

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CAPUCHINHA
(*Tropaeolum majus* L.) CULTIVADA EM VASO COM IRRIGAÇÃO POR
CAPILARIDADE EM CASA DE VEGETAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

Carine Brum Duran

Alegrete, 2017

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CAPUCHINHA
(*Tropaeolum majus* L.) CULTIVADA EM VASO COM IRRIGAÇÃO
POR CAPILARIDADE EM CASA DE VEGETAÇÃO**

Carine Brum Duran

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IF Farroupilha, RS) e da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Agrícola

Orientador: Prof. Dra. Fátima Cibele Soares

Alegrete, RS, Brasil

2017

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
Universidade Federal do Pampa
Curso de Engenharia Agrícola

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CAPUCHINHA
(*Tropaeolum majus L.*) CULTIVADA EM VASO COM IRRIGAÇÃO POR
CAPILARIDADE EM CASA DE VEGETAÇÃO**

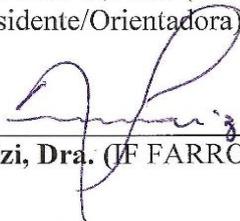
elaborado por
Carine Brum Duran

Como requisito parcial para a obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA



Fátima Cibele Soares, Dra. (UNIPAMPA)
(Presidente/Orientadora)



Ana Rita Parizi, Dra. (IF FARROUPILHA)



Chaiane Guerra da Conceição, Me. (IF FARROUPILHA)

Alegrete, 24 de novembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a professora Cibele pela confiança e orientação que tornou este projeto possível, as gurias do grupo de pesquisa de Engenharia de Irrigação da Unipampa Jainara Netto, Francieli Ribeiro, Andressa Fernandes, Paola Lira, Thaianie Pimentel, Laura Ferreira e Giordana Abreu. A “equipe de emergência” composta por colegas e amigos que se dispuseram mesmo nesta correria de final de semestre a me auxiliar, Lucas Ramos, Alexandre Antunes, Kaled Gazel, Guilherme Castro, Lucas Bortoluzzi. Ao meu namorado David que mesmo não entendendo nada da área se dispôs a aprender e me auxiliou do início ao fim do experimento.

Agradeço a assistência que os técnicos Giulian Gautério, Cleber Milani e Jhon Pablo tem prestado as atividades do grupo de pesquisa, aos vigilantes da Unipampa sempre prestativos a nos auxiliarem e a Francielle Bortolás que me incentivou a iniciar na pesquisa.

Agradeço ao apoio de meus tios Carlos e Gilce e aos demais familiares, a Deus pela fé. Aos meus colegas e amigos cujo os nomes não citei, mas que sabem o quanto agradeço por terem me acompanhando e me dado forças ao longo desta jornada.

“O saber a gente aprende com os mestres e os livros. A sabedoria, se aprende é com a vida e com os humildes! ”

Cora Coralina

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso II

Curso de Engenharia Agrícola

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, RS, Brasil

Universidade Federal do Pampa, RS, Brasil

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CAPUCHINHA (*Tropaeolum majus* L.) CULTIVADA EM VASO COM IRRIGAÇÃO POR CAPILARIDADE EM CASA DE VEGETAÇÃO

AUTORA: CARINE BRUM DURAN

ORIENTADORA: FÁTIMA CIBELE SOARES

Alegrete, 24 de novembro de 2017.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso da técnica de subirrigação por ascensão capilar e o uso do substrato comercial na produção da capuchinha cultivada em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, localizada na área experimental do curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Pampa-Campus Alegrete/RS. O experimento foi bifatorial (4x4) no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento, totalizando 64 unidades experimentais. O primeiro fator foram as alturas de lâminas (13, 12, 10 e 8 cm), e o segundo fator os tempos de subirrigação (T1: acréscimo de 2 minutos do tempo de capacidade de vaso - CV; T2: tempo para atingir a CV; T3: redução de 2 minutos do tempo de CV e T4: redução de 4 minutos do tempo de CV). As sementes foram semeadas em bandejas de isopor com suas células preenchidas com substrato comercial. Diariamente foram contadas o número de plântulas emergidas, com a finalidade de calcular a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação. Após as mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 0,91 L, preenchidos com substrato comercial Mecplant[®]. A subirrigação foi realizada em bacias plásticas de 44 cm de diâmetro e 14,5 cm de altura. Ao longo do experimento foram avaliados a estatura da planta, área foliar, número de folhas, diâmetro e número flores. Ao final do ciclo determinou-se: o teor de umidade da parte aérea e radicular da planta; o comprimento radicular e calculou-se o coeficiente de cultura (Kc). As variáveis foram submetidas a análise da variância a 1 e 5%. Observou-se interação significativa, entre os fatores, ao nível de 1% de probabilidade, para os parâmetros altura de planta, área foliar e diâmetro de flores. Já, para os parâmetros número de flores, comprimento da raiz, a interação, foi significativa ao nível de 5% de erro. No entanto, para o número de folhas e teor de umidade da parte aérea e radicular da planta não houve diferença significativa. O consumo médio diário de água foi de 1,04 mm.dia⁻¹. Os maiores valores de Kc ocorreram no estágio de frutificação. A capuchinha obteve maior crescimento, desenvolvimento e produtividade quando submetida à altura de lâmina de 13 cm e tempo de subirrigação de 3 minutos.

