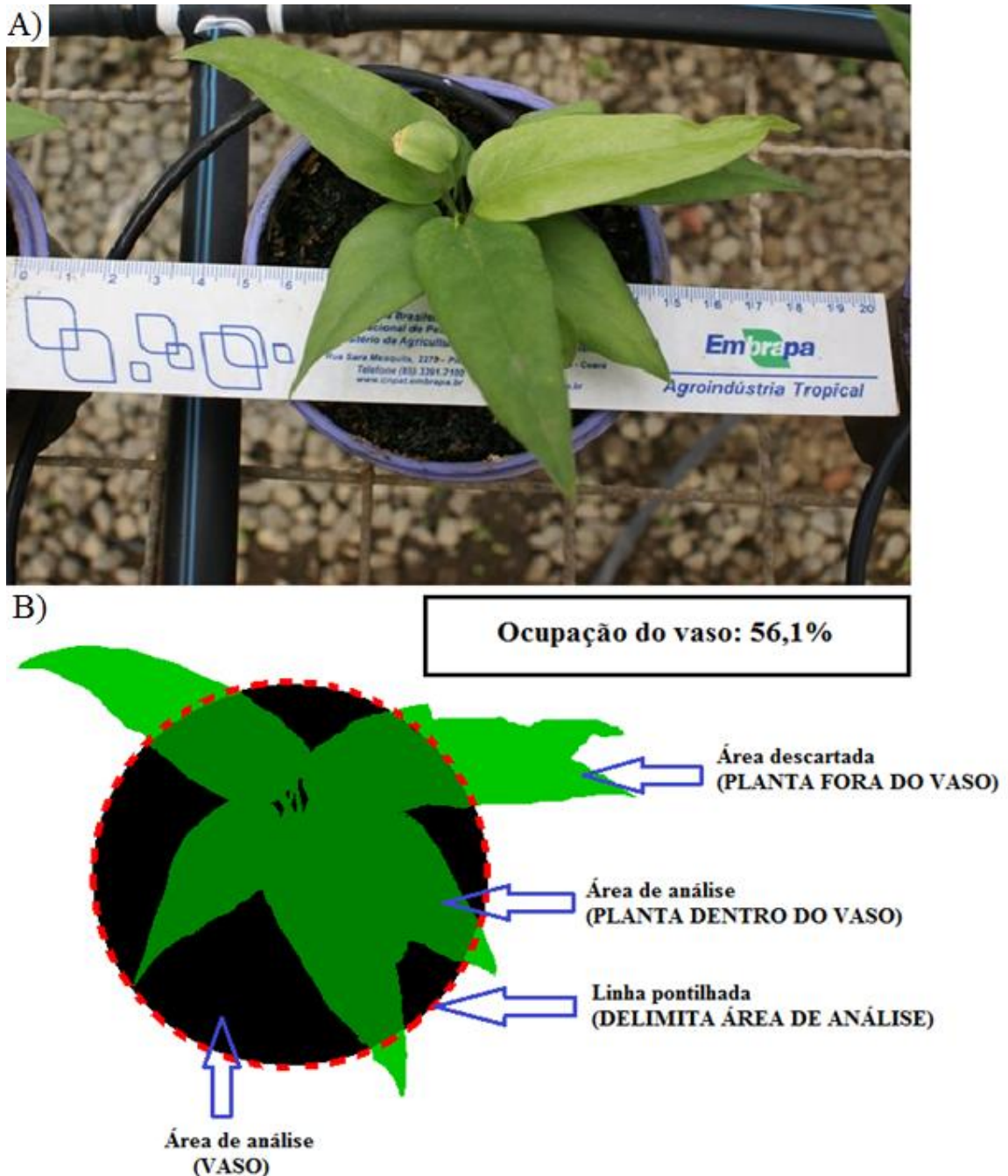
Contudo, para minimizar a influência da desuniformidade das mudas nas condições iniciais, foi calculada a variação da área da maior folha utilizando a mesma ideia adotada para a variação na altura da planta (VAP).

Por ser considerada por diversos autores um importante parâmetro do desenvolvimento vegetal (MORAES et al., 2013; NOMURA et al., 2009; SCHMILDT et al., 2016; SILVA et al., 2008), a área foliar teve caráter decisivo na conclusão dos experimentos.

#### **4.9.4 Ocupação de vaso (OV)**

A ocupação de vaso (OV) pela muda, em porcentagem, foi calculada via softwares. Primeiramente, as mudas foram fotografadas, realizando uma amostragem aleatória e representativa de 25% das mudas de cada tratamento. Foram realizados três registros (fotografias), um a cada 30 dias, após a diferenciação dos tratamentos (30, 60 e 90 DAD). As imagens foram segmentadas com o software Microsoft Paint<sup>®</sup> e Adobe Photoshop<sup>®</sup> e analisadas através do software SVRNA (Figura 11).

Figura 11 – Simulação de análise de ocupação do vaso, pela muda, com o auxílio dos programas Microsoft Paint®, Adobe Photoshop® e SVRNA: a) foto retirada de uma das mudas do experimento; e b) imagem ilustrativa após análise de ocupação do vaso, pela muda. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

O software SVRNA possibilita calcular, por contraste cromático, a área de determinadas regiões na imagem. Assim, calculou-se a área do vaso (AV) e a área da muda no interior do vaso (APIV). A ocupação do vaso pela muda, dado em porcentagem, foi calculada segundo a Equação 5.

$$OV_i = 100 - \left[ 100 \left( \frac{AV - APIV_i}{AV} \right) \right] \quad (5)$$

onde:

$OV_i$  - ocupação de vaso pela planta, em porcentagem, no período “i”.

AV - área do vaso.

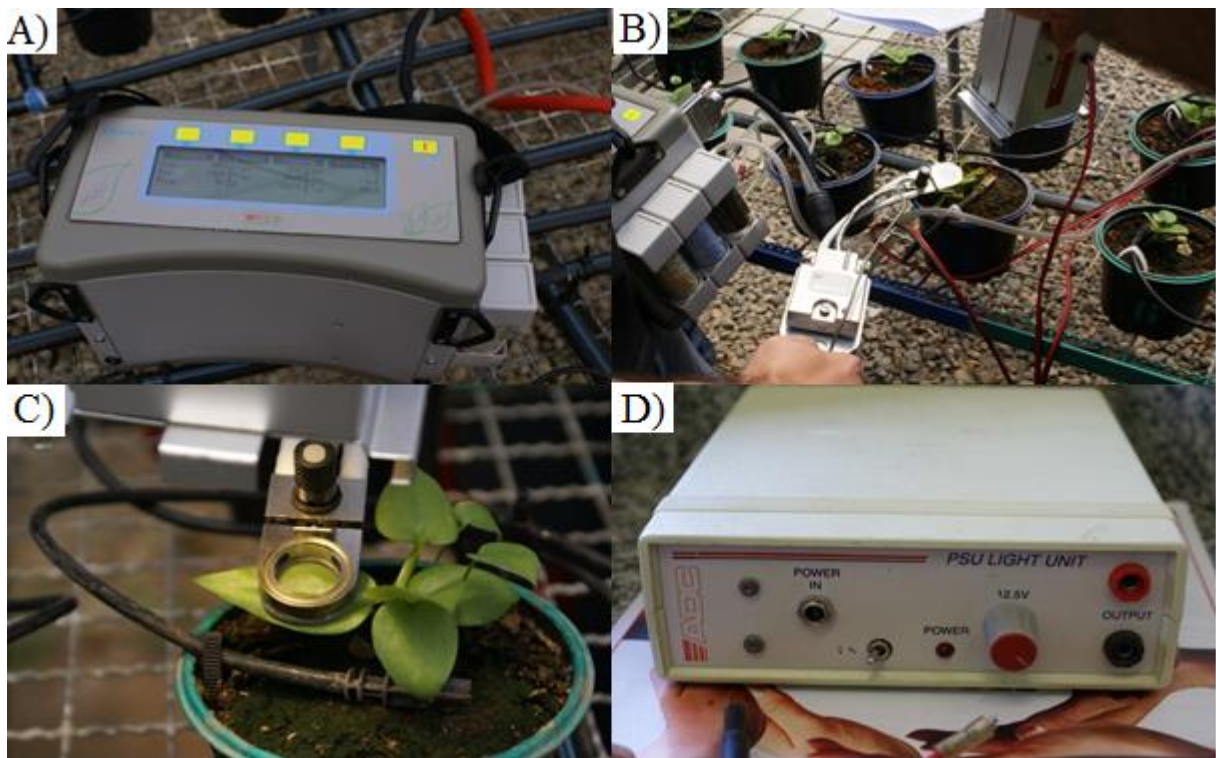
$APIV_i$  - área da planta no interior do vaso, no período “i”.

Para os experimentos I e II, lâminas e frequências de irrigação, respectivamente, essa variável foi analisada por período: 30, 60 e 90 DAD. Para esta característica, não foram feitas análises em todas as amostras, utilizando apenas 25% das mudas de forma representativa. Optou-se por não calcular a variação entre os períodos, conforme utilizado para as demais variáveis, já que, neste caso, foram descartados os dados discrepantes (valores muito elevado ou muito baixo), reduzindo assim o erro de aleatoriedade inicial das mudas.

#### ***4.9.5 Análises fisiológicas: taxa fotossintética (A), carbono interno (Ci), temperatura da folha (Ti) e umidade da folha (Ui).***

Para as medições fisiológicas, foi utilizado o medidor de fotossíntese (IRGA) da ADC BioScientific Ltd., de modelo ADC LCPro+ (Figura 12a). Como acessórios, foi utilizado uma pinça com área de análise circular de 0,5 cm<sup>2</sup> (Figuras 12b e 12c), além de uma unidade para fonte externa de radiação luminosa da ADC BioScientific Ltd., e de modelo PLU-PSU-002 (Figura 12d). Essa análise foi realizada sempre no período da manhã, preferencialmente, de 08h00min as 11h00min, e com frequência mensal (uma medição a cada 30 dias após a diferenciação dos tratamentos).

Figura 12 – Equipamento para medição das características fisiológicas: a) medidor de fotossíntese (IRGA) da ADC BioScientific Ltd., modelo ADC LCPro+; b) pinça com área de análise circular de 0,5 cm<sup>2</sup>; c) detalhe da pinça realizando a medição fisiológica na folha; e d) fonte externa de radiação luminosa da ADC BioScientific Ltd., e de modelo PLU-PSU-002. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

Foram realizadas durante todo o experimento três análises referentes à taxa fotossintética (A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), ao carbono interno (Ci) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), à temperatura da folha (Ti) ( $^{\circ}\text{C}$ ) e à umidade da folha (Ui) (%), a partir de uma amostragem representativa de 25% das mudas de cada tratamento. Em todas as análises, foi utilizada a mesma planta. Assim, de forma similar a ocupação de vaso, optou-se por não utilizar as variações das variáveis analisadas, e, sim, os valores medidos.

#### 4.10 Análise estatística

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de significância.

Os dados de natureza quantitativa (experimentos com lâminas e frequências de irrigação e com doses de adubo), quando significativos pelo teste F, foram submetidos ao estudo de regressão, buscando-se ajustar a equação do modelo matemático que apresentou melhor nível de significância e maior valor para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Os modelos testados foram o linear e o quadrático.

Os dados de natureza qualitativa (experimento com tipos de substrato), quando significativos pelo teste F, foram submetidos ao teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância, com finalidade de identificar a diferença entre os tratamentos.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos aplicativos Microsoft Office Excel (2010) e SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Experimento I: lâminas de irrigação

Os resultados da ANAVA para variáveis respostas do Antúrio constam na Tabela 2.

Tabela 2 – ANAVA para a variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF) e na área da maior folha (VAMF), ocupação de vaso (OV), taxa fotossintética (A), carbono interno (Ci), temperatura da folha (Ti) e umidade da folha (Ui), conforme lâminas correspondentes a 50, 75, 100, 125 e 150% da capacidade de retenção de água (CRA), durante diversos períodos da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense* cultivadas em vasos contendo o substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016

Fator de variação	GL	Período (DAD)	Quadrado médio			Período (DAD)	Quadrado médio				
			VAP	VNF	VAMF		OV	A	Ci	Ti	Ui
Tratamento	4	01-21	0,08 <sup>(ns)</sup>	5,51 <sup>(ns)</sup>	0,21 <sup>(ns)</sup>	30	117,14 <sup>(ns)</sup>	0,02 <sup>(ns)</sup>	3052,18 <sup>(ns)</sup>	4,78 <sup>(ns)</sup>	0,75 <sup>(ns)</sup>
	4	22-42	8,79*	100,12 <sup>(ns)</sup>	3,75 <sup>(ns)</sup>	60	243,39 <sup>(ns)</sup>	0,10 <sup>(ns)</sup>	186.127,33 <sup>(ns)</sup>	1,43 <sup>(ns)</sup>	0,21 <sup>(ns)</sup>
	4	43-63	15,33*	819,94 <sup>(ns)</sup>	3,15 <sup>(ns)</sup>	90	242,07*	0,10 <sup>(ns)</sup>	22.737,93 <sup>(ns)</sup>	5,23 <sup>(ns)</sup>	0,05 <sup>(ns)</sup>
	4	64-84	99,83*	137,18 <sup>(ns)</sup>	7,87*	-	-	-	-	-	-
	4	01-84	95,88*	3.244,73*	18,38*	-	-	-	-	-	-
Resíduo	75	01-21	0,23	498,66	0,28	30	51,7	0,06	7726,37	5,54	1,32
	75	22-42	1,73	686,99	1,65	60	96,925	0,06	145.072,75	1,44	1,15
	75	43-63	2,75	347,96	5,25	90	74,361	0,05	38.356,50	0,53	0,21
	75	64-84	2,47	295,71	2	-	-	-	-	-	-
	75	01-84	11,62	893,76	13,08	-	-	-	-	-	-
Total	79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CV (%)	-	01-21	28,63	18,08	35,33	30	27,2	33,02	32,12	6,52	1,68
	-	22-42	17,07	19,2	28,75	60	19,36	46,99	57,31	3,27	0,56
	-	43-63	19,7	15,26	26,91	90	13	43,37	55,28	2,18	0,67
	-	64-84	17,66	15,79	18,49	-	-	-	-	-	-
	-	01-84	12,77	13,94	16,36	-	-	-	-	-	-
Modelo linear	1	01-21	0,03 <sup>(ns)</sup>	3,91 <sup>(ns)</sup>	0,44 <sup>(ns)</sup>	30	18,78 <sup>(ns)</sup>	0,01 <sup>(ns)</sup>	2706,03 <sup>(ns)</sup>	2,60 <sup>(ns)</sup>	0,78 <sup>(ns)</sup>
	1	22-42	1,81 <sup>(ns)</sup>	0,00 <sup>(ns)</sup>	8,93*	60	0,31 <sup>(ns)</sup>	0,17 <sup>(ns)</sup>	69.388,90 <sup>(ns)</sup>	1,64 <sup>(ns)</sup>	0,06 <sup>(ns)</sup>
	1	43-63	13,23*	1.528,32*	0,38 <sup>(ns)</sup>	90	142,73 <sup>(ns)</sup>	0,03 <sup>(ns)</sup>	36.905,63 <sup>(ns)</sup>	0,81 <sup>(ns)</sup>	0,12 <sup>(ns)</sup>
	1	64-84	47,31*	168,51 <sup>(ns)</sup>	26,33*	-	-	-	-	-	-
	1	01-84	81,23*	6.850,00*	65,03*	-	-	-	-	-	-

Continua.

Conclusão.