Palavras-chave: hortaliça não-convencional, flor ornamental, ascensão capilar.

ABSTRACT

coursework

Course of Agricultural Engineering

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, RS, Brasil

Universidade Federal do Pampa, RS, Brasil

EVALUATION OF THE DEVELOPMENT OF CAPUCHINHA (*TROPAEOLUM MAJUS L.*) CULTIVATED IN VASE WITH IRRIGATION FOR CAPILLARITY IN GREENHOUSE

The objective of this work was to evaluate the influence of the use of the capillary ascending technique and the use of the commercial substrate on capuchinha production in a protected environment. The experiment was conducted in greenhouse, located in the experimental area of the Agricultural Engineering course, Universidade Federal do Pampa-Campus Alegrete /RS. The experiment was two - factorial (4x4) in a completely randomized design with four replicates per treatment, totaling 64 experimental units. The first factor was the heights of water loads (13, 12, 10 and 8 cm), and the second factor was the irrigation times (T1: increase of 2 minutes of vessel capacity time - CV: T2: time to reach CV: T3: reduction of 2 minutes of CV and T4 time: reduction of 4 minutes of CV time). The seeds were seeded in styrofoam trays with their cells filled with commercial substrate. The number of emerged seedlings was counted daily to calculate the percentage of germination and the rate of germination. After the seedlings reached four leaves, they were transplanted to 0.91 L plastic pots filled with commercial Mecplant® substrate. The overhangs were made in plastic basins of 44 cm in diameter and 14.5 cm in height. Throughout the experiment were evaluated the height of the plant, leaf area, number and diameter of flowers and leaves. At the end of the cycle it was determined: the moisture content of the aerial part and root; the roots length and the crop coefficient (Kc) was calculated. The variables were submitted to analysis of variance at 1 and 5%. There was a significant interaction among the factors at the 1% probability level for the parameters plant height, leaf area and flower diameter. Already, for the number of flowers, root length, interaction, was significant at the 5% error level. However, for leaf number and aerial and root moisture content there was no significant difference. The average daily water consumption was 1.04 mm.day⁻¹. The highest values of Kc occurred at the fruiting stage. The capuchinha showed higher growth, development and productivity when submitted to a blade height of 13 cm and a 3 minute subirrigation time.

Keyword: unconventional vegetable, ornamental flower, capillary water

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Flores de Capuchinha (<i>Tropaeolum majus L</i>).....	16
Figura 2-Tanque Classe A para medição de evaporação.....	20
Figura 3-Casa-de-vegetação da área experimental do curso de Engenharia Agrícola.....	23
Figura 4-Bandeja de isopor preenchida com substrato comercial já semeada.	24
Figura 5-Germinação da capuchinha em bandejas de isopor.	25
Figura 6-Croqui do experimento.	26
Figura 7-Disposição dos vasos em bancada de madeira.	26
Figura 8-Irrigação por capilaridade em bacias plásticas.	27
Figura 9-Tanque Evaporímetro “Classe A”.....	31
Figura 10-Termômetro digital.	31
Figura 11-Consumo hídrico (mm.dia^{-1}) da capuchinha, para as diferentes cargas d’água em função dos tempos de subirrigação.....	34
Figura 12-Temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) no interior da casa de vegetação ao longo do ciclo da capuchinha.....	35
Figura 13-Valores médios de altura de planta (cm) da capuchinha em função do tempo de subirrigação e altura de lâmina d’água.	36
Figura 14-Valores médios da área foliar (cm^2) da capuchinha em função do tempo de subirrigação e da altura de lâmina d’água.	37
Figura 15-Valores médios do número de flores da capuchinha em função do tempo de subirrigação e altura de lâmina d’água.	38
Figura 16-Valores médios do diâmetro da flor da capuchinha em função do tempo de subirrigação e altura de lâmina d’água.	39
Figura 17-Valores médios de comprimento de raiz da capuchinha em função do tempo de subirrigação e altura de lâmina d’água.	40
Figura 18-Sequência de imagens do sistema radicular da planta submetido as diferentes alturas de lâminas água sob o tempo de 100 % da CV.	41
Figura 19-Valores médios do número de folhas da capuchinha em função da altura de lâmina de água.....	42
Figura 20-Valores médios do número de folhas por planta da capuchinha em função dos tempos de subirrigação.....	42
Figura 21-Valores médios de teor de umidade na parte aérea da planta em função da altura de carga d’água,.....	43
Figura 22-Valores médios de teor de umidade na parte aérea da planta em função dos tempos de subirrigação.....	44
Figura 23-Valores médios teor de umidade na parte radicular da planta em função da altura de carga d’água.....	44
Figura 24-Valores médios de teor de umidade na parte radicular da planta em função do tempo de subirrigação.....	45
Figura 25-Início do estágio vegetativo da capuchinha cultivar ‘jewel’.....	47
Figura 26-Estágio de florescimento da capuchinha cultivar ‘jewel’.....	47
Figura 27-Estágio de frutificação da capuchinha cultivar ‘jewel’.....	48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo geral	12
1.1.1 Objetivos específicos.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Flores ornamentais comestíveis	13
2.2 Mercado das flores ornamentais e comestíveis	14
2.3 Características gerais da “capuchinha”	15
2.4 Manejo de irrigação	16
2.5 Balanço Hídrico	17
2.6 O coeficiente de cultura	18
2.7 Evapotranspiração	19
2.8 Parâmetros de análise de crescimento das plantas	21
2.9 Cultivo em ambiente protegido	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1 Local do experimento	23
3.2 Semeadura, emergência e transplante	23
3.3 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos	25
3.4 Manejo das irrigações	26
3.5 Características a serem avaliadas	28
3.5.1 Estatura da planta.....	28
3.5.2 Área foliar e número de folhas.....	28
3.5.3 Número e diâmetro de flores.....	28
3.5.4 Teor de umidade da planta.....	28
3.6 Determinação do consumo hídrico	29
3.7 Determinação do coeficiente de cultura	30
3.8 Análise de dados	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Porcentagem de Emergência e Índice de Velocidade de Emergência	33
4.2 Consumo de água pela planta e temperatura média ao longo dos estágios	33
4.3 Parâmetros de crescimento e desenvolvimento da planta	35
4.4 Coeficiente de cultura	45
5. Conclusão	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
APÊNDICE A	56