Fator de variação	GL	Período (DAD)	Quadrado médio			Período (DAD)	Quadrado médio				
			VAP	VNF	VAMF		OV	A	Ci	Ti	Ui
Modelo quadrático	1	01-21	0,16 <sup>(ns)</sup>	12,83 <sup>(ns)</sup>	0,07 <sup>(ns)</sup>	30	32,06 <sup>(ns)</sup>	0,01 <sup>(ns)</sup>	486,16 <sup>(ns)</sup>	11,70 <sup>(ns)</sup>	0,52 <sup>(ns)</sup>
	1	22-42	25,11*	55,70 <sup>(ns)</sup>	2,20 <sup>(ns)</sup>	60	85,34 <sup>(ns)</sup>	0,07 <sup>(ns)</sup>	144.434,57 <sup>(ns)</sup>	3,35 <sup>(ns)</sup>	0,05 <sup>(ns)</sup>
	1	43-63	44,64*	500,71 <sup>(ns)</sup>	3,21 <sup>(ns)</sup>	90	538,28*	0,09 <sup>(ns)</sup>	36.159,45 <sup>(ns)</sup>	7,80 <sup>(ns)</sup>	0,04 <sup>(ns)</sup>
	1	64-84	30,76*	134,23 <sup>(ns)</sup>	1,84 <sup>(ns)</sup>	-	-	-	-	-	-
	1	01-84	283,50*	4.267,40*	2,28 <sup>(ns)</sup>	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste F; ns – não significativo.

De acordo com a Tabela 2, as lâminas de irrigação não influenciaram de forma diferenciar significativamente a variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF) e na área da maior folha (VAMF), no período de 1 a 21 dias após a diferenciação (DAD).

A irrigação por gotejamento, associada às raízes provenientes do cultivo *in vitro*, por serem pouco ramificadas, quebradiças e isentas de pelos absorventes (FILTER; FREITAS; PÉRICO, 2014), pode ter inferido no fato de que a menor lâmina de água, quando aplicada diretamente na zona radicular, pode ter sido suficiente para atender a necessidade hídrica da muda naquele período. Desta forma, provavelmente as lâminas mais elevadas teriam baixa influência, em virtude da pequena absorção pela muda neste período inicial de aclimatização.

Para o período de 22 a 42 e 64 a 84 dias após as diferenciações dos tratamentos (DAD), as lâminas de irrigação tiveram influência tanto na variável VAP quanto na VAMF, não apresentando, entretanto, diferença significativa para a variável VNF.

No período de 43 a 63 DAD, as lâminas de irrigação tiveram influência significativa tanto para a variável VAP quanto para a VNF.

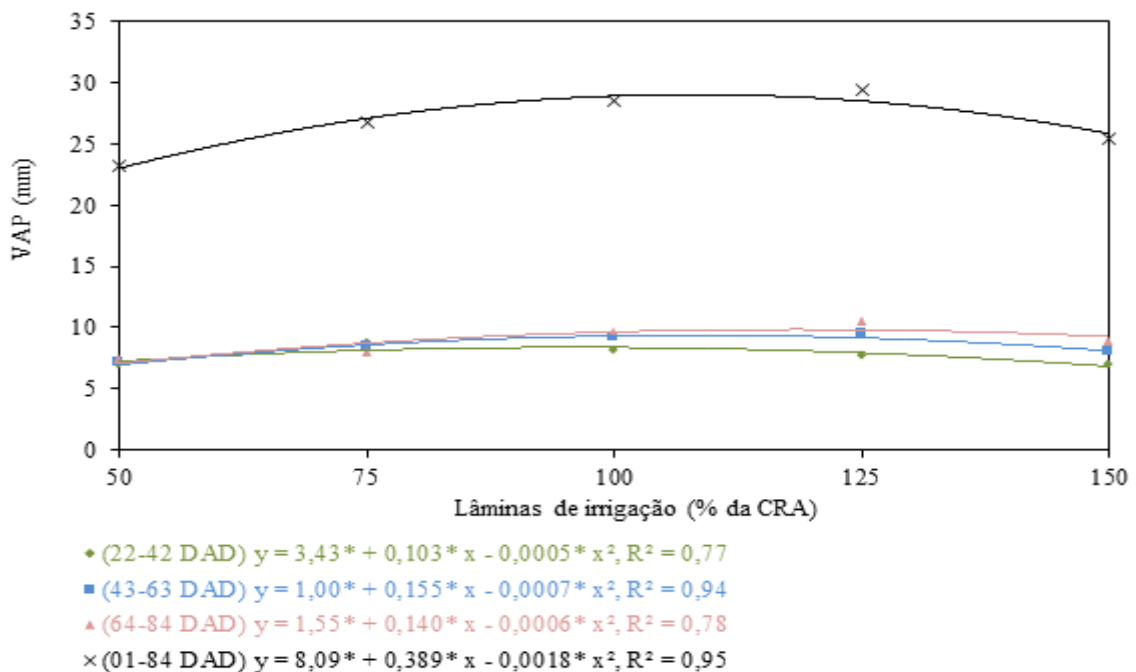
Durante todo o período da aclimatização (01-84 DAD), a VAP, a VNF e a VAMF apresentaram efeito significativo pelo teste F, em função das lâminas de irrigação.

Em relação à variável VAP, nos períodos de 22 a 42; 43 a 63; 64 a 84 e 1 a 84 DAD, as análises de variância das regressões indicaram adequações ao modelo quadrático (Figura 13). De acordo com a ANAVA de regressão, considerando o maior valor de  $R^2$  e a



significância dos coeficientes da equação, o modelo quadrático foi o que mais se adequou, indicando haver um ponto de inflexão (máximo ou mínimo). Como o coeficiente de  $x^2$  é negativo, em todos os períodos (segunda derivada é menor que zero), então se sabe que o ponto é de máximo. Derivando-se as equações e achando o valor de “x” para a condição de contorno de “y” igual a zero, tem-se que o ponto de máxima gerado pela curva de tendência será quando a lâmina de irrigação corresponder a 103%; 108%; 118% e 108% da CRA, esperando-se, assim, aumentos na altura da planta em 8,73; 9,36; 9,84; 29,05 mm, para os períodos 22 a 42; 43 a 63; 64 a 84 e 1 a 84 DAD, respectivamente. Nota-se ainda que, tanto antes como depois destes valores de máximo, as lâminas aplicadas indicaram possíveis estresses hídricos. Antes dos máximos, provavelmente, as lâminas foram deficitárias e após foram excessivas.

Figura 13 – Variação na altura da planta (VAP) em função da lâmina de irrigação, e em diferentes períodos de aclimatização de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, em ambiente telado e cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

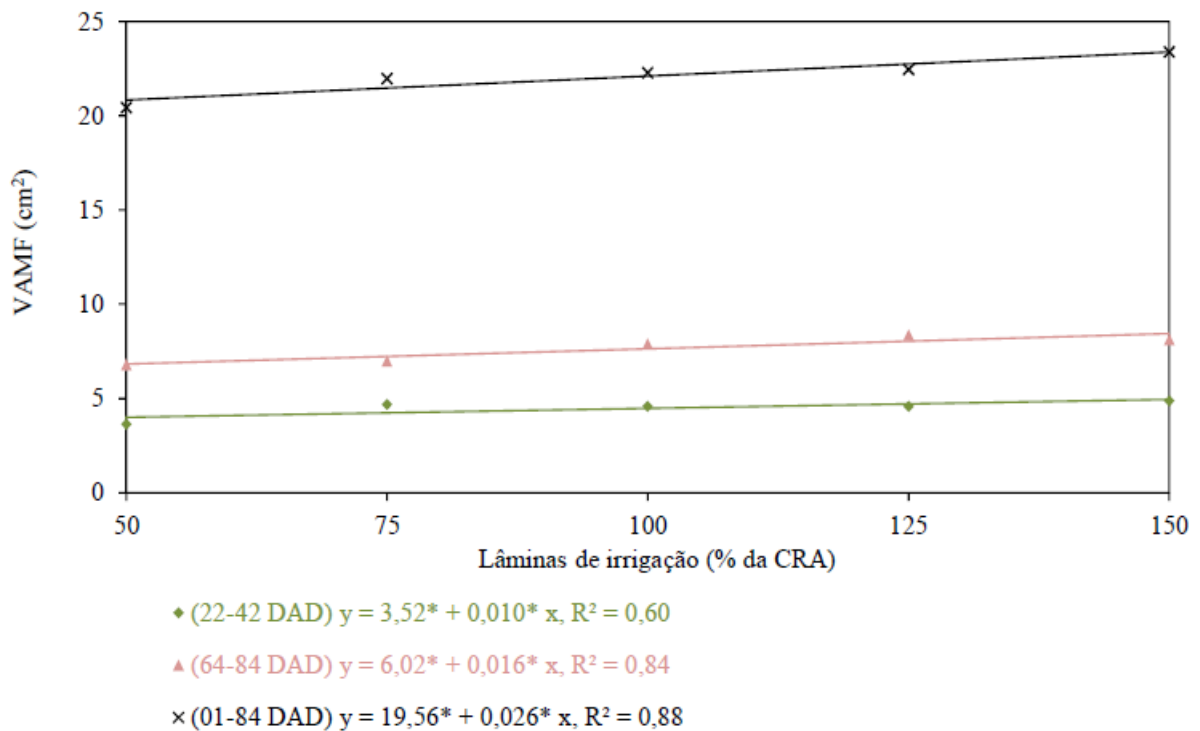
\* 5% de significância pelo teste t de Student.

A deficiência hídrica diminui a turgescência da célula, reduzindo a diferenciação celular e afetando o crescimento das plantas (PADILHA et al., 2016). Para Silva et al. (2012), as perdas no potencial da água das células componentes do caule pode afetar o processo de alongamento celular dos entrenós, acarretando, dentre as consequências, uma altura menor das plantas. Os valores de VAP (inferiores ao valor máximo), proporcionados pelas lâminas até o ponto de inflexão, podem ser resultantes do déficit hídrico.

Em contra partida, o excesso hídrico faz com que a água ocupe grande parte do espaço poroso do solo/substrato, reduzindo a pressão de oxigênio (hipóxia) ou mesmo ocasionando a ausência deste (anóxia), dificultando a respiração das plantas e consequentemente, diminuindo a produção de energia necessária para a síntese, translocação e absorção ativa dos compostos (NAVROSKI, et al. 2015; VIANA et al., 2008). Para Rêgo et al. (2004), quantidade insuficiente de oxigênio na zona radicular reduz tanto a fotossíntese quanto as formas solúveis de nutrientes para as plantas, interferindo diretamente no crescimento destas. Isso pode ser uma justificativa para o fato de que a VAP para os tratamentos com 150% da CRA tenderam a ter valores 14% inferiores ao máximo estimado pela equação de regressão durante este período de 22-42 DAD. Além disso, o excesso hídrico ocasiona a lixiviação dos nutrientes do solo/substrato, o que pode interferir nas características morfofisiológicas das plantas (CAVALCANTE JÚNIOR et al., 2013; GIRARDI et al., 2014), sendo outro motivo plausível para a explicação do efeito de queda da eficiência da variável VAP quando aplicada a maior lâmina testada.

Já, para a variável VAMF, nos período de 22 a 42; 64 a 84; e 1 a 84 DAD, as análises de regressões apresentaram adequações dos dados ao modelo linear (Figura 14), indicando aumento de área da maior folha quando os tratamentos são submetidos às maiores lâminas de irrigação.

Figura 14 – Variação na área da maior folha (VAMF) em função da lâmina de irrigação, e em diferentes períodos de aclimatização de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, em ambiente telado e cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste t de Student.

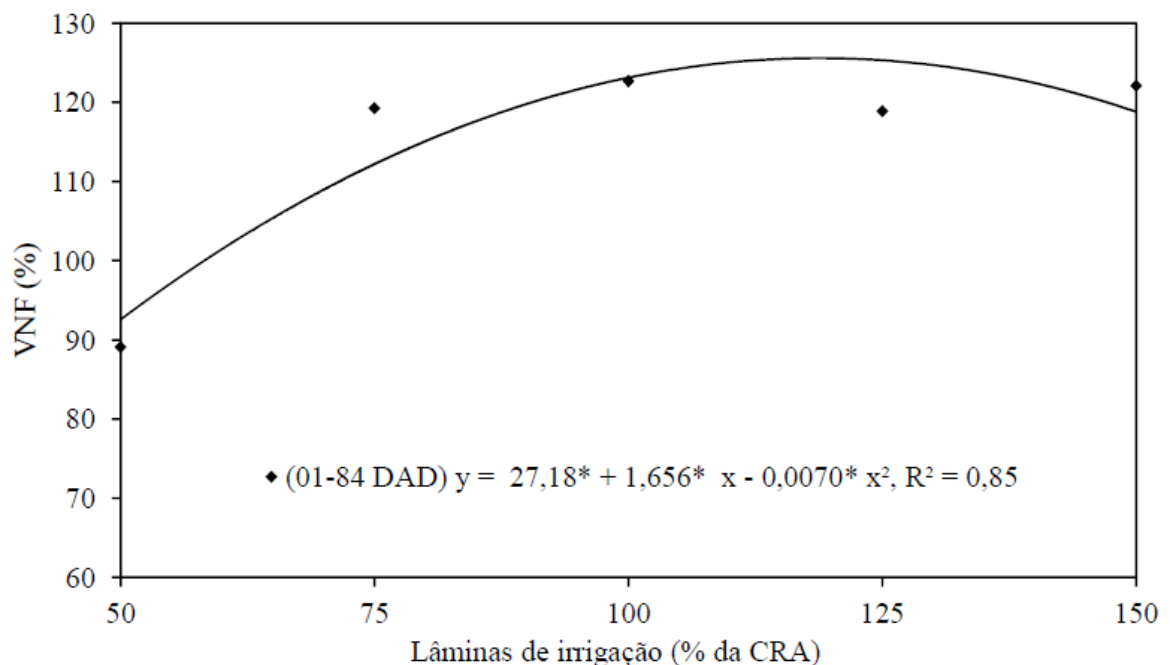
Foi observado que o aumento das lâminas de irrigação favoreceu o desenvolvimento das plantas. Tal resultado pode estar associado ao fato de que baixas disponibilidades de água no solo reduzem sua absorção e, com isso, as células das plantas têm menor pressão de turgor, levando a menor expansão (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Girardi et al. (2014), Parizi et al. (2010) e Rêgo et al. (2004), com as culturas *Alstroemeria*, *kalanchoe* e *crisântemo*, respectivamente, observaram que à medida que a cultura se desenvolvia, a área foliar apresentava a tendência de aumento conforme acréscimo da lâmina de irrigação, até um período em que tendiam à estabilização. Contudo, Parizi et al. (2010) reportaram que tal estabilização ocorreu em razão das plantas terem apresentado

senescência de folhas mais velhas e estarem em fase de florescimento. Assim, pode-se dizer que o *A. maricense* obteve comportamento similar às demais culturas citadas anteriormente.

Para a variável VNF, durante o período de 43 a 63 DAD, o modelo de melhor adequação foi o linear. Contudo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para esta análise foi de 46,6%. Isso significa que tal modelo explica menos de 50% do comportamento dos dados, sendo, portanto, não preciso. Todavia, no período de 1 a 84 DAD, a variável VNF indicou melhor adequação ao modelo quadrático (Figura 15). Com este modelo estima-se, através da derivação da equação de regressão, que a lâmina de 119% da CRA promove um maior aumento no número de folhas, correspondendo a um aumento de 125,6% do número de folhas que a muda possuía no início do tratamento e superando em 22% ao valor esperado com a menor lâmina de irrigação.

Figura 15 – Variação no número de folhas (VNF) em função da lâmina de irrigação, e em diferentes períodos de aclimatização de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, em ambiente telado e cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016

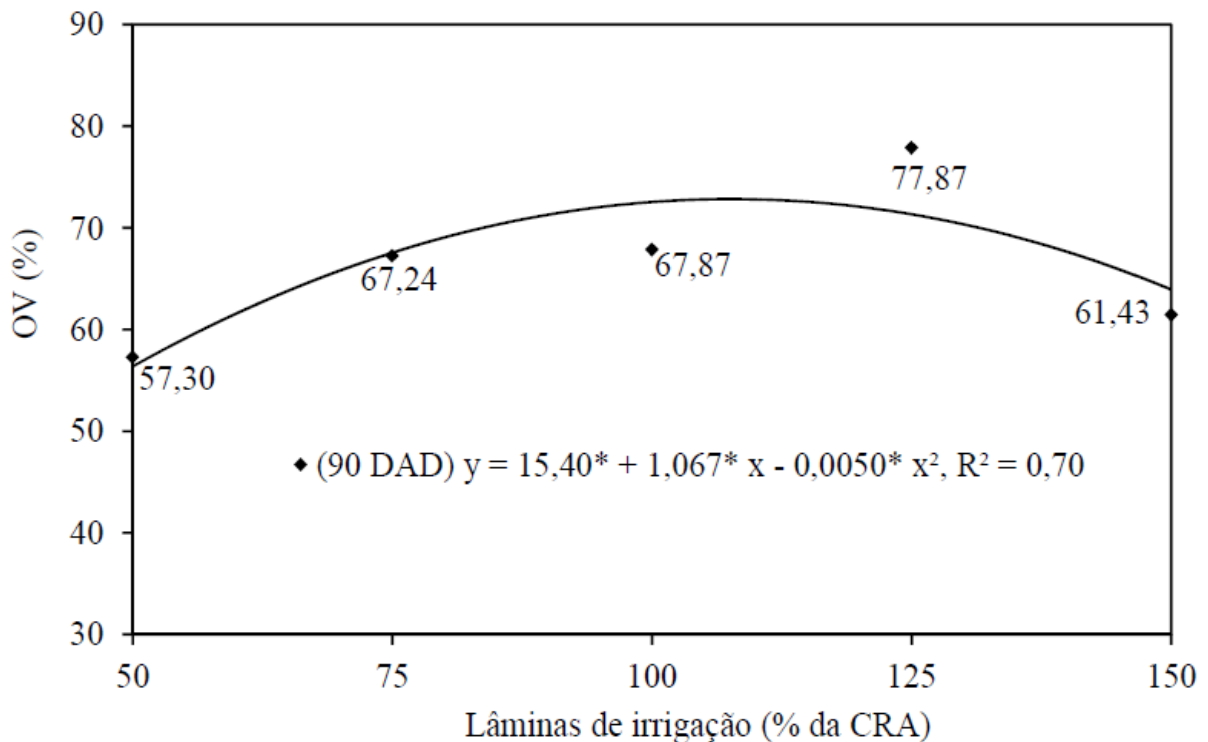


Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste t de Student.

Em relação à análise de variância das regressões da OV em função das lâminas de irrigação, não foram verificadas diferenças estatísticas até os 60 DAD. Contudo, aos 90 DAD, os valores dos dados de OV apresentaram influência das lâminas de irrigação. Neste período, a variável OV se adequou melhor ao modelo quadrático (Figura 16).

Figura 16 – Ocupação de vaso pela muda (OV) em função da lâmina de irrigação, e em diferentes períodos de aclimatização de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, em ambiente telado e cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste t de Student.

À medida que se aumentou a lâmina de irrigação, houve um acréscimo na OV até um ponto máximo, correspondendo a 72,8% da OV, quando a lâmina aplicada for de 108% da CRA. A partir deste ponto, a OV teve menor crescimento com o aumento da lâmina d'água, o que pode ser indicativo de problemas relacionados com o excesso hídrico.

A literatura carece de informações sobre a ocupação de vaso de espécies vegetais. Contudo, esta pode ser uma importante característica para analisar a qualidade visual da planta envasada. Souza et al. (2013) citam que plantas para uso em jardins ou de paisagismo, de uma forma geral, devem possuir uma elevada capacidade de cobertura do solo.

A ocupação de vaso, embora não seja uma característica comumente analisada nas pesquisas com plantas ornamentais, tem grande importância do ponto de vista prático, sendo, ainda, de grande importância estética para culturas ornamentais. Pode-se dizer, ainda, que por ser uma análise da vista de topo, esta variável pode ser um indicativo da área foliar, do número de folhas e até mesmo da homogeneidade de distribuição das folhas.

Ferreira, Gonçalves e Ferraz (2012) relatam que a deficiência hídrica afeta as trocas gasosas foliares, bem como outros mecanismos e processos fisiológicos relacionados ao crescimento vegetal. Uma vez que a água, componente básico da reação, também é responsável pela manutenção da transpiração e da condutância estomática, essencial para a permeabilidade do gás carbônico no mesófilo foliar (DUTRA et al., 2015). Contudo, neste experimento, nenhuma das características fisiológicas analisadas tiveram diferenciações estatísticas entre os tratamentos com as diferentes lâminas de irrigação. Tais resultados mostram que, mesmo para o tratamento com menor lâmina de água, não houve déficit suficiente para promover variações fisiológicas nas mudas.

## **5.2 Experimento II: frequências de irrigação**

Os resultados da ANAVA para variáveis respostas do Antúrio constam na Tabela 3.

Tabela 3 – ANAVA para a variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF) e na área da maior folha (VAMF), ocupação de vaso (OV), taxa fotossintética (A), carbono interno (Ci), temperatura da folha (Ti) e umidade da folha (Ui), conforme as frequências de irrigação: uma rega a cada dois dias, uma rega por dia, duas regas por dia, três regas por dia e quatro regas por dia, durante diversos períodos da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense* cultivadas em vasos contendo o substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016

Fator de variação	GL	Período (DAD)	Quadrado médio			Período (DAD)	Quadrado médio				
			VAP	VNF	VAMF		OV	A	Ci	Ti	Ui
Tratamento	4	01-21	0,45 <sup>(ns)</sup>	305,00 <sup>(ns)</sup>	0,05 <sup>(ns)</sup>	30	117,14 <sup>(ns)</sup>	103,45 <sup>(ns)</sup>	0,10 <sup>(ns)</sup>	11.231,68 <sup>(ns)</sup>	4,65 <sup>(ns)</sup>
	4	22-42	60,69*	143,51 <sup>(ns)</sup>	1,82*	60	243,39 <sup>(ns)</sup>	227,96 <sup>(ns)</sup>	0,03 <sup>(ns)</sup>	32.649,20 <sup>(ns)</sup>	5,02 <sup>(ns)</sup>
	4	43-63	18,98*	292,03 <sup>(ns)</sup>	55,81*	90	242,07*	1.368,23*	0,06*	9.288,95 <sup>(ns)</sup>	2,56*
	4	64-84	22,30*	2.338,30*	58,77*	-	-	-	-	-	-
	4	01-84	249,16*	6.922,02*	266,97*	-	-	-	-	-	-
Resíduo	75	01-21	0,72	690,23	0,06	30	51,7	21,51	0,04	3.924,02	4,53
	75	22-42	1,55	342,27	0,91	60	96,925	121,1	0,11	66.237,32	3,39
	75	43-63	3,01	424,73	3,23	90	74,361	57,72	0,05	5.150,07	0,65
	75	64-84	3,27	627,32	4,86	-	-	-	-	-	-
	75	01-84	11,85	2.491,73	14,15	-	-	-	-	-	-
Total	79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CV (%)	-	01-21	40,24	19,57	35,5	30	27,2	21,88	28,95	20,3	5,93
	-	22-42	21,65	13,77	23,73	60	19,36	30,44	45,18	48,32	5,19
	-	43-63	20,46	17,51	28,33	90	13	13,36	30,07	21,85	2,19
	-	64-84	22,36	23,77	37,53	-	-	-	-	-	-
	-	01-84	14,09	23,26	22,24	-	-	-	-	-	-
Modelo linear	1	01-21	0,03 <sup>(ns)</sup>	27,89 <sup>(ns)</sup>	0,04 <sup>(ns)</sup>	30	18,78 <sup>(ns)</sup>	1,42 <sup>(ns)</sup>	0,08 <sup>(ns)</sup>	3.705,63 <sup>(ns)</sup>	5,33 <sup>(ns)</sup>
	1	22-42	240,10*	406,41 <sup>(ns)</sup>	6,58*	60	0,31 <sup>(ns)</sup>	371,55 <sup>(ns)</sup>	0,00 <sup>(ns)</sup>	35.880,10 <sup>(ns)</sup>	0,42 <sup>(ns)</sup>
	1	43-63	50,63*	375,16 <sup>(ns)</sup>	188,79*	90	142,73 <sup>(ns)</sup>	5.023,43*	0,00 <sup>(ns)</sup>	16.933,23 <sup>(ns)</sup>	0,29 <sup>(ns)</sup>
	1	64-84	54,07*	4.473,23*	232,08*	-	-	-	-	-	-
	1	01-84	907,26*	15.860,31*	1.018,08*	-	-	-	-	-	-
Modelo quadrático	1	01-21	0,16 <sup>(ns)</sup>	102,33 <sup>(ns)</sup>	0,06 <sup>(ns)</sup>	30	32,06 <sup>(ns)</sup>	10,07 <sup>(ns)</sup>	0,04 <sup>(ns)</sup>	10.670,16 <sup>(ns)</sup>	11,34 <sup>(ns)</sup>
	1	22-42	1,46 <sup>(ns)</sup>	110,04 <sup>(ns)</sup>	0,49 <sup>(ns)</sup>	60	85,34 <sup>(ns)</sup>	4,94 <sup>(ns)</sup>	0,00 <sup>(ns)</sup>	72.432,07 <sup>(ns)</sup>	15,33 <sup>(ns)</sup>
	1	43-63	0,00 <sup>(ns)</sup>	69,75 <sup>(ns)</sup>	28,14*	90	538,28*	1,99 <sup>(ns)</sup>	0,01 <sup>(ns)</sup>	16.767,16 <sup>(ns)</sup>	4,02*
	1	64-84	15,54*	4.410,88*	0,79 <sup>(ns)</sup>	-	-	-	-	-	-
	1	01-84	30,75 <sup>(ns)</sup>	10.711,61*	29,44 <sup>(ns)</sup>	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste F; ns – não significativo.

Para o período de 1 a 21 dias após as diferenciações (DAD), as frequências de irrigação não influenciaram quaisquer das características: variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF) e na área da maior folha (VAMF) (Tabela 3).

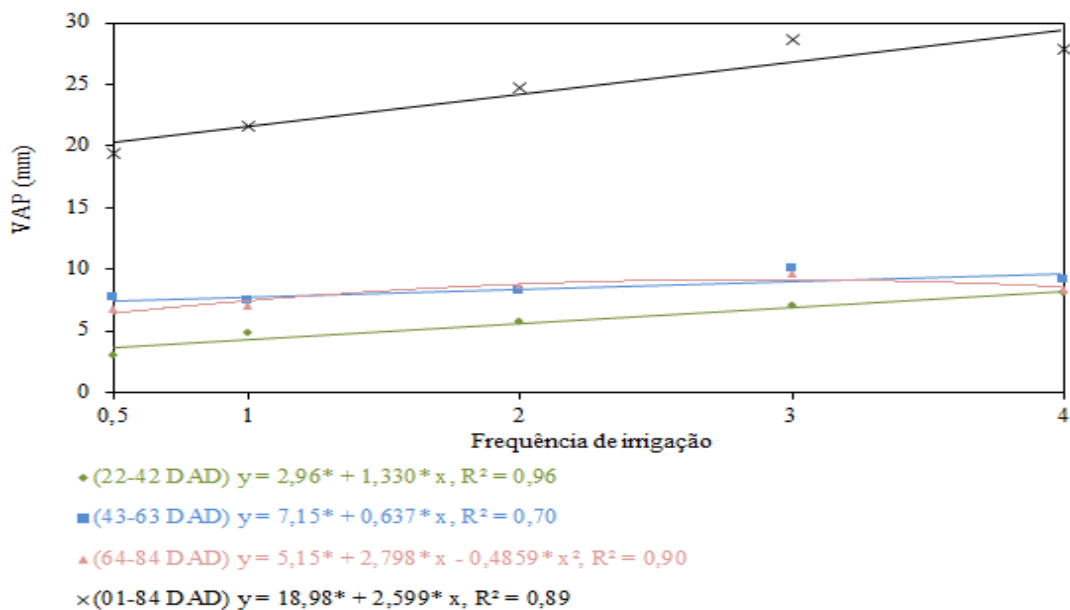
No período de 22 a 42 DAD e de 43 a 63 DAD, as frequências de irrigação tiveram influência para as variáveis VAP e VAMF. Contudo, não mostrando diferença

estatística para a variável VNF. Nos períodos de 64 a 84 DAD e de 01-84 DAD, as frequências de irrigação tiveram influência nas VAP, na VNF e na VAMF. Neste período, a variável VAP se adequou melhor ao modelo quadrático.

A análise de variância de regressão para a ocupação de vaso (OV) não apresentou diferença estatística aos 30 ou aos 60 DAD. Contudo, aos 90 DAD, os valores de OV foram influenciados significativamente pelas frequências de rega.

No período de 22 a 42; 43 a 63; e de 1 a 84 DAD, as análises de regressão para a VAP (Figura 17) e para VAMF (Figura 18) indicaram adequação ao modelo linear, com estimativa do crescimento destas características, quando as plantas são submetidas às maiores frequências testadas.

Figura 17 – Variação na altura da planta (VAP) em função da frequência de irrigação, durante diversos períodos da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



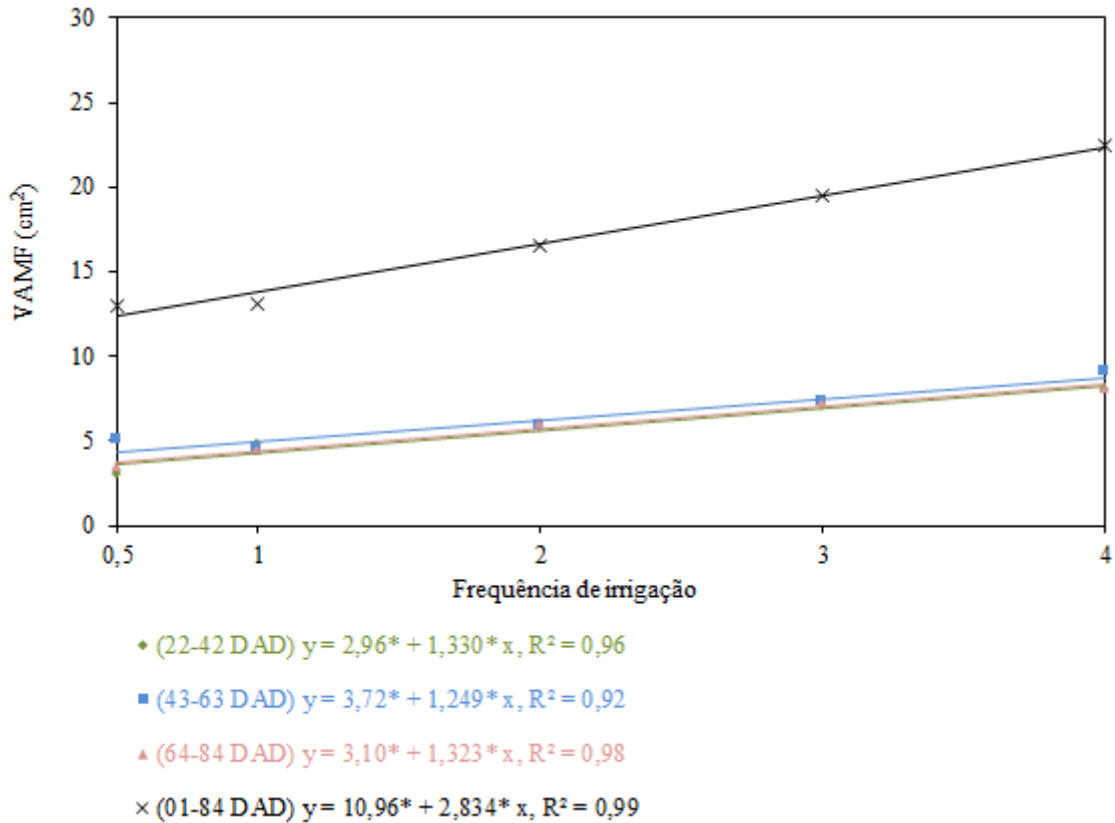
Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste t de Student.