1 INTRODUÇÃO

Um setor que vem crescendo progressivamente nos últimos anos é a horticultura, tanto na produção de espécies olerícolas quanto para as espécies ornamentais. No Brasil os setores de hortaliças ocupam uma área de 820.000 hectares movimentando no País cerca de R\$ 55 bilhões ao ano, segundo dados da Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças (ABCSEM, 2016). A horticultura ornamental brasileira é muito influenciada pelas tendências e tecnologias da Holanda e tem o mercado interno como principal destino, contando com uma área de 5,2 mil hectares anualmente, movimentando em 2013 R\$ 5, 22 bilhões de reais (SEBRAE, 2016).

As flores estão presentes em nosso dia-a-dia, tradicionalmente na decoração de ambientes, nos jardins, canteiros, em buquês. Nos últimos anos as flores vêm ganhando destaque também no mercado gastronômico. Orr (2011) discuti sobre o mercado de cultivo e comercialização de flores comestíveis, na qual as precursoras no mercado foram a capuchinha (*Tropaeolum majus L.*) e o amor-perfeito (*viola x wittrockiana Gams*).

A capuchinha é uma planta de porte herbáceo pertencente à família Tropaeolaceae, com flores de cores que variam de branca, amarela, laranja e vermelha, com folhas redondas e planas, é uma planta versátil aplicada a diferentes usos. Ao se pesquisar sobre a capuchinha nota-se diversos estudos desenvolvidos sobre a planta, porém ainda assim é uma planta pouco conhecida pela população consumidora e produtores. Um fato que surpreende por ser uma planta tão versátil e de fácil cultivo, que se enquadra como uma flor ornamental ou uma hortaliça não-convencional, sem contar o seu uso medicinal que vem sendo estudado pela indústria farmacêutica.

O manejo correto de flores é muito importante, principalmente quando estas são destinadas a alimentação, pois não se pode utilizar de agrotóxicos ou tratamentos químicos. O manejo de irrigação é um fator que interfere diretamente no desenvolvimento da cultivar, onde devem ser levados em conta dados do ambiente e a necessidade hídrica da planta. É importante escolher a técnica de irrigação que melhor irá se adequar a cultura, de maneira a suprir a necessidade hídrica da mesma. Existem pesquisas que comprovam a alta eficiência da técnica de subirrigação por capilaridade, inclusive em substrato comercial, em que o molhamento ocorre sem dificuldade, atingindo rapidamente a frente de umedecimento em diferentes colunas de substrato, como estudado por Barreto (2012).

1.1 Objetivo geral

Avaliar a influência do uso da técnica de subirrigação por ascensão capilar e o uso do substrato comercial na produção da capuchinha cultivada em ambiente protegido.

1.1.1 Objetivos específicos

- Avaliar a germinação de plântulas de capuchinha em substrato comercial;
- Avaliar o crescimento e desenvolvimento da capuchinha quando irrigada por capilaridade;
- Quantificar o consumo de água e o coeficiente de cultura da planta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Flores ornamentais comestíveis

Flores são órgãos de natureza essencialmente efêmera, o que resulta em curta longevidade tanto para as flores que permanecem ligadas à planta mãe durante a comercialização como para as de corte (DIAS-TAGLIACOZZO et al., 2005).

As flores alegram e perfumam o meio, as suas cores, aroma e a delicadeza enfeitam e harmonizam jardins e vasos. As flores de algumas plantas, além de possuírem valor ornamental, apresentam características que as tornam verdadeiras iguarias para o uso na culinária, sendo utilizadas tanto para enfeitar pratos como para ter seu sabor apreciado. Desde a idade média cultua-se o hábito de comer flores, onde estas eram servidas para a nobreza em festas e banquetes (MELO et al., 2003).

O uso de flores ornamentais vem crescendo e não só na parte ornamental, mas também segundo Vieira (2013) vem despertando interesse para o emprego alimentício em escala mundial, principalmente após estudos desenvolvidos em alguns países, afirmando a descoberta de substância isolada na planta com atividade antioxidante. Além disso, sua ampla aplicabilidade culinária em saladas, sanduíches, sopas, geleias, compotas, recheios, bebidas e infusões, passam cada vez mais a despertar o interesse pelo assunto. Franzen et al (2016) caracterizaram a qualidade nutricional de pétalas de flores ornamentais, através de análises concluíram que realmente as pétalas possuem um valor nutricional significativo, com teores de proteína e fibra relevantes para uma boa dieta. As flores comestíveis possuem baixo teor de lipídios e valor calórico, ideal para dietas, ou seja, são matérias viáveis para alimentação humana.

Observando nossos hábitos alimentares, não é difícil encontrar várias plantas das quais comemos as flores, como é o caso da couve-flor, alcachofra, brócolis e a cambuquira (flor de abóbora), entre outras (SENRA, 2015). Dentre as flores ornamentais que são comestíveis, as mais conhecidas são: capuchinha (*Tropaeolum majus*), amor-perfeito (*Viola x wittrockiana*), borragem (*Borago officinalis*), rosas (*Rosa spp.*) e centáurea (*Centaurea cyanus*) (FERNANDES et al., 2016).

Golze (2007) desenvolveu uma salada a partir de flores e folhas de capuchinha com a finalidade de verificar a aceitabilidade desta para se tornar mais uma opção de hortaliça tanto

para a produção quanto para o consumo, sua salada foi bem aceita pelo público ao qual foi submetida.

2.2 Mercado das flores ornamentais e comestíveis

Segundo dados divulgados em 2015 pelo Instituto Brasileiro de Floricultura (Ibraflor), a cadeia produtiva de plantas e flores ornamentais gerou, em 2014, um PIB de R\$ 4,5 bilhões. Foram R\$ 10,2 bilhões somente em movimentação financeira e aproximadamente 190 mil empregos diretos.

O mercado de flores comestíveis vem crescendo e ganhando espaço, mostrando-se um mercado promissor e viável de produção, juntamente com o avanço da tecnologia de processamento de alimentos e logísticas que visam manter a conservação de alimentos, de forma a garantir a produção. Nos dias de hoje as pesquisas científicas sobre cultivo e manejo de flores comestíveis, vêm contribuindo também de maneira considerável para o crescimento deste mercado. Segundo Silva (2012) tanto no Brasil quanto no exterior a produção de flores comestíveis vem em expansão como atividade econômica, tornando-se um negócio cada vez mais rentável. Na China, Japão, França Indonésia, Suíça e Ásia o mercado de flores comestíveis ocupa um bom espaço devido ao seu destaque na tradição da culinária destes países.

Conforme Pires (2016) hoje em dia assiste-se a uma preocupação generalizada por parte dos consumidores em torno de uma alimentação mais cuidada, que combine novos ingredientes com possíveis efeitos benéficos à saúde. As flores comestíveis providenciam novas cores, texturas e um carisma próprio a variadíssimos pratos e, para além do seu efeito glamoroso, podem constituir fontes alternativas de compostos bioativos.

As flores comestíveis vêm sendo utilizadas em restaurantes finos, servidas em pratos sofisticados, agregando harmonia e beleza a estes pratos, além de sabores exóticos e nutritivos. O uso destas flores no mercado gastronômico levou a uma maior demanda deste produto, levando os produtores a aumentarem e diversificarem a oferta de flores destinadas à alimentação.

Soares et al. (2015) verificou a viabilidade da implantação de uma estufa para a produção de flores comestíveis de capuchinha em Santo Amaro da Imperatriz, onde tabela e sistematiza todos os materiais necessários para o projeto e demonstra os custos anuais que o sistema irá gerar, salientando uma recuperação de investimento em 2 anos e 4 meses.

As espécies de flores comestíveis podem se tornar uma alternativa para rotação de culturas, como fonte de renda para proprietários que querem iniciar o cultivo de plantas medicinais e flores comestíveis. Cessa et al. (2009), aponta que a capuchinha devido a sua rusticidade que facilita seu cultivo, em conjunto com a produção em grande produtividade de flores que vai de seis a oito meses, se torna uma alternativa viável para produtores que visam meios alternativos de produção.