Figura 18 – Variação na área da maior folha (VAMF) em função da frequência de irrigação, durante diversos períodos da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de



*Anthurium maricense*, cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste t de Student.

No período de 64 a 84 DAD, a VAMF permaneceu com tendência de crescimento linear crescente com o incremento na frequência de irrigação. Contudo, a VAP teve tendência de crescimento quadrático, com o máximo estimado em 2,9 regas por dia, que, do ponto de vista prático, pode-se utilizar três regas diárias. Tal comportamento indica que em frequências mais elevadas a VAP, neste período, tende a reduzir.

Ainda não há relatos científicos sobre o manejo da irrigação de *Anthurium maricense*. Contudo, Nomura, Fuzitani e Damatto Júnior (2012) relatam que as plantas de antúrio (*A. Andraeanum*) requerem que o solo se mantenha permanentemente úmido, isto se dá pela exigência hídrica da cultura. No início da aclimatização, às raízes das plantas oriundas da micropropagação são pequenas, pouco ramificadas, quebradiças e isentas de pelos

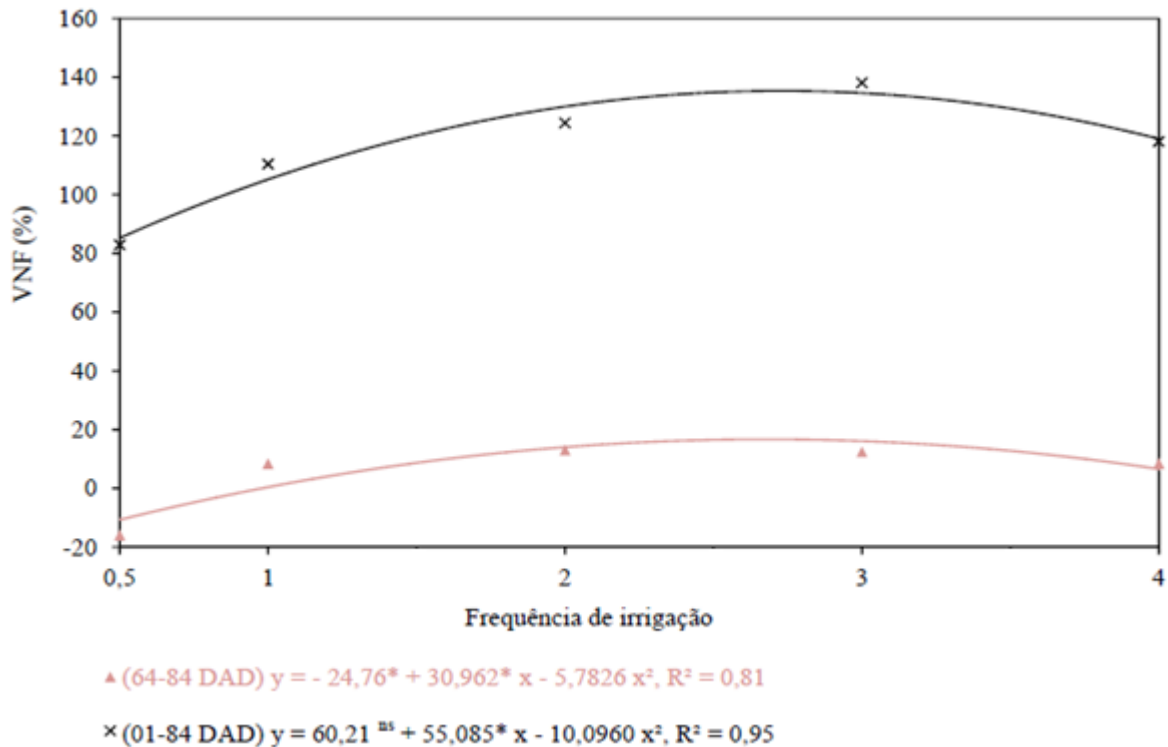
radiculares (FILTER; FREITAS; PÉRICO, 2014). Desta forma, há a necessidade de irrigações mais frequentes, a fim de manter a região próxima à zona radicular sempre úmida. Assim, em condições de estresse hídrico, quando teve menor frequência de irrigação, as plantas apresentaram os menores valores de VAP e VAMF, nos períodos de 22 a 42, de 43 a 63 e de 1 a 84 DAD.

Até o 63° DAD, a VNF não sofreu influência significativa com a variação da frequência de irrigação. Contudo, para os períodos de 64 a 84 e de 1 a 84 DAD, a VNF indicou melhor adequação ao modelo quadrático. Analisando as equações quadráticas, tem-se que o ponto de máxima gerado pela curva de tendência será quando a frequência for de 2,68 (para 64 a 84 DAD) e de 2,73 (para 1 a 84 DAD). Espera-se, com essas frequências de irrigação, aumentos no número de folhas de 16,69% e de 135,6%, respectivamente.

Entretanto, estas frequências de 2,68 e de 2,73 só fazem sentido do ponto de vista prático em irrigações automatizadas. Caso contrário, pode-se adotar três irrigações por dia. Assim, conforme cálculos obtidos com as equações de regressão da Figura 19, espera-se VNF de 16,1%, em relação ao número de folhas que a muda tinha aos 63 dias após as diferenciações dos tratamentos, e de 134,6%, em relação ao número de folhas que a muda tinha no início da diferenciação dos tratamentos.

Nota-se ainda que, a partir do ponto de inflexão, a VNF respondeu negativamente ao aumento da frequência de irrigação, indicando que tanto as frequências mais elevadas quanto às menores reduzem o incremento médio no número de folhas. O valor negativo encontrado para VNF na frequência de irrigação de 0,5 (uma rega a cada dois dias) indica que, neste período, houve perda de folhas ao invés de ganho. Convém salientar que, dentre todos os tratamentos testados, este foi o único que resultou em perda de muda (taxa de mortalidade de apenas 6,3%). Tal fato estaria relacionado à necessidade hídrica do *A. maricense*, de forma que, para um melhor desenvolvimento da cultura, o substrato deve estar sempre úmido, corroborando com os relatos de Nomura, Fuzitani e Damatto júnior (2012) para o *A. Andraeanum*.

Figura 19 – Variação no número de folhas (VNF) em função da frequência de irrigação, durante os períodos de 64-84 e 01-84 dias após a diferenciação (DAD) da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

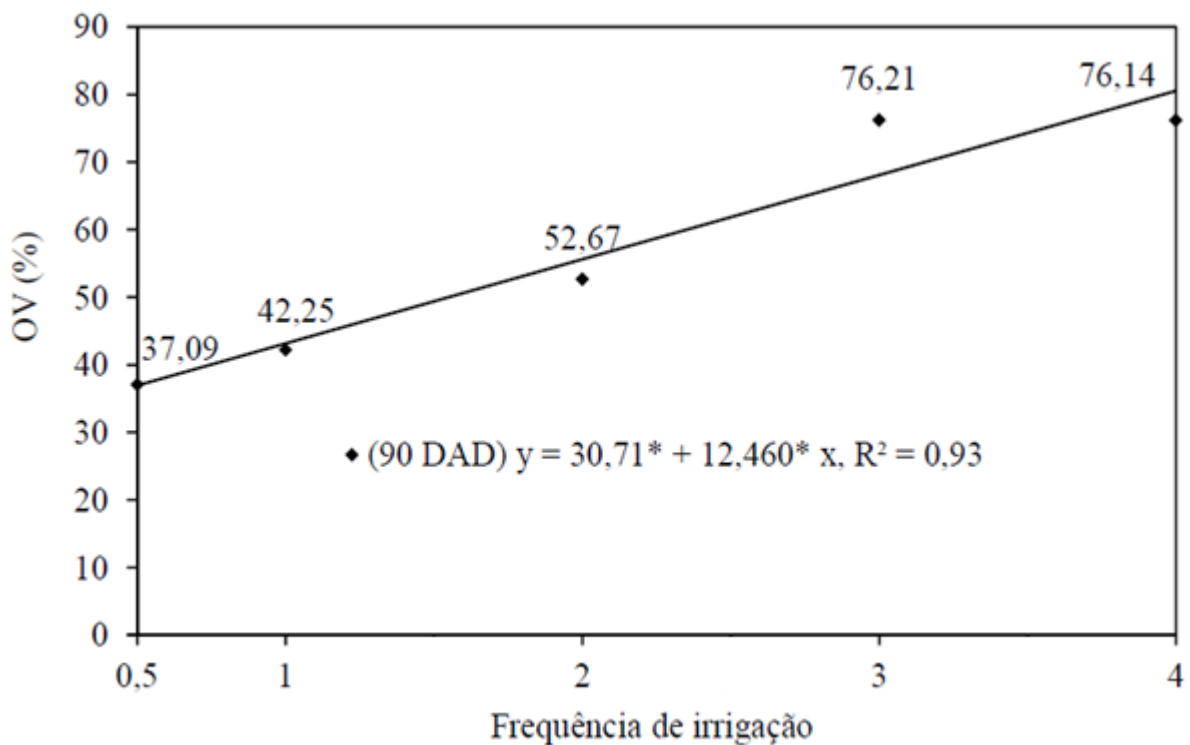
\* %5 de significância pelo teste t de Student; ns – não significativo.

Andriolo (2004) relata que a elevada umidade do substrato pode ter efeito negativo em determinadas características e reduzir a produtividade, por dificultar a absorção de nutrientes pelas raízes, em função de condições desfavoráveis de oxigenação. Fato este que pode ter contribuído para que nas frequências mais elevadas tivesse um menor crescimento no número de folhas, conforme previsto no modelo quadrático para a VNF.

Durante os primeiros sessenta dias após a diferenciação dos tratamentos, a OV não apresentou diferença estatística, conforme teste F, contudo, aos 90 DAD, a OV adequou-

se ao modelo linear. Dessa forma, as maiores frequências de irrigação promoveram a maior OV (Figura 20).

Figura 20 – Ocupação de vaso pela muda (OV) em função da frequência de irrigação durante todo o período da aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos contendo substrato comercial HS Flores. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste t de Student.

Fisiologicamente, com exceção da temperatura foliar, não houve variação estatística entre tratamentos. A temperatura foliar, no período de 90 dias, se adequou ao modelo quadrático, contudo, com coeficiente de ajuste muito baixo (42%). Esse resultado, difere do previsto pela literatura, a qual cita que a deficiência hídrica pode ocasionar o aumento da temperatura interna (WU; GUAN; SHI, 2011), visto que ocasionam o fechamento estomático (SCALON et. al., 2011) e reduzem a transpiração que, por sua vez, promove o

resfriamento da folha. Para evaporar na folha, a água retira sua energia térmica, reduzindo a temperatura foliar de 2 a 3 °C (NASCIMENTO et al., 2011). Desta forma, era esperado decréscimo linear da temperatura interna com o aumento das frequências de irrigação. Além disso, era esperado que a taxa fotossintética fosse menor nas condições de estresse hídrico, visto que a disponibilidade reduzida de água provoca reduções nos valores de condutância estomática e transpiração devido ao fechamento estomático, o que reduz a fotossíntese (SILVA et al., 2010).

### 5.3 Experimento III: Tipos e proporções de substrato

De acordo com os resultados, todas as variáveis foram influenciadas significativamente pelos tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância e médias de variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF), na área da maior folha (VAMF) e de ocupação de vaso (OV), conforme cinco tipos de substrato: HS Flores e fibra de coco (FC) mais húmus de minhoca (H) nas proporções 0,5:1,0; 1:1; 2:1 e 3:1, durante a aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense* cultivadas em vasos. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016

FV	GL	Quadrado médio			GL	Quadrado médio
		VAP (mm)	VAMF (cm <sup>2</sup> )	VNF (%)		OV (%)
Tratamento	4	249,1563 *	266,9674 *	2.276,7958 <sup>(ms)</sup>	4	226,8233 *
Resíduo	75	11,8542	14,1531	5.199,08	15	70,2054
Total corrigido	79	-	-	-	19	-
CV (%)	-	14,09	22,24	59,44	-	13,03

Continua.

Conclusão.

FV	GL	Quadrado médio			GL	Quadrado médio
		VAP (mm)	VAMF (cm <sup>2</sup> )	VNF (%)		OV (%)
<b>Tratamento</b>						<b>Médias</b>
HS Flores	-	19,4c	13,0d	108,3a	-	59,4b
FC+H - 0,5:1,0	-	21,6c	13,2d	114,5a	-	63,7b
FC+H - 1:1	-	24,8b	16,6c	135,1a	-	73,3a
FC+H - 2:1	-	27,8a	19,5b	132,8a	-	70,2a
FC+H - 3:1	-	25,5a	22,4a	115,9a	-	55,0b
<b>Média geral</b>	-	<b>24,4</b>	<b>16,9</b>	<b>121,3</b>	-	<b>64,3</b>

Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste F; ns – não significativo.

Letras iguais, nas colunas, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Dos substratos testados, HS Flores, e compostos de fibra de coco (FC) mais húmus de minhoca (H) nas proporções 0,5:1,0; 1:1; 2:1 e 3:1, o que apresentou maior média para a VAP foi o FC+H na proporção 2:1, não diferindo apenas do FC+H na proporção 3:1. Em contrapartida, o HS Flores foi o que promoveu menor desenvolvimento desta variável, sendo estatisticamente igual ao FC+H na proporção 0,5:1,0. Em termos percentuais, o substrato de maior média foi superior ao de menor média em 30,2% (Tabela 4).

Para a variável VNF, não houve diferenças significativas, indicando que os resultados obtidos com a aplicação dos tratamentos com tipos e proporções de substratos foram estatisticamente iguais (Tabela 4).

Ao avaliar a VAMF, observa-se que houve diferenças, mas o substrato FC+H na proporção 3:1 apresentou a maior média, e as menores foram referentes ao substrato HS flores e ao composto por FC+H na proporção 0,5:1,0. Considerando a diferença entre a maior e a menor média, pode-se dizer que o composto por FC+H na proporção 3:1 superou o de 0,5:1,0 em 42% (Tabela 4).

A maior média para a OV foi com o substrato composto por FC+H na proporção 1:1, sendo estatisticamente igual ao FC+H na proporção 3:1 e diferindo dos demais.

Os resultados relacionados com as características físicas de crescimento analisadas na aclimatização de *Anthurium maricense* evidenciaram a superioridade, em relação ao HS Flores, dos substratos à base de fibra de coco combinados com húmus de minhoca na obtenção de mudas mais desenvolvidas.

Quisen, Raizer e Iriarte-Martel (2013) analisaram a influência de diferentes substratos (Bioplant<sup>®</sup>; fibra de coco; fibra de coco + Bioplant<sup>®</sup>; fibra de coco + húmus de minhoca; fibra de coco + Bioplant<sup>®</sup> + húmus de minhoca; areia + vermiculita) na aclimatização de mudas micropropagadas de *Helicônia Sexy Pink*, e verificaram que os substratos à base de fibra de coco seco foram os que proporcionaram maior incremento de massa seca da parte aérea e radicular desta cultivar.

Silva et al. (2007) avaliaram o efeito de alguns substratos na aclimatização de mudas micropropagadas de antúrio (*Anthurium andraeanum*), destacando que o pó de coco seco proporcionou as maiores médias de altura de planta, massa fresca e seca da parte aérea e, ainda, não diferindo estatisticamente dos outros substratos quanto à produção de matéria seca do sistema radicular e da parte aérea.