2.3 Características gerais da “capuchinha”

A capuchinha como é popularmente conhecida, pertence à família tropaeolaceae, nome científico *Tropaeolum majus*, com germinação de 5 a 14 dias, ciclo até o início da floração entorno de 110 dias podendo se estender.

A capuchinha é nativa do Peru, México e regiões da América Central. O termo *Tropaeolum* vem do grego *tropaion*, que significa tropa, alusão à suposta forma de escudo das folhas, sempre acompanhadas de flores, cujos formatos se assemelham a capacetes. Para alguns, a folha vista por trás lembra um capuz (REIS, 2006). Planta rústica com porte herbáceo de ciclo semi-perene, sua maior produção está na América do Sul, havendo registros de maior incidência na Colômbia, Brasil e Peru. A capuchinha é uma planta de clima tropical, com plena exposição solar, mas no Brasil pode ser parcialmente sombreada, recebendo sol somente parte do dia.

O caule é de cor verde claro, carnudos, ocos e cilíndricos, sem pelos, de aspecto quase polidos. A planta é pouco ramificada, sendo que geralmente só ramifica na base e não nos caules. A planta forma uma raiz avermelhada e longa, porém pobre em ramificações, o que torna fácil a possibilidade de se arrancar a planta (NASCIMENTO, 2012). Zanetti (2004) realizou uma análise morfoanatômica de *Tropaeolum majus L*, caracterizando o caule da capuchinha como arredondado e em forma de zigue-zague formando ângulos de 120-135°, podendo chegar a 5 m de comprimento e 1 cm de diâmetro. Suas folhas são verdes, planas e inteiras, suas flores são vistosas, onde as cores variam de branca, amarela, laranja, vermelha e vermelha-escura com manchas escuras no seu interior (Figura 1). Os frutos das plantas pertencentes a família Tropaeolaceae são caracteristicamente do tipo esquizocárpico tricoca. As cocas, por sua vez, são carnosas e sulcadas longitudinalmente. As sementes apresentam-se com endosperma e embrião crassos (BARBOSA, 2012).

Silva (2012) aponta que o sabor das flores se assemelham ao agrião, e a planta é usada como vegetal fresco não convencional, bem como medicinal e ornamental em projetos de paisagismo.



Figura 1 - Flores de Capuchinha (*Tropaeolum majus L.*).
Fonte: Pedrosa (2012)

2.4 Manejo de irrigação

A água é um fator limitante para o desenvolvimento agrícola, sendo que sua falta ou excesso afetam fundamentalmente o desenvolvimento, a sanidade e a produção das plantas. A irrigação é uma prática agrícola que visa principalmente atender as necessidades hídricas das culturas no momento adequado. Por ser uma prática cara, além da aplicação de água, a irrigação deve ser utilizada em todo seu potencial (PIRES, 1999).

Segundo Girard et al. (2017), a determinação da lâmina de água a ser aplicada em uma cultura e a frequência de irrigação são muito relevantes para prevenir a redução nos rendimentos, ocasionados pelo excesso ou déficit de umidade no solo, salinização e compactação por excesso de umidade durante as operações de preparo do solo. O autor ressalta que é importante, para não interferir no desenvolvimento da planta, toda a água perdida por

evapotranspiração deve ser reposta sob a forma de precipitação ou irrigação, de forma a manter no solo com uma umidade ideal para que as raízes consigam retirar a quantidade de água necessária, sem restrições.

Aranha (2015) apresenta as novas técnicas de irrigação que estão sendo utilizadas por produtores de flores e plantas ornamentais em Holambra, com a finalidade de reduzir o consumo de água e aumentar a produtividade da floricultura, como a técnica de irrigação por alagamento combinada ao método de piso de cultivo, técnica trazida da Holanda. Júnior (2015), descreve este novo sistema de irrigação trazido da Holanda, onde a ideia, que utiliza o convencional sistema de irrigação por inundação é adaptado a um sistema de piso cultivável que parte de um espaço poroso, abaixo das plantas, preenchidos com pedras e recoberto com uma manta plástica permeável.

Machado (2013) aponta outra técnica mais tradicional de irrigação, a manual, onde o ideal é que apenas uma pessoa se responsabilize por realizar essa tarefa, observando o comportamento individual de cada espécie / vaso. Pode-se recomendar, de uma maneira geral, que aproximadamente 100 ml de água, uma vez por semana, seja o suficiente para manter a microbiologia do substrato saudável e a planta hidratada. A sensibilidade é que regerá o volume e a frequência da irrigação, medindo-se os fatores insolação x sombreamento, vento x ambientes fechados, tamanho do vaso x exemplar, etc.

Outro sistema que tem sido eficiente é o uso de vasos autoirrigáveis, onde dentro do vaso há cordões que, em contato com a água do reservatório são responsáveis por transferi-la deste para a terra, como uma espécie de raiz artificial (PIRES, 2016).

O uso da irrigação por capilaridade na produção de mudas em viveiros pode trazer vantagens ao uso de água e sua utilização adequada requer o conhecimento da capacidade de ascensão de água no meio de crescimento das raízes, atributo pouco estudado (BARRETO 2012). Este autor avaliou o processo de ascensão de água em dois tipos de substratos comerciais, com dois padrões de tamanho médio, e concluiu que o substrato que mais se adequa para esta técnica de irrigação é o de textura fina de coco.

2.5 Balanço Hídrico

O conceito de balanço hídrico (THORNTHWAITE, 1948) avalia o solo como um reservatório fixo, no qual a água armazenada, até o máximo da capacidade de campo, somente

será removida pela ação das plantas. Thornthwaite, em 1948, teve o grande mérito e a sensibilidade de confrontar de maneira prática os valores de precipitação e de evapotranspiração, sendo que esta comparação entre os valores de precipitação e evapotranspiração potencial determina em linha base o balanço hídrico.

O balanço hídrico considera todos os fluxos de água que entram e saem do volume de solo explorado pelas raízes. A irrigação e a precipitação são as componentes de entrada no balanço hídrico. Já as perdas por percolação profunda, escoamento superficial e consumo de água pelas plantas (evapotranspiração) são as componentes de saída do balanço hídrico (CIIAGRO, 1999).

Libardi (2005) aponta uma situação em que se deseja avaliar o balanço hídrico no solo com uma cultura agrícola. Onde define-se o balanço hídrico no solo com a cultura como a contabilização das entradas e saídas de água num dado volume de controle de solo, durante um certo período de tempo. O volume de solo considerado ou volume de controle depende da cultura em estudo, pois deve englobar seu sistema radicular. Assim é que se se considera como limite superior deste volume a superfície do solo, e como limite inferior a profundidade do sistema radicular da cultura.

O balanço hídrico envolve processos fisiológicos de absorção, transporte, perda de água e capacidade dos tecidos de retê-la, portanto todos esses processos estão inter-relacionados (DIAS-TAGLIACOZZO et al., 2005). Existem diversos métodos para o cálculo do balanço hídrico, sendo que cada um tem uma finalidade diferente. Um dos modelos mais conhecidos foi proposto por Charles Warren Thornthwaite (1948) e posteriormente modificado por John Russ Mather, (1955) que ficou conhecido como Balanço Hídrico de Thornthwaite e Mather (TOMASELLA & ROSSATO, 2005).

2.6 O coeficiente de cultura

O Coeficiente da cultura (K_c) é um parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas devendo, preferencialmente, ser determinado para as condições locais nos quais será utilizado (LOPES et al, 2011). O coeficiente de cultura (K_c) associado a evapotranspiração de referência (E_{To}) estima a evapotranspiração da cultura. Esses dados são de extrema importância para um bom manejo de irrigação melhorando aspectos, como o consumo de água e a produtividade (LONGH, 2013).

O coeficiente da cultura varia com a planta, local, clima, práticas culturais, desenvolvimento vegetativo, disponibilidade de água no solo, estágio de desenvolvimento e condições de cultivo com ou sem controle de ervas daninhas. Na realidade o valor do coeficiente de cultura integra o efeito dos fatores acima mencionados (CIIAGRO, 1999). As características do cultivo que variam durante seu crescimento também afetam o valor do coeficiente de cultura (K_c). E como a evaporação é um componente da evapotranspiração da cultura, os fatores que afetam a evaporação da água no solo também afetam este coeficiente.

O coeficiente da cultura (k_c) é a razão entre a evapotranspiração da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o), é variável de acordo com o estágio fenológico da cultura, podendo atingir, por exemplo, valor superior à unidade na fase reprodutiva de muitas culturas (EMBRAPA, 2009). Segundo Bernardo et al., (2006) quanto maior a demanda evapotranspirométrica local e quanto mais sensível for a planta ao déficit de água no solo, maior deverá ser o valor do coeficiente da cultura.

2.7 Evapotranspiração

A evapotranspiração é o processo de transporte de água na forma de vapor para a atmosfera, de uma superfície vegetada, através dos mecanismos combinados de transpiração das plantas e evaporação do solo (CIIAGRO, 1999). Na irrigação, o ideal é aliar a produção com a eficiência do uso da água, e nisso, surge a necessidade de aprimoramento de fatores importantes como Evapotranspiração (Evaporação + Transpiração), solo, clima e principalmente a cultura em estudo (COUTO, 2015).

As formas mais comuns de medir a evaporação são o Tanque Classe A e o Evaporímetro de Piche. A medição pelo tanque classe A (Figura 2), deve ser realizada diariamente em uma régua, ou ponta linimétrica, instalada dentro no tanque (COLLISCHOM & TASSI, 2008). Os principais fatores que afetam a evaporação são: umidade do ar, tipo de solo, temperatura, vento e radiação solar.