Bomfim (2006) avaliou o efeito de alguns substratos na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental. Os substratos testados foram: pó-de-coco seco mais Vitasolo<sup>®</sup> (PCS+V), pó-de-coco seco mais húmus de minhoca (PCS +H), pó-de-coco verde mais Vitasolo<sup>®</sup> (PCV+V) e pó-de-coco verde mais húmus de minhoca (PCV+H). O autor concluiu que os maiores acúmulos de massa na cultura foram proporcionados pelos respectivos substratos PCS + H, PCS + V e PCV + H, enquanto o menor acúmulo, pelo substrato PCV+V.

Santos et al. (2004), testando três substratos orgânicos (pó da casca de coco seco, pó da casca de coco verde e casca de arroz carbonizada) e dois adubos (húmus de minhoca e Vitasolo<sup>®</sup>) na aclimatização de mudas de *Heliconia psittacorum* L., constataram a maior eficiência do substrato à base de coco seco e do adubo húmus de minhoca.

Para Kämpf (2000), o pH do substrato está relacionado à disponibilidade e suprimento de nutrientes essenciais para as plantas. A recomendação de pH para antúrios (*A. andraeanum*), segundo Tombolato et al. (2002) e Dufour e Guérin (2005), pode variar de 5,2 a 6,5. Contudo, não há relatos na literatura de faixas de recomendação de pH para o *A.*

*Maricense*. Dentre os substratos testados, o único a apresentar pH inicial na faixa recomendada, tomando como referência as recomendações para o *A. Andraeanum*, é o HS Flores<sup>®</sup> (6,3). Os demais apresentaram pH acima de 7,0. Segundo Ludwig et al. (2012) e Valeri et al. (2014), o pH elevado pode ser responsável pela insuficiente absorção de micronutrientes, como o ferro e o manganês. Contudo, Criley (1989) cita que o pH do substrato não é fator crítico para antúrio, desde que não afete o suprimento de nutrientes essenciais. Todas as mudas deste experimento receberam de forma igualitária e em dias alternados, solução nutritiva (HOAGLAND; ARNON, 1950) diluída 1:1 em água destilada. O pH dos substratos deste experimento, ainda que mais alto do que o recomendado para o antúrio, podem não ter sido crítico para o desenvolvimento desta cultura em virtude do manejo de adubação foliar adotado para suprir os nutrientes essenciais, corroborando com Criley (1989).

Segundo Silva et al. (2007), é provável que a alta condutividade elétrica (CE) dos substratos, em associação com os sais das soluções nutritivas, possa ter influenciado de forma negativa o desenvolvimento da cultura de antúrio. Neste contexto, o maior valor da CE (2,8 dS m<sup>-1</sup>) foi constatado no substrato comercial HS Flores. As demais CE foram de 1,3; 1,4; 1,8 e 1,8 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, para os substratos compostos de fibra de coco (FC) mais húmus de minhoca (H) nas proporções: 0,5:1; 1:1; 2:1 e 3:1.

O *Anthurium andraeanum* requer uma CE em torno de 1,0 a 1,5 dS m<sup>-1</sup>, sendo suscetível a valores mais elevados (OZCELIK; OZKAN, 2002). Ainda não se tem estudo sobre a CE em *Anthurium maricense*, mas, possivelmente, o valor elevado da CE no substrato comercial tenha reduzido as características físicas de crescimento analisadas, quando comparadas aos demais substratos.

Outra variável química de grande importância para o substrato é a capacidade de troca de cátions (CTC). Polak (2006) cita que muitos cátions presentes no substrato são nutrientes, assim a CTC é um indicativo do potencial de fertilidade do substrato. Este mesmo autor complementa que o aumento da CTC está relacionado a um maior conteúdo de matéria orgânica e/ou à correção do pH do substrato. Os maiores valores de CTC foram verificados nos substratos com FC+H, nas proporções de 3:1 (516,7 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-3</sup>) e de 2:1 (507,0 mmol<sub>c</sub>



kg<sup>-3</sup>), respectivamente. O pior valor da CTC foi encontrado no substrato HS flores (309,3 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-3</sup>).

No que se refere às variáveis fisiológicas, não houve diferenças entre os tratamentos estudados nesse experimento (Tabela 5). Assim, as diferenças químicas e físicas dos substratos não promoveram mudanças nas variáveis fisiológicas, durante o período de aclimatização avaliado.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância e médias da taxa fotossintética (A), do carbono interno (Ci), da temperatura da folha (Ti) e da umidade da folha (Ui), aos 90 dias da aclimatização de mudas de *Anthurium maricense*, de acordo com os tipos e proporções de substratos HS flores (S1), e fibra de coco (FC) mais húmus de minhoca (H) nas proporções: 0,5:1,0; 1:1; 2:1 e 3:1. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2016

FV	GL	Quadrado médio			
		A ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Ci ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ )	Ti (°C)	Ui (%)
Tratamento	4	0,0445 <sup>(ns)</sup>	105.019,575 <sup>(ns)</sup>	0,3495 <sup>(ns)</sup>	0,3138 <sup>(ns)</sup>
Resíduo	15	0,0375	90.325,5667	1,3307	0,4477
Total corrigido	19	-	-	-	-
CV (%)	-	34,61	60,61	3,19	0,98
Tratamento	Médias				
HS Flores	-	0,69 a	568,50 a	36,53 a	68,40 a
FC+H - 0,5:1,0	-	0,61 a	354,25 a	35,75 a	68,73 a
FC+H - 1:1	-	0,49 a	336,00 a	35,93 a	68,00 a
FC+H - 2:1	-	0,59 a	492,25 a	36,13 a	68,50 a
FC+H - 3:1	-	0,42 a	728,50 a	36,23 a	68,63 a
Média geral	-	0,56	495,9	36,11	68,45

Fonte: Autora.

ns – não significativo.

\*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scoot-Knoot a 5% de significância.

Lima et al. (2013), avaliando o efeito do substrato sob as características fisiológicas da pimenta ornamental (*Capsicum annuum*), em 83 dias após a semeadura,

chegaram a resultados semelhantes, onde verificaram que a taxa fotossintética líquida (A) e temperatura das folhas (Ti) não diferiram significativamente em relação aos substratos analisados (fibra de coco e areia). Contudo, esses autores encontraram diferenças estatísticas quanto ao carbono interno, indicando maior valor desta variável para o tratamento com fibra de coco. Isso estaria relacionado ao fato de que a areia possui mais macroporos, apresentando baixa capacidade de retenção de água, o que favorece o fechamento dos estômatos, um maior consumo de CO<sub>2</sub> interno nos estômatos e, conseqüentemente, reduzido valor do Ci nas folhas.

#### 5.4 Experimento IV: Doses de adubo de liberação lenta

As variáveis correspondentes à variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF) e na área da maior folha (VAMF) foram influenciadas significativamente pelas doses de fertilizante de liberação lenta (FLL), Osmocote® (NPK 15:9:12), durante todo o período da aclimatização, apresentando a melhor adequação ao modelo quadrático (Tabela 6).

Tabela 6 – ANAVA para a variação na altura da planta (VAP), no número de folhas (VNF) e na área da maior folha (VAMF), ocupação de vaso (OV), taxa fotossintética (A), carbono interno (Ci), temperatura da folha (Ti) e umidade da folha (Ui), em função das doses do fertilizante de liberação lenta Osmocote® (NPK 15-9-12): 0; 2,5; 5,0. 7,5 e 10,0 kg m<sup>-3</sup>, durante a aclimatização, em telado, de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense* cultivadas em vasos. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016

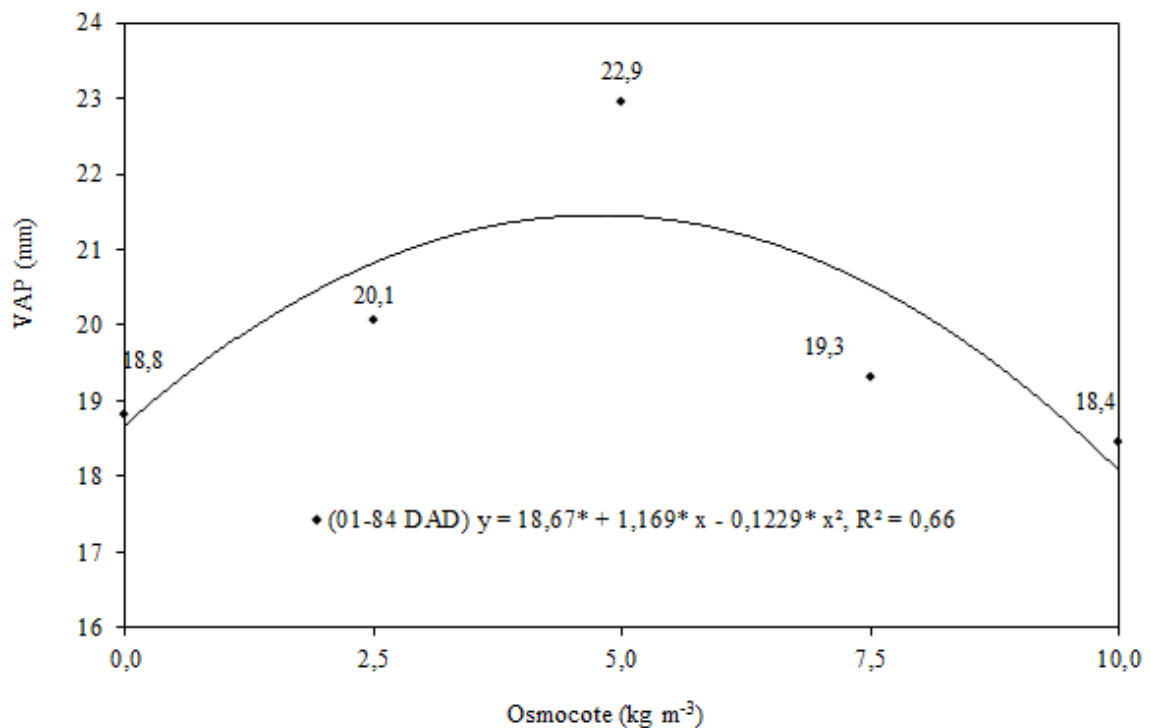
Fator de variação	GL	Quadrado médio							
		VAP	VNF	VAMF	OV	A	Ci	Ti	Ui
Tratamento	4	51,68*	1.964,31*	4,88*	78,94*	0,04 <sup>(ns)</sup>	1.028,68 <sup>(ns)</sup>	0,27 <sup>(ns)</sup>	0,26 <sup>(ns)</sup>
Resíduo	75	9,60	670,70	2,46	57,01	0,04	655,57	0,32	0,08
Total	79	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	15,56	10,34	12,74	19,57	35,65	7,93	1,50	0,41
Modelo linear	1	3,60 <sup>(ns)</sup>	1.139,56 <sup>(ns)</sup>	9,04 <sup>(ns)</sup>	10,51 <sup>(ns)</sup>	0,13 <sup>(ns)</sup>	2.464,90 <sup>(ns)</sup>	0,42 <sup>(ns)</sup>	0,29 <sup>(ns)</sup>
Modelo quadrático	1	132,07*	4.174,50*	10,25*	300,30*	0,01 <sup>(ns)</sup>	64,29 <sup>(ns)</sup>	0,24 <sup>(ns)</sup>	0,02 <sup>(ns)</sup>

Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste F; ns – não significativo.

Para VAP, a dose ótima, aos 90 dias de aclimatização, foi de 4,76 kg m<sup>-3</sup>, proporcionando a maior variação na altura da planta (21,45 mm) (Figura 21).

Figura 21 – Variação na altura da planta (VAP) em função da dose do fertilizante de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup> (NPK 15-9-12) aplicada durante a aclimatização das mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos, aos 90 dias, sob condições de telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste t de Student.

Resultados semelhantes foram obtidos por Pias et al. (2013), analisando doses de Osmocote<sup>®</sup> na produção de mudas de grábia (*Apuleia leiocarpa*). Os autores observaram ponto de máxima eficiência técnica para o incremento em altura, aos 60 e 90 dias após o transplante das mudas, com a dose de 7,94 e 7,73 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente. Já Dutra, Massad e Sarmento (2016), avaliando o crescimento e a qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*) em resposta à aplicação de diferentes doses (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 g

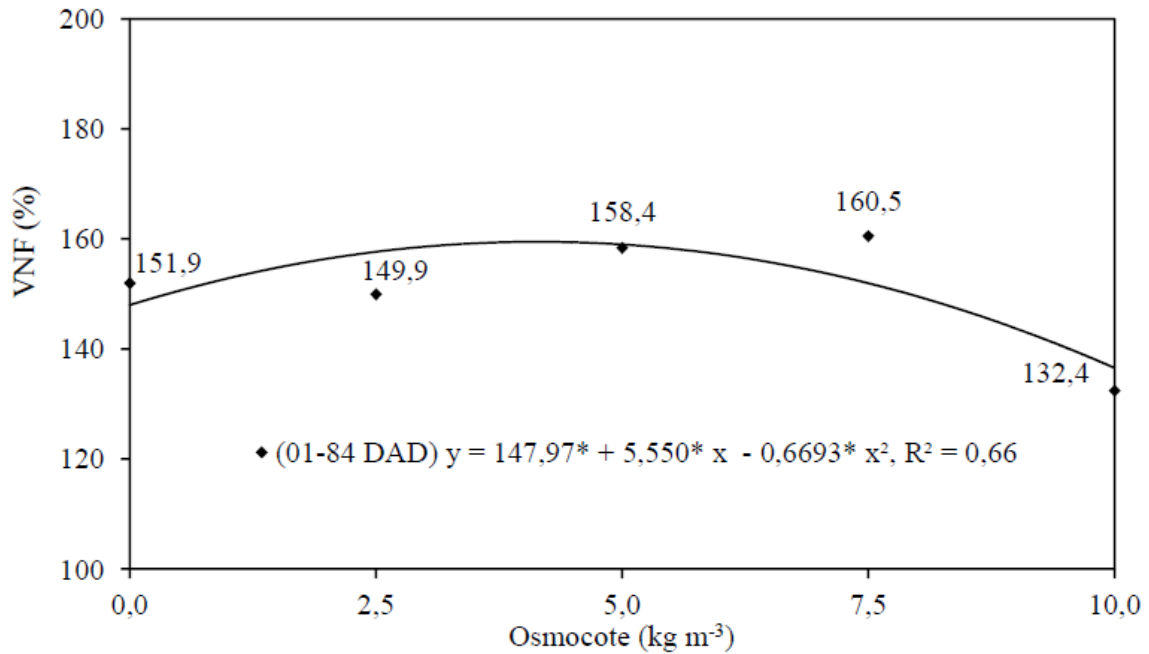
cm<sup>3</sup>) e formulações (15-9-12 e 19-6-10) de Osmocote<sup>®</sup>, observaram que doses entre 5,4 a 8,2 g dm<sup>-3</sup> promoveram os melhores resultados. Todavia, Ferrari et al. (2016), analisando a influência de doses (0; 3; 6; 9 e 12 kg m<sup>-3</sup>) de fertilizante de liberação lenta (Osmocote<sup>®</sup>) em mudas de jasmim-catavento (*Tabernaemontana catharinensis*), verificaram adequação ao modelo cúbico de regressão, com efeito positivo no incremento da altura da planta entre as concentrações de 3 a 6 kg m<sup>-3</sup>.