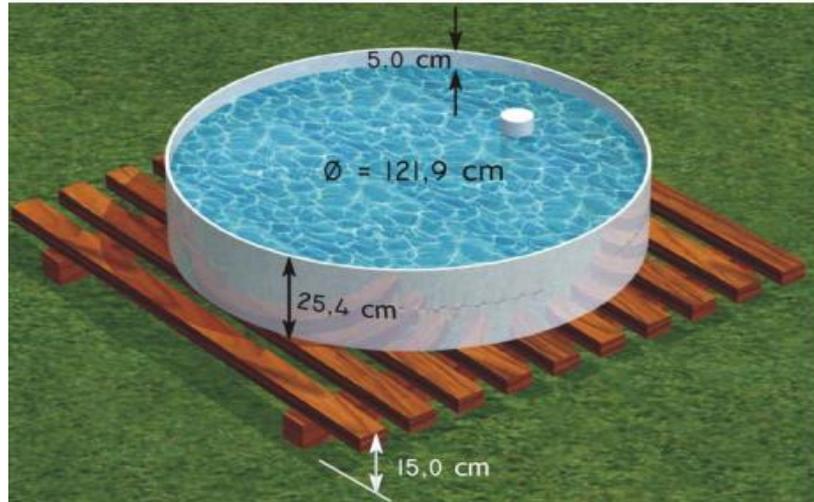


Figura 2 - Tanque Classe A para medição de evaporação
Fonte: COLLISCHONN e TASSI, 2008

Segundo Bernardo et al., (2006) há vários métodos para a determinação da evapotranspiração, que em suma maioria, resultam em estimativas de evapotranspiração potencial, de modo que não ocorra deficiência de água no solo que limite seu uso pelas plantas. Como a evapotranspiração varia de uma cultura para a outra, surge a necessidade de se definir a evapotranspiração de referência (ET_o), bem como a evapotranspiração potencial (ET_{pc}) e a real (ET_r) da cultura.

A evapotranspiração de referência (ET_o), originalmente introduzida sob o termo evapotranspiração potencial (ET_p), é um importante parâmetro agrometeorológico, principalmente para planejamento e manejo de irrigação, mas também é considerada elemento climático de demanda hídrica, daí sua aplicação em estudos meteorológicos, climatológicos e hidrológicos (CARVALHO, 2011). A evapotranspiração potencial da cultura é fundamental para o balanço hídrico dos cultivos agrícolas e é obtido pelo produto da evapotranspiração da cultura de referência (ET_o) e o coeficiente de cultura (K_c).

A evapotranspiração da cultura (ET_c) é a evapotranspiração real de qualquer cultura em qualquer estágio fenológico, podendo estar sofrendo ou não limitação hídrica ou outro fator que impeça a sua taxa potencial. Diz-se que a ET_c é máxima ou potencial quando a cultura não sofre limitações tanto hídrica quanto de outros fatores (EMBRAPA, 2009).

As atividades agrícolas demandam grandes quantidades de água e, sendo cada vez mais preocupante a sua escassez, neste sentido, o correto conhecimento da evapotranspiração das culturas, assume fundamental importância. Uma das alternativas para se racionalizar o uso da

água, em projetos agrícolas, é estimar a evapotranspiração da cultura (ET_c), a partir da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente da cultura (k_c) (CARVALHO, 2011).

2.8 Parâmetros de análise de crescimento das plantas

A análise de crescimento é um método para estimar a produção fotossintética líquida das plantas, em grandes intervalos de tempo. Baseia-se em medidas primárias de matéria seca e dimensões de área foliar (FAGAV, 2008). Segundo Barboza (2004) estas análises permitem quantificar a produção fotossintética das plantas, acompanhando-se o acúmulo de massa seca a intervalos regulares de tempo. Os elementos básicos para análise do crescimento de um vegetal são a área foliar e o peso da massa seca total de parte ou da planta toda.

Conforme Peixoto e Peixoto (2004), o crescimento de uma planta pode ser estudado através de parâmetros de diferentes tipos, sejam: lineares, superficiais, volumétricas, peso e número de unidades estruturais. Os tipos de medidas a serem realizadas dependem de vários aspectos: (a) objetivos do experimentador; (b) disponibilidade de material a ser estudado; (c) disponibilidade de mão-de-obra; (d) disponibilidade de tempo do experimentador ou da equipe; (e) disponibilidade de equipamentos para executar as medidas.

O crescimento pode ser analisado sob vários aspectos. Como medir o crescimento da planta em altura, ou o crescimento do seu diâmetro, ou mesmo de partes ou órgãos da planta (crescimento alométrico). Para análise de crescimento é essencial coletar dados de área foliar e massa seca (de toda a planta ou de suas partes) (PORTES e CASTRO, 1993).