A redução da altura, após determinada dose de fertilizante, possivelmente está relacionada ao excesso de nutrientes, o que está intrinsecamente relacionado ao aumento da salinidade (SILVA, 2014). Segundo Mahajan e Tuteja (2005), um dos efeitos mais comuns da salinidade nas plantas é a diminuição no crescimento, visto que aumento da concentração de sais no substrato reduz o potencial hídrico, provocando menor disponibilidade de água na zona radicular e comprometendo a absorção de nutrientes. Além disso, o excesso salino pode ocasionar alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas em virtude do efeito iônico, de forma que o acúmulo de íons tóxicos no protoplasma promove desbalanço iônico, desordens metabólicas e nutricionais, ocasionando redução no crescimento vegetal (CONCEIÇÃO, 2015).

Freitas et al. (2011), avaliando substratos (1- solo de superfície; 2- compostagem de bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro, 3- um substrato composto (solo + areia + Plantmax<sup>®</sup>)) e osmocote<sup>®</sup> (NPK 14:14:14) no desenvolvimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Vitória, também constataram que a adição de Osmocote<sup>®</sup>, na dose de 13,0 g planta<sup>-1</sup>, proporciona acréscimos na altura da planta. Contudo, doses superiores de FLL podem acarretar mudanças químicas nos substratos e prejudicar o desenvolvimento das plantas.

Com o aumento da dose de Osmocote, houve tendência de aumento no número de folhas até o ponto de máxima eficiência técnica (4,15 kg m<sup>-3</sup>), ocasionando um incremento de 159,5% nesta variável. Contudo, doses maiores que a de máxima eficiência resultaram em efeito negativo, isto é, redução do número de folhas nas mudas (Figura 22).

Figura 22 – Variação no número de folhas (VNF) em função da dose do fertilizante de liberação lenta Osmocote® (NPK 15-9-12) aplicada durante a aclimatização das mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos, aos 90 dias, sob condições de telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



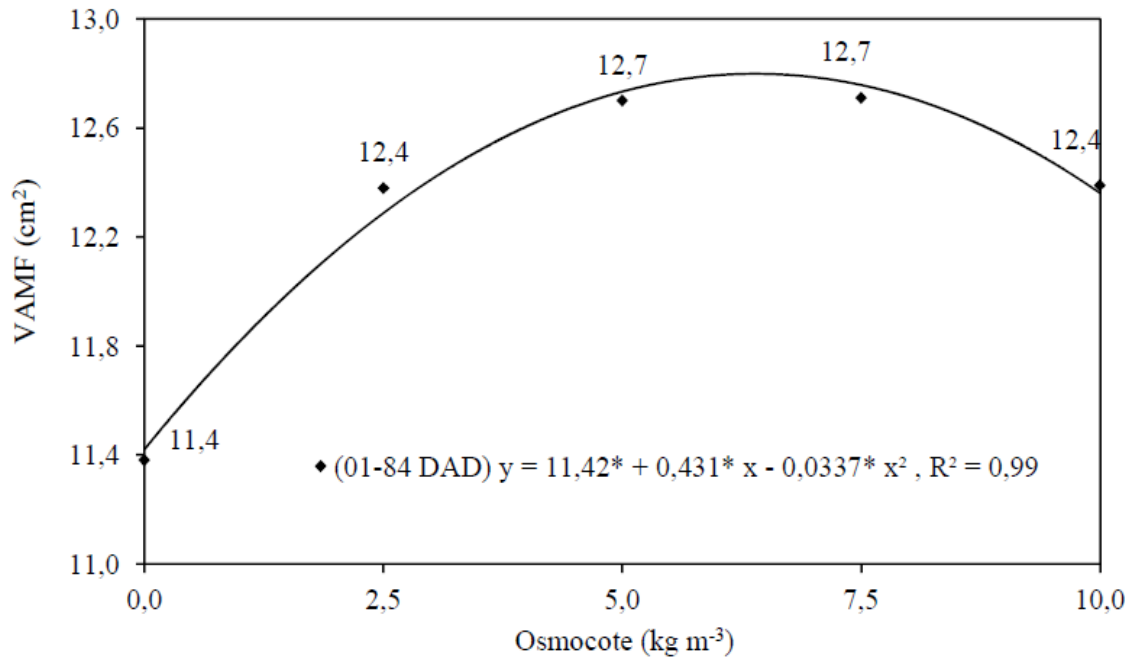
Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste t de Student.

Diversos autores, trabalhando com outras culturas em estágio inicial de desenvolvimento, também constaram o padrão de variação quadrático dessa variável, quando testaram doses crescentes do mesmo adubo (BRONDANI et al., 2008; FREITAS et al., 2011; MALTA et al., 2014; MENDONÇA et al., 2008; RÓS et al., 2011; RÓS; ARAÚJO; NARITA, 2013). Tal padrão, quadrático, sugere que doses baixas de osmocote não fornecem nutrientes suficientes para o desenvolvimento ótimo da cultura, contudo, em doses mais elevadas, a cultura mostra indício de sensibilidade ao excesso de nutrientes.

Para a variável VAMF, a máxima eficiência técnica foi obtida com a dose de 6,4 kg m<sup>-3</sup> de Osmocote, onde se espera uma VAMF de 12,8 cm<sup>2</sup> (Figura 23).

Figura 23 – Variação na área da maior folha (VAMF) em função da dose do fertilizante de liberação lenta Osmocote® (NPK 15-9-12) aplicada durante a aclimatização das mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos, aos 90 dias, sob condições de telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste t de Student.

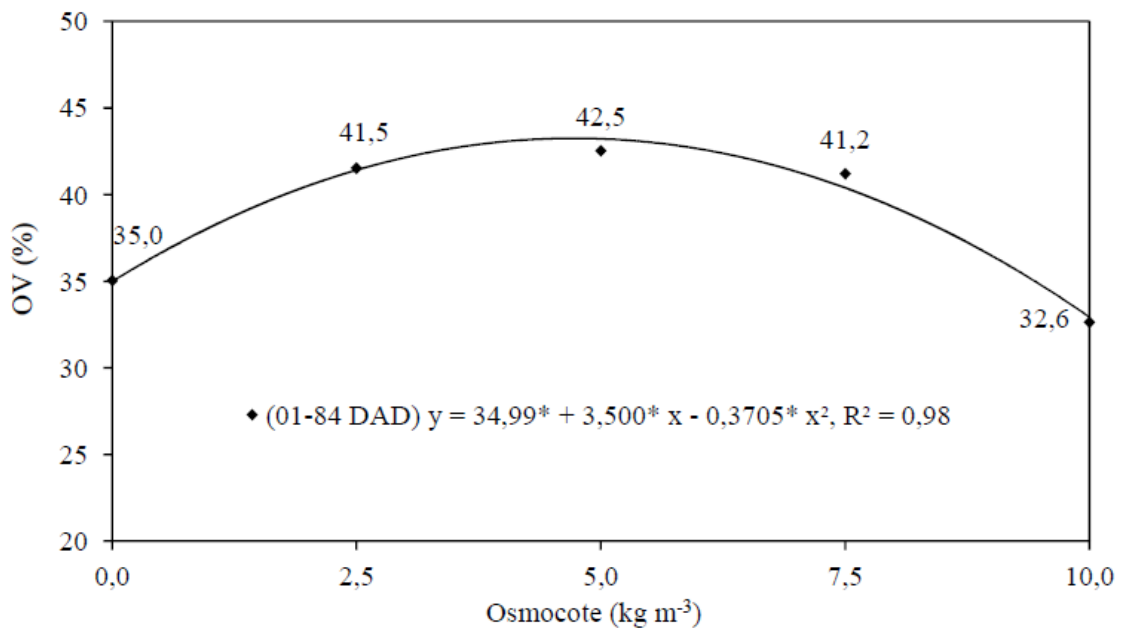
Os menores valores de VAMF obtidos com as doses mais elevadas de FLL estão, possivelmente, relacionados ao aumento da condutividade elétrica (CE). Melo Júnior et al. (2015), analisando a influência das doses de fertilizantes de liberação lenta Osmocote® (NPK 15:9:12) na condutividade elétrica, observaram que a CE foi maior nas maiores doses de FLL. Assim, provavelmente, as doses mais elevadas de Osmocote® podem ter causado excesso salino no substrato, reduzindo a VAMF.

Além disso, o excesso de fertilizantes pode causar alterações no pH do solo, que pode interferir na disponibilidade de zinco, cobre, manganês, ferro e boro, e acarretar deficiência nutricional na cultura (SCHOSSLER et al., 2012), ou mesmo favorecer a

solubilização excessiva de elementos, como o alumínio, que pode tornar o substrato tóxico ao desenvolvimento das mudas (FREITAS et al., 2011).

Aos 90 DAD, os valores da OV sofreram influência significativa das diferentes doses de FLL. De acordo com a Figura 24, à medida que se aumentou a dose de FLL, houve um acréscimo na OV até um ponto máximo,  $4,72 \text{ kg m}^{-3}$ , que propiciou 43,3% de ocupação de vaso, e, a partir desta dose, a OV teve menor crescimento com o aumento do FLL.

Figura 24 – Ocupação de vaso (OV) em função da dose de adubo de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup> (NPK 15-9-12) aplicada durante a aclimatização das mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*, cultivadas em vasos, aos 90 dias, sob condições de telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

\* 5% de significância pelo teste t de Student.

Elli et al. (2013), analisando a influência do Osmocote<sup>®</sup> no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de pitangueira, concluíram que o nível de adubação pode comprometer a qualidade e o desenvolvimento inicial das mudas. Contudo, para a aclimatização de *Anthurium maricense*, as doses de FLL não apresentaram diferenças estatísticas em nenhuma das características fisiológicas analisadas (Tabela 6).

## **6 CONCLUSÕES**

### **6.1 Experimento I: lâminas de irrigação**

Com esse experimento, é possível estimar, para a maioria das variáveis e períodos analisados, as lâminas de irrigação que maximizam as características morfológicas na aclimatização de mudas micropropagadas de *Anthurium maricense*. Contudo, até os 22 dias após as diferenciações (DAD), os tratamentos foram estatisticamente indiferentes entre si, assim, neste período, pode-se utilizar a lâmina de irrigação correspondente a 50% da CRA. A partir do 22º DAD, pode-se utilizar a lâmina de irrigação de 150% da CRA até o final do período de aclimatização, por promover o melhor desenvolvimento na área foliar dessa espécie ornamental.

### **6.2 Experimento II: frequências de irrigação**

Com esse experimento, é possível estimar, para a maioria das variáveis e períodos analisados, as frequências de irrigação que maximizam as características morfológicas na aclimatização de mudas micropropagadas de *A. maricense*. Contudo, até os 22 dias após as diferenciações (DAD), os tratamentos foram estatisticamente indiferentes entre si, assim, neste período, pode-se utilizar a frequência de irrigação correspondente a uma rega a cada dois dias. A partir do 22º DAD, pode-se utilizar a frequência de quatro regas diárias até o final do período de aclimatização, por promover melhor desenvolvimento na área foliar dessa espécie ornamental.

### **6.3 Experimento III: tipos e proporções de substrato**

O substrato composto por fibra de coco e húmus de minhoca na proporção 3:1 promove o melhor desenvolvimento da área foliar, aos 90 dias de aclimatização de mudas micropropagadas de *A. maricense*.

### **6.4 Experimento IV: doses de fertilizante de liberação lenta**



Durante toda a aclimatização das mudas micropropagadas de *A. maricense*, as características variação na altura da planta, da área da maior folha, do número de folhas e a ocupação de vaso apresentaram a máxima eficiência técnica com as doses de FLL (Osmocote® NPK 15:9:12) estimadas em 4,76; 6,40; 4,15 e 4,72 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente. Contudo, pode-se utilizar a dose de 6,40 kg m<sup>-3</sup> de Osmocote® NPK 15:9:12, por promover melhor desenvolvimento de área foliar na aclimatização dessa espécie ornamental.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, A. B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993, 248 p.
- AQUINO, A. M.; LOUREIRO, D. C. **Minhocultura**. Embrapa Agrobiologia. Seropédica, RJ, 2004. 4 p.
- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de plantas em ambiente protegido. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p. 4-36.
- ALBUQUERQUE, P. E. P. **Estratégias de manejo de irrigação: exemplos de cálculo**. Circular Técnica, 136. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 24 p.
- BARROCA, M. V. Lâminas de irrigação nos componentes de produção das pimentas ‘de cheiro’ e ‘dedo-de-moça’. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 243-250, 2015.
- BERNARDO, S.; SOARES, A, A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- BOMFIM, G. V. **Efeitos de lâminas de frequências de irrigação e de tipos e volumes de substrato na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental**. 2006. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- BOMFIM, G. V. et al. Aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 13, n. 2, p. 121-128, 2007.
- BORA, D. et al. Credibility of medico-ethnobotanical uses of members of Aroid family in Assam. **International Journal of Herbal Medicine**, v. 4, n. 3, p. 09-14, 2016.
- BOTELHO, F. B. S.; RODRIGUES, C. S.; BRUZI, A. T. Ornamental plant breeding. **Ornamental horticulture**, v. 21, n. 1, p. 09-16, 2015.
- BRONDANI, G. E. et al. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico branco. **Scientia Agrária**, v. 9, n. 2, p. 167-176, 2008.
- CALDARI JÚNIOR, P. Técnicas de cultivo do antúrio (*Anthurium andraeanum*). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 10, n. 1/2, p. 43-45, 2004.
- CHA-UM, S.; ULZIIBAT, B.; KIRDMANEE, C. Effects of temperature and relative humidity during *in vitro* acclimatization, on physiological changes and growth characters of

*Phalaenopsis* adapted to *in vivo*. **Australian Journal of Crop Science**, v. 4, n. 9, p. 750-756, 2010.

CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CARVALHO, A. C. P. P. et al. **Estiolamento in vitro: uma alternativa para a produção de mudas micropropagadas de antúrio**. Circular Técnica, 36. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 8 p.

CARVALHO, A. C. P. P. et al. **Produção de mudas micropropagadas de antúrio (*Anthurium andraeanum*) cv. Eidibel por embriogênese somática**. Circular Técnica, 41. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 14 p.

CARVALHO, J. M. F. C.; SILVA, M. M. A.; MEDEIROS, M. J. L. **Fatores inerentes à micropropagação**. Documentos 148. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2006. 28 p.

CASTRO, A. C. R. et al. Ornamental foliage potential of *Anthurium* accessions. **Acta Horticulturae**, v. 855, p. 61-86, 2010.

CASTRO, A. C. R. et al. **Antúrio**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2012a. 163 p.

CASTRO, C. E. F. et al. **Propagação vegetativa do antúrio in vitro**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 3., 1982, Salvador, Anais... Campinas: Instituto de Botânica, 1986. p. 13-25.

CASTRO, M. F. A. et al. Cultivo. In: CASTRO A. C. R.; TERAÓ D.; CARVALHO A. C. P. P.; LOGES V. (Ed.). **Antúrio**. Brasília: Embrapa, 2012b. p. 69 a 81.

CAVALCANTE JÚNIOR, J. A. et al. Manejo da irrigação na cultura da roseira em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 7, n. 4, p. 269-276, 2013.

COELHO, M. A. N.; MAYO, S. J. *Anthurium maricense* Nadrusz & Mayo – a new species of *anthurium* Schott (Araceae: Tribe *Anthurieae*) for Brazil. **Aroideana**, v. 23, p. 82-88, 2000.

COELHO, M. A. N.; WAECHTER, J. L.; MAYO, S. J. Revisão taxonômica das espécies de *Anthurium* (Araceae) seção *Urospadix* Subseção *Flavescentiviridia*. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 4, p. 799-864, 2009.

CONCEIÇÃO, S. S. **Aclimação de plantas de girassol à salinidade induzida por silício**. 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

- CORREIA, D. et al. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 557-558, 2003.
- CRILEY, R.A. Culture and cultivar selection for *Anthurium* in Hawaii. **Acta Horticulturae**, v. 246, p. 227-236, 1989.
- CRUZ, M. P. et al. Crescimento do girassol ornamental submetido à substratos orgânicos em diferentes volumes de águas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 3, p. 312-319, 2016.
- DANTAS JUNIOR, G. J. et al. Produção comercial de rabanete fertirrigado com nitrogênio em ambiente protegido. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 29, n. 2, p. 99-104, 2014.
- DESAI, C.; INGHALIHALLI, R.; KRISHNAMURTHY, R. Micropropagation of *Anthurium andraeanum* - an important tool in floriculture. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 4, n. 3, p. 112-117, 2015.
- DINALLI, R. P.; CASTILHO, R. M. M.; GAZOLA, R. N. Utilização de adubos de liberação lenta na produção de mudas de *Vigna radiata* L. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 21, n. 1, p. 10-15, 2012.
- DORNELES, L. T.; TREVELIN, V. Aclimatização e reintrodução de *Cattleya intermedia* Graham ex Hook (*Orchidaceae*) obtidas por propagação *in vitro*. **Iheringia, Série Botânica**, v. 66, n. 2, p. 167-174, 2011.
- DUFOUR, L.; GUÉRIN, V. Growth, developmental features and flower production of *Anthurium andreanum* Lind. in tropical conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 98, p. 25-35, 2003.
- DUFOUR, L.; GUÉRIN, V. Nutrient solution effects on the development and yield of *Anthurium andreanum* Lind. in tropical soilless conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 105, p. 269-282, 2005.
- DUTRA, A. F. et al. Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, p. 189-197, 2015.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q. Fertilizante de liberação lenta no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*). **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 491-498, 2016.
- ELLI, E. F. et al. Osmocote® no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de pitangueira. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 4, p. 377-384, 2013.

- FAVA, C. L. F; CAMILI, E. C. Produção de cultivares de *Anthurium andreanum* nas condições de Acorizal – MT. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, n. 2, p. 179-184, 2014.
- FERRARI, M. et al. Influência de fertilizante de liberação controlada em mudas de *Tabernaemontana catharinensis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 88, p. 543-547, 2016.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F. C.; FERRAZ, J. B. S. Crescimento e eficiência do uso da água de plantas jovens de castanheira-da-amazônia em área degradada e submetidas à adubação. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 393-401, 2012.
- FILTER, M; FREITAS, E. M; PÉRICO, E. Influência de diferentes concentrações dos fitorreguladores ácido 6 – benzilaminopurina e ácido naftalenoacético na propagação vegetativa de *Malva sylvestris* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 1, p. 47-53, 2014.
- FREITAS, S. J. et al. Substrato e osmocote na nutrição e desenvolvimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Vitória. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. E, p. 672-679, 2011.
- GANTAIT, S.; MANDAL, N. Tissue culture of *Anthurium andreanum*: a significant review and future prospective. **International Journal of Botany**, v. 6, n. 3, p. 207-219, 2010.
- GIRARDI, C. G.; PESCADOR, R. Aclimatização de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) e a relação com carboidratos endógenos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, p. 62-72, 2010.
- GIRARDI, L. B. et al. Análise da área foliar de *Alstroemeria* em função da lâmina de irrigação. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 8, n. 3, p. 21-25, 2014.
- GIRARDI, L. B. et al. Influência da temperatura e da irrigação no número de hastes totais de *Alstroemeria x hybrida*. **Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 4, n. 1, 2017.
- HERNÁNDEZ, L. Revisión bibliográfica el cultivo del anthurium. **Cultivo Tropicales**, v. 25, n.4, p. 41-51, 2004.
- HIGAKI, T.; WATSON, D. P.; LEONHARDT, K. W. **Anthurium culture in Hawaii**. Technical Circular, 420. Honolulu: University of Hawaii at Manoa/College of Tropical Agriculture & Human Resources/Cooperative Extension Service, 1973. 20 p.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950. 347 p.

IBRAFLOR (Instituto Brasileiro de Floricultura). **O mercado de flores no Brasil**. Boletim IBRAFLOR. v. 67, ano 07, p. 4, 2016. Disponível em: < <http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=255>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.

INOCÊNCIO, M. F., CARVALHO, J. G. Características morfológicas e absorção de nutrientes em duas espécies florestais sob diferentes soluções nutritivas. **Global Science and Technology**, v. 06, n. 03, p. 124-136, 2013.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF NA; FERMINO MH. (Eds.) **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 139-145.

LEE-ESPINOS, H. E.; CRUZ-CASTILLO, J. G.; GARCÍA-ROSAS, B. Multiple shoot proliferation and acclimation of ‘midori’ and ‘kalapana’ anthurium (*Anthurium andreanum* L.) cultured in vitro. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 26, n. 4, p. 301-307, 2003.

LEME, J. M. **Resfriamento e conservação de antúrio ‘IAC Eidibel’**. 2004. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004.

LIMA, C. S. M. et al. Substratos para aclimação de plantas micropropagadas de *Mentha viridis* L. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 672-674, 2007.

LIMA, J. D. et al. Variáveis fisiológicas de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. **Scientia Agraria**, v. 11, n.3, p. 193-200, 2010.

LIMA, I. B. et al. Pimenteira ornamental submetida a tratamentos com daminozide em vasos com fibra de côco ou areia. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3597-3610, 2013.

LIMA, J. D. et al. Growth and yield of anthurium in response to sawdust mulching. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 440-446, 2016.

LIMA-BRITO, A. et al. Rustificação *in vitro* em diferentes ambientes e aclimatização de microplantas de *Comanthera mucugensis* Giul. subsp. *mucugensis*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 152-161, 2016.

LOGES, V. et al.. Experiências de cultivo de antúrio para flor de corte em Pernambuco. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 10, n. 1/2, p. 349-359, 2004.

LONE, A.B. et al. Aclimação de *Cattleya* (Orchidaceae), em substratos alternativos ao xaxim e ao esfagno. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 465-469, 2008.

LUDWING, F. et al. Micronutrientes em cultivares de gérbera do vaso. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 18, n. 2, p. 121-128, 2012.

MAHAJAN, S.; TUTEJA, N. Cold, salinity and drought stresses: an overview. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 444, p. 139-158, 2005.

MAIRA, O.; ALEXANDER, M.; VARGAS, T.E. Micropropagation and organogenesis of *Anthurium andreanum* Lind cv Rubrun. In: JAIN, S.M.; OCHATT, S.J. (Ed.). **Protocols for In Vitro Propagation of Ornamental Plants, Methods in Molecular Biology**. Totowa, New Jersey: Humana Press Edition, 2010. p. 3-14.

MARQUELLI, W. A. et al. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F. de; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.

MAUTA, D. S. et al. **Adubo de liberação controlada (NPK 15-09-12) na produção de abacaxizeiro ornamental em vaso**. In: REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 2014, Ilhéus. Resumos... Ilhéus: UESC, 2014.

MELO JÚNIOR, J. C. F. et al. Efeito de níveis de depleção de água no substrato e doses de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Irriga**, v. 20, n. 2, p. 204-219, 2015.

MENDONÇA, V. et al. Diferentes ambientes e osmocote na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 391-397, 2008.

MERRIAM, J. L., KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271 p.

MIRANDA, J. A. L. et al. Atividade antibacteriana de extratos de folhas de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (Araceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 1142-1149, 2015.

MORA, M. M. et al. Resíduos agrícolas e argila expandida no cultivo da orquídea *Oncidium baueri* Lindl. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 39-46, 2015.

MORAIS, E. B. et al. Evaluation of potential use of native anthurium foliage. **Ornamental horticulture**, v. 23, n. 1, p. 07-14, 2017.

MORALES, C. et al. Estudio de la aclimatización de vitroplantas de anturio (*Anthurium andreanum* Lin.). **Cultivos Tropicales**, v. 30, n. 4. p. 48-51, 2009.

MOURA, L. C. et al. Germinação *in vitro* e aclimação de plântulas de sucupira-preta (*Bowdichiavirgilioides Kunth.*). **Bioscience journal**, v. 30, n. 2, 2014.

MURILLO-GÓMEZ, P. A. et al. Micropropagation of the native species *Anthurium antioquiense* Engl. for conservation purposes. **Agronomía colombiana**, v. 32, n. 3, p. 334-340, 2014.

NASCIMENTO, S. P. et al. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 853–860, 2011.

NAVROSKI, M. C. et al. Uso de hydrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 106, p. 467-476, 2015.

NOMURA, E. S. et al. Crescimento e produção de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p.1394-1400, 2009.

NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Cultivo do antúrio. **Revista Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 9, 2012.

OMAR, M. H. et al. **For market access on anthurium**. Kuala Lumpur, Malaysia: Crop Protection & Plant Quarentine Services Division, Department of Agriculture, 2004. 44 p.

OZÇELIK, A.; OZKAN, C. F. EC and pH changes of the growing media and nutrient solution during anthurium production in closed system. **Acta Horticulturae**, v. 573, p. 91–96, 2002.

OLIVEIRA, Y. et al. Pré-aclimatização *in vitro* de abacaxi ornamental. **Ciência e Agrotecnologia**, Edição Especial, v. 34, p. 1647-1653, 2010.

PADILHA, N. S. et al. Crescimento inicial do pinhão-manso submetido a diferentes regimes hídricos em latossolo vermelho distrófico. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 513-521, 2016.

PARIZI, A. R. C. et al. Níveis de irrigação na cultura do Kalanchoe cultivado em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 1-8, 2010.

PELIZZA, T. R. et al. Aclimatização e crescimento de plântulas de mirtilheiro 'climax' micropropagadas em função do substrato e da cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 898-905, 2011.

PINHEIRO, M. V. M. **Propagação *in vitro* de antúrio (*Anthurium andraeanum* cv. Eidibel) via embriogênese somática**. 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

PIAS, O. H. C. et al. Doses de fertilizantes de liberação controlada no índice de clorofila e na produção de mudas de grápia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 19-26, 2013.



- POLACK, S. W. **Produção em diferentes adubações e substratos e pós-colheita de antúrio de corte.** 2006. 97 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. 97 p.
- PRADO, R. M.; FRANCO, C. F.; PUGA, A. P. Deficiências de macronutrientes em plantas de soja cv. BRSMG 68 (Vencedora) cultivada em solução nutritiva. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 114-119, 2010.
- QUISEN, R. C.; RAIZER, M. D. M.; IRIARTE – MARTEL, J. H. Acclimatization of micropropagated plantlets of *Heliconia Sexy Pink*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. supl, p. 1-5, 2013.
- REGÔ, J. L. et al. Efeitos de níveis de irrigação sobre a cultura do crisântemo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 35, n. 2, p. 302-308, 2004.
- ROCHA, E. L. J. **Aclimatização de mudas micropropagadas de helicônia sob diferentes lâminas de irrigação, tipos e volumes de substrato.** 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- ROCHA, M. A. C. et al. Enraizamento in vitro e aclimatização de genótipos de jenipapeiro (*Genipa americana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 769-774, 2008.
- ROCHA, E. L. J. et al. Aclimatização de mudas de helicônia em ambientes protegido em função do tipo de recipiente e do volume do substrato. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 15, n. 2, p. 159-163, 2009.
- RÓS, A. B. et al. Crescimento, fenologia e produtividade de cultivares de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 4, p. 552-558, 2011.
- RÓS, A. B.; ARAÚJO, H.S.; NARITA, N. Uso de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de batata – doce em bandeja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2667-2674, 2013.
- ROZALI, S. E.; RASHID, K. A. Evaluation of efficient method for acclimatization of an important ornamental rhizomatic plant, *Calathea crotalifera*. **Malaysia Applied Biology Journal**, v. 44, n. 3, p. 17-24, 2015.
- SALOMÃO, L. C. et al. Influência do turno de rega na eficiência do uso da água de irrigação e na produtividade de plantas de alface cultivadas em ambiente protegido. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 10, n. 18, p. 2029-2039, 2014.
- SANTOS, M. R. A. et al. Avaliação de substratos e adubos orgânicos na aclimatização de plântulas de *Heliconia psittacorum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 101, p. 1049-1051, 2004.

SANTOS, M. R. A. **Eficiência de substratos orgânicos na aclimatização de *Heliconia psittacorum* L.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2005. 14 p.

SCALON, S. P. Q. et al. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011.

SCHOSSLER, T. R. et al. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 8, n. 15, p. 1563-1578, 2012.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). **Flores e plantas ornamentais do Brasil: série estudos mercadológicos**. v. 1. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2015, 42 p.

SERAFIM, C. M. **Micropropagação de *Anthurium maricense* por meio da indução ao estiolamento e regeneração de plantas**. 2014. 48 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A. Manejo da irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos. In: FARIA, M. A. de; SILVA, É. L. da; VILELA, L. A. A.; SILVA, A. M. da. (Ed.). **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: UFV/SBEA, 1998. p. 311-348.

SILVA, J. V. et al. Aclimatização “ex vitro” de mudas de antúrio em diferentes substratos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, n. 2, p. 188–191, 2007.

SILVA, P. R. C. **Cultivo comercial de anturium (*Anthurium andreaeanum* Linl)**. Dossie Técnico. Bahia: Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/IEL-BA, 2008. 23 p.

SILVA, C. D. S. et al. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas a deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 7-13, 2010.

SILVA, A. R. A. et al. Morfologia e fitomassa do girassol cultivado com déficits hídricos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 9, p. 959-968, 2012.

SILVA, A. O. A fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido. **Nativa**, v. 02, n. 03, p. 180-186, 2014.

SILVA, J. I. M. et al. Óleos essenciais das raízes das espécies de *Philodendron maximum*, *P. solimoesense* e *P. goeldii* (Araceae). **Revista Fitos**, v. 10, n. 1, p. 1-93, 2016.

SILVEIRA, E. B. et al. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 211-216, 2002.

SILVEIRA, D. G. et al. Aspectos morfofisiológicos na pré-aclimatização *in vitro* e aclimatização de plantas de caroá. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 544-553, 2013.

SOUSA, V. F. et al. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia, 2011. 771 p.

SOUSA, G. G. et al. Acclimatização de *Brassavola tuberculata* com a utilização de ANA em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 208-215, 2015.

SOUZA, G. R. B. et al. Multiple ornamental uses of *Costus stenophyllus* Standl. & LO Williams. **Acta Horticulturae**, v. 1002, p. 427-430, 2013.

STANCATO, G. E.; SILVEIRA, A. P. D. Micorrização e adubação de mudas micropropagadas de antúrio, cv. eidibel: crescimento e acclimatização *ex vitro*. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 957-963, 2010.

STEFANELLO, S. et al. Eficiência de substratos na acclimatização de plantas de *Miltonia flavescens* Lindl. propagadas *in vitro*. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 467-476, 2009.

TAKANE, R. J.; YANAGIZAMA, S. S.; VANDRAME, W. A. **Cultivo moderno de orquídeas: phalaenopsis e seus híbridos**. 1. ed. Fortaleza: Expressão Grafica e Editora Ltda, 2015, v. 1, 200 p.

TAKANE, R. J.; YANAGIZAMA, S. S.; GOIS, E. A. **Técnicas em substratos para a floricultura**. 1. ed. Fortaleza: Expressão Grafica e Editora Ltda, 2013, v. 1, 147 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TOMBOLATO, A. F. C.; CASTRO, A. C. R. **Flores tropicais: tropical flowers**. Brasília (DF): Embrapa Informação Tecnológica; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 42-57, 2005.

TOMBOLATO, A. F. C. et al. **O cultivo de antúrio: produção comercial**. Boletim Técnico IAC 194. Campinas: Instituto Agrônômico, Série Tecnológica APTA, 2002.

TOMBOLATO, A. F. C. et al. Antúrio. In: A. F. C. TOMBOLATO (Ed.). **Cultivo comercial de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2004. p. 61-94.

TORRES, G. O. O.; CROAT, T. B. Tres nuevas especies de Anthurium, (Araceae), para Colombia, Tolima, Ibagué, Cañon del Combeima. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 769-777, 2015.

VALERI, S. V. et al. Efeitos da omissão de nutrientes em plantas de *Caesalpinia echinata*. **Cerne**, v. 20, n. 1, p. 73-80, 2014.

VAN DER KNAAP, et al. **Cultivation guide anthurium pot plant culture: in pursuit of excellence. front cover.** Anthura, 2002. 140 p.

VIANA, T. V. A. et al. Densidade de plantas e número de drenos influenciando a produtividade de roseiras cultivadas em vaso. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 528-532, 2008.

VIÉGAS, J. et al. Anthurium andreanum (Linden ex André) culture: in vitro and ex vitro. **Floriculture Ornamental Biotechol**, v. 1, n. 1, p. 61-65, 2007.

VILLA, F. et al. Influência de substratos alternativos na aclimatização de orquídeas. **Revista Ceres**, v. 54, n. 316, p. 501-505, 2007.

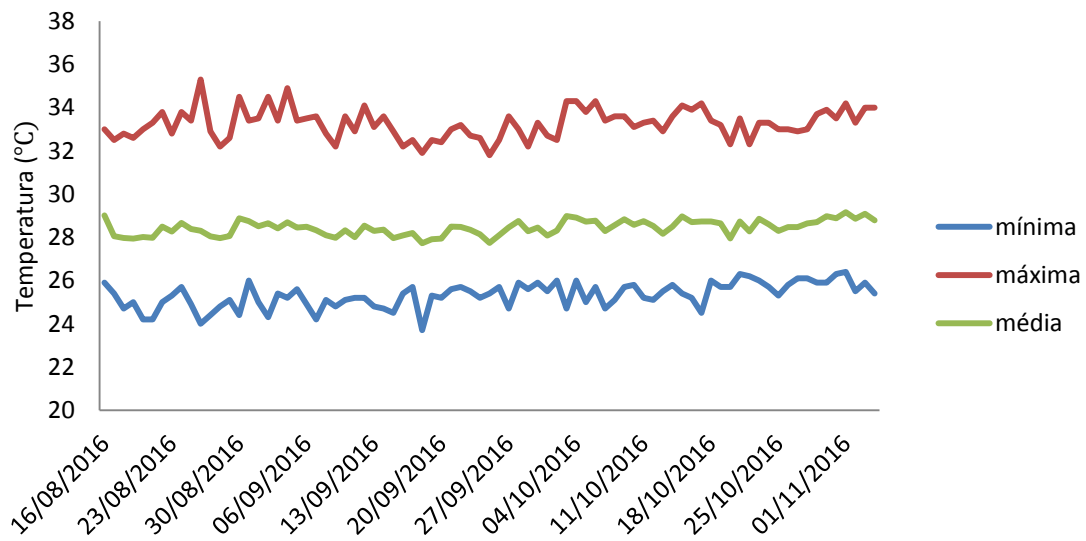
WENDLING, L.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 166 p.

WU, N.; GUAN, Y.; SHI, Y. Effect of water stress on physiological traits and yield in rice backcross lines after anthesis. **Energy procedia**, v. 5, p. 255-260, 2011.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S.R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. paluma e século XXI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 31-36, 2007.

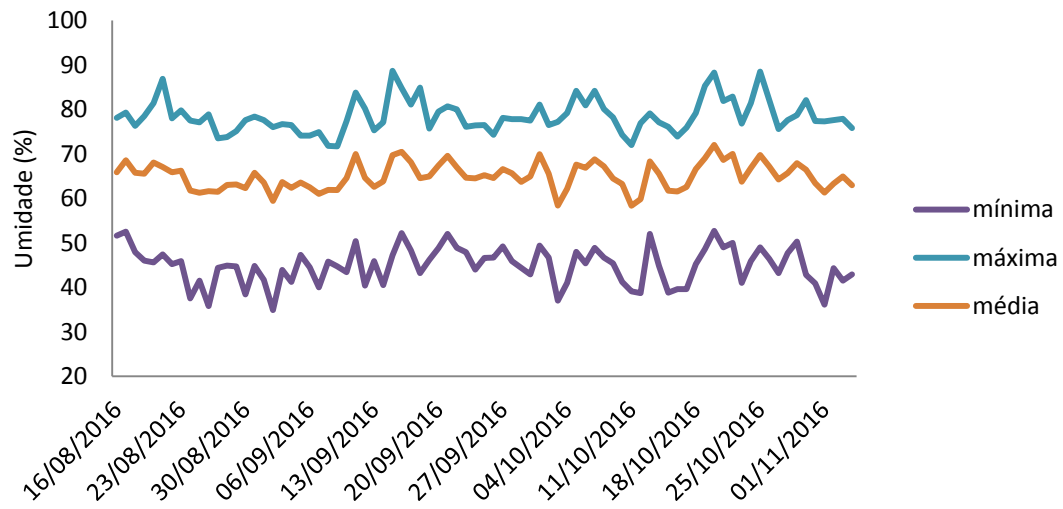
## APÊNDICE A – ANÁLISES DIÁRIAS DE TEMPERATURA E UMIDADE INTERNA AO TELADO.

Figura 1. Oscilações diárias de temperatura durante o período de experimentação (16/08/2016 a 01/11/2016) no ambiente interno ao telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

Figura 2. Oscilações diárias de umidade durante o período de experimentação (16/08/ 2016 a 01/11/2016) no ambiente interno ao telado. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora.

## APÊNDICE B – ANÁLISES FÍSICO-HÍDRICAS E QUÍMICAS DOS SUBSTRATOS

Tabela 1. Valores das análises físico-hídricas dos substratos utilizados no experimento. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016

Amostra	Frações granulares									IG	U%	CRA	Dens. úmida	Dens. Seca
	> 16	8-16	4-8	2-4	1-2	0,5-1	0,25-0,5	0,125-0,25	<0,125					
	----- % -----												----- kg m <sup>-3</sup> -----	
HS	0,0	11,8	15,6	13,7	12,3	13,8	16,8	10,8	5,2	53,5	39,2	72,1	775,7	471,7
FC: H (0,5:1)	0,8	1,2	4,8	24,1	25,8	22,5	15,1	4,6	1,1	56,6	47,4	31,7	569,3	299,3
FC:H (1:1)	2,2	1,3	4,7	22,1	26,7	22,2	15,0	4,8	1,2	56,8	49,5	32,2	510,0	257,3
FC:H (2:1)	2,4	1,9	5,3	18,4	27,1	22,8	15,9	4,8	1,3	55,0	52,3	48,6	425,0	203,0
FC:H (3:1)	10,6	1,4	6,1	17,7	24,0	19,9	14,7	4,3	1,3	59,8	54,8	47,6	399,3	180,3

Fonte: Autora.

Técnicas: Frações granulares, IG (índice de grossura), U% (umidade atual), CRA (capacidade de retenção de água), densidade úmida e densidade seca: gravimetria. Fonte: Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical. HS: HS flores; FC: fibra de coco; H: húmus de minhoca.

Tabela 2. Valores das análises químicas dos substratos utilizados no experimento. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016

Amostra	pH	CE	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	P	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	CTC	C-org	N-total
HS	6,3	2,8	1872,7	615,3	199,0	236,3	12,7	522,7	6,0	570,3	939,3	309,3	426,7	6,6
FC: H (0,5:1)	7,4	1,3	698,7	556,0	745,3	262,7	122,7	494,7	3,3	51,7	868,3	483,3	377,3	12,5
FC:H (1:1)	7,3	1,4	980,7	532,0	722,3	247,7	85,0	675,7	6,7	75,7	939,3	420,0	354,0	11,6
FC:H (2:1)	7,1	1,8	1726,0	622,7	777,3	214,7	75,3	1138,0	14,7	21,7	555,3	507,0	409,3	11,6
FC:H (3:1)	7,0	1,8	2023,3	886,0	704,7	179,3	64,7	1138,0	3,3	15,0	544,0	516,7	351,3	11,9

Fonte: Autora.

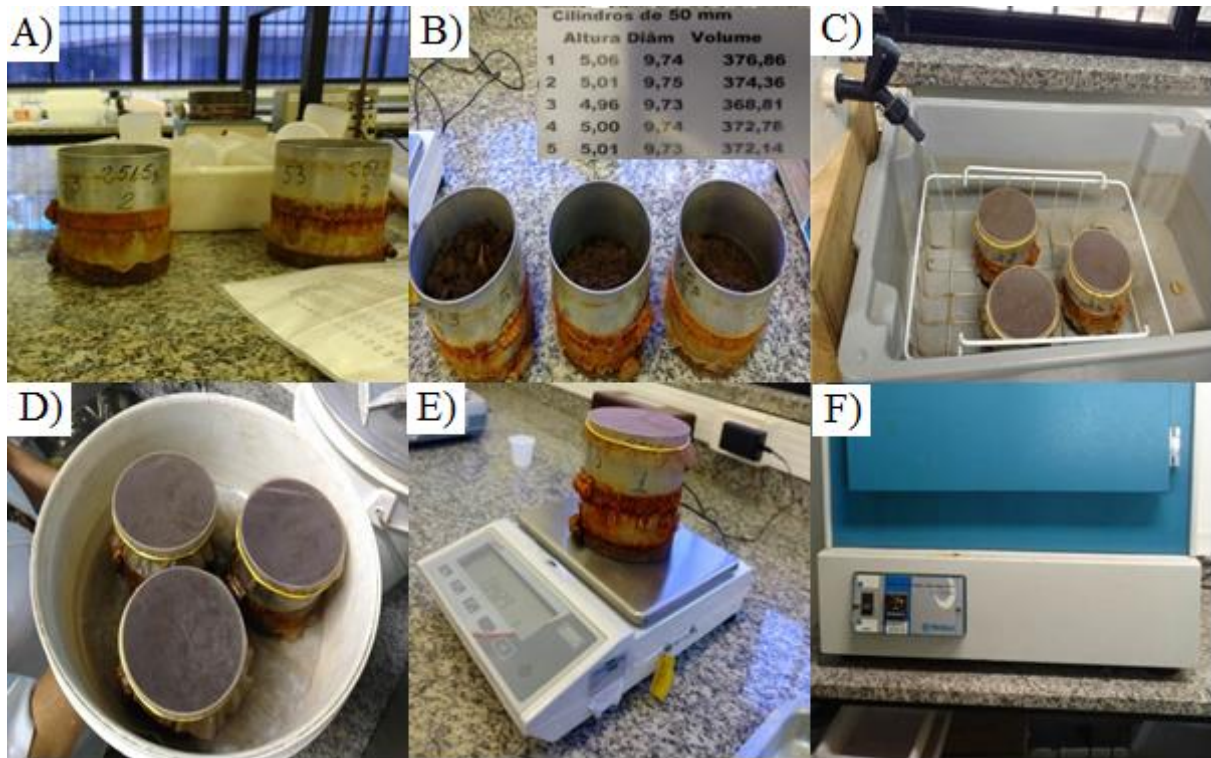
Técnicas: pH (potenciometria); CE (condutividade elétrica, condutimetria); Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> (espectrometria de absorção atômica); K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> (fotometria de chama); P (espectrofotometria); S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (turbidimetria); N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e N-total (destilação); Cl<sup>-</sup>, CTC (capacidade de troca de cátions) e C-org (titulometria). Fonte: Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical. HS: HS flores; FC: fibra de coco; H: húmus de minhoca.

### **APÊNDICE C – PROCEDIMENTO PARA O CÁLCULO DA CRA**

1. Vedação do fundo dos anéis com tela voil e fixação com atilho de borracha ou abraçadeira (Figura 1a);
2. Pesagem dos anéis;
3. Preenchimento dos anéis com substrato. Calcular a quantidade de material para preenchimento dos anéis (massa = volume interno do anel tabelado x densidade úmida) (Figura 1b);
4. Saturação do material nos cilindros em recipiente com água destilada, com lâmina a 0,5 cm abaixo da borda dos cilindros por 48 h (Figura 1c);
5. Transferência dos cilindros para a mesa de tensão, ajustar a tensão para 10 cm e deixar em repouso por 48 h (Figura 1d).
6. Retirada dos cilindros da mesa de tensão e pesar (massa saturada) (Figura 1e);
7. Secagem dos cilindros em telado com circulação forçada de ar a 65 °C, por 48h (Figura 1f);
8. Deixar esfriar e pesar (massa seca);



Figura 1. Procedimento para o cálculo do CRA. a) vedação dos fundos dos anéis; b) preenchimento dos anéis com substrato; c) saturação dos anéis dos cilindros com água destilada; d) Transferência dos cilindros para mesa de tensão; e) pesagem da massa saturada; f) secagem para posterior pesagem da massa seca



Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2016. Fonte: Arlene Santisteban Campos.

Assim o CRA é calculado pela equação 01.

$$CRA = 100 \left( \frac{msa - mse}{mse} \right) \quad (01)$$

Onde:

CRA = Capacidade de retenção de água (%)

msa = Massa do substrato saturada (g)

mse = Massa do substrato seca (g)

**ANEXO A – COMPOSIÇÃO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DE HOAGLAND & ARNON (1950)**

Tabela 1. Composição da solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950)

Fertilizantes / Sais da solução estoque	Concentração da solução estoque (g por L de água)	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
			Volume da solução estoque por L da solução final ----- mL L <sup>-1</sup> -----					
1. KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (mol L <sup>-1</sup> )	136,09	1	1	-	-	1	1	1
2. KNO <sub>3</sub> (mol L <sup>-1</sup> )	101,11	5	-	5	-	5	3	3
3. Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . 5H <sub>2</sub> O (mol L <sup>-1</sup> )	236,16	5	-	2	5	-	4	4
4. MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O (mol L <sup>-1</sup> )	247,47	2	2	2	2	2	-	-
5. KCl (mol L <sup>-1</sup> )	74,56	-	5	1	-	-	2	2
6. CaCl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O (mol L <sup>-1</sup> )	147,02	-	5	-	1	-	1	1
7. NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (mol L <sup>-1</sup> )	115,31	-	-	-	2	-	-	-
8. NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (mol L <sup>-1</sup> )	80,04	-	-	-	-	5	-	-
9. (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mol L <sup>-1</sup> )	132,14	-	-	-	-	-	2	-
10. MgNO <sub>3</sub> . 6H <sub>2</sub> O (mol L <sup>-1</sup> )	256,43	-	-	-	-	-	-	2
11. Solução de micros (*)	-	1	1	1	1	1	1	1
12. Solução Fe EDTA (**)	-	1	1	1	1	1	1	1

(\*) Em 1 L: 2,86 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1,81 g MnCl<sub>2</sub> . 4H<sub>2</sub>O; 0,10 g ZnCl<sub>2</sub>; 0,04 g CuCl<sub>2</sub>; 0,02 g H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> . 4 H<sub>2</sub>O (\*\*): 24,9 g FeSO<sub>4</sub> . 7H<sub>2</sub>O ou 24,25 g de FeCl<sub>2</sub> . 6H<sub>2</sub>O; 33,2 g EDTA-Na; 89 mL NaOH 1N completar em 800 ml H<sub>2</sub>O. Arejar uma noite ao abrigo da luz, completar a 1 L de água. Fonte: Prado, Franco e Puga (2010).

**ANEXO B – GARANTIAS DE COMPOSIÇÃO OSMOCOTE (NPK 15:9:12)  
FABRICADO PELA EMPRESA EVERRIS NA**

Tabela 1. Garantias de composição, conforme o fabricante, do Osmocote (NPK 15:9:12) utilizado no experimento IV (doses de aplicação de fertilizantes)

Garantias de composição	Elementos									
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Mo	Estabilizante
	-----%-----									
	15	9	12	1,3	5,9	0,05	0,46	0,06	0,02	7,68