2.9 Cultivo em ambiente protegido

Com a finalidade de atender às exigências ambientais dos vegetais, promovendo condições propícias a um melhor cultivo e desenvolvimento, surgiram ao longo do tempo, casas de vegetação com soluções arquitetônicas diversas, cada qual com o intuito de vencer as adversidades climáticas locais (BRITO, 2000). No mundo, uma parte significativa da pesquisa agrícola e da produção de algumas plantas ornamentais e hortaliças é feita em casas-de-vegetação ou telados, na maioria dos casos, sem controle do ambiente (luz, irradiação solar

global, irradiação infravermelha e calórica, umidade relativa e temperatura do ar) (BELTRÃO et al., 2002).

O uso dessas estruturas se espalhou, primeiro em lugares frios como a Europa, pela Holanda e depois por outros países, principalmente depois do aparecimento do plástico. Atualmente, a produção de hortaliças em casas de vegetação e ou estufas vem se firmando a cada ano e está bem difundida no Brasil e no mundo (BRITO, 2008).

A casa de vegetação se caracteriza pela construção de uma estrutura, para a proteção das plantas contra os agentes meteorológicos que permita a passagem da luz, já que esta é essencial a realização da fotossíntese (PURQUERIO e TIVELLI, 2007). O uso destas estruturas pode ser de caráter parcial ou pleno, como a utilização de cobertura da estrutura para obter-se o efeito ‘guarda-chuva’ assim sendo de caráter parcial. A casa-de-vegetação completa possui ainda cortinas laterais para geração e aprisionamento do calor (REIS, 2005).

A produção em ambientes protegidos é uma técnica por meio da qual se objetiva proteger flores e hortaliças contra a ação dos elementos meteorológicos que as afetam, além de permitir ambientes favoráveis de produção durante todo o ano, com vantagens produtivas e comerciais (ROMANINI, 2010). Um fator importante da produção em estufas é o controle da temperatura e da umidade relativa do ar.

A eficácia da produção em ambientes protegidos se deve a redução do estresse no transplântio, ao maior controle fitossanitário e a redução de custos com mão de obra, irrigação e etc.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Pampa - campus Alegrete, localizada nas coordenadas geográficas 29° 47' de latitude, 55° 46' de longitude e a 91 m de altitude. A mesma possui cobertura convencional plástica, dimensões de 7 x 15 m e bancadas em seu interior, orientadas no sentido leste-oeste (Figura 3).



Figura 3 - Casa-de-vegetação da área experimental do curso de Engenharia Agrícola, Unipampa, Alegrete-RS, 2017.

Fonte: O autor.

3.2 Semeadura, emergência e transplante

As sementes utilizadas foram da capuchinha cultivar 'Jewel' (*Tropaeolum majus L.*), a sementeira foi realizada no dia 31 de março de 2017, dispostas em duas bandejas de isopor, a

primeira com 128 e a segunda com 126 células, ambas com perfurações na base para fins de aeração e drenagem da água, as células foram preenchidas com substrato comercial (Mecplant[®]) (Figura 4). A irrigação foi realizada manualmente com borrifadores de forma a manter o substrato sempre úmido, e cobertas por uma tela de sombrite preta.

Foram contados o número de sementes emergidas diariamente, com a finalidade de se obter a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência (IVE), sendo este calculado de acordo com a equação I proposta por Meguire (1962). Na figura 5 pode ser observada as plântulas já emergidas.

Aos 22 dias após a semeadura, as mudas, unitariamente, foram transplantadas para vasos de polietileno, preenchidos totalmente com substrato comercial Mecplant[®].

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn} \quad (I)$$

Onde:

IVE - índice de velocidade de emergência.

E1, E2,... En - número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N1, N2,... Nn - número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem



Figura 4 - Bandeja de isopor preenchida com substrato comercial já semeada. Unipampa, Alegrete-RS, 2017

Fonte: O autor.



Figura 5 - Germinação da capuchinha em bandejas de isopor. Unipampa, Alegrete-RS, 2017
Fonte: O autor

3.3 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O experimento foi bifatorial 4x4, no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando 64 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos pela combinação dos níveis de dois fatores, sendo o primeiro fator as alturas das lâminas (L1, L2, L3 e L4) e o segundo fator são os tempos de subirrigação (T1, T2, T3, T4).

As definições das alturas de lâmina e tempos de subirrigação foram previamente definidas para o projeto, a partir da determinação da capacidade de vaso (CV). A CV foi determinada seguindo metodologia proposta por Kämpf, et al., (2006). Para este procedimento utilizou-se bacias de plástico com 44 cm de diâmetro e 14,5 cm de altura.

Na Tabela 1 são apresentados os valores de alturas de lâmina e seus tempos de subirrigação, para cada tratamento, adotados no manejo de irrigação da cultivar estudada.

Tabela 1. Valores das lâminas e tempos das subirrigação adotados no experimento.

Altura de lâmina (cm)	Tempos de subirrigação (min)			
	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
8	13	11	9	7
10	11	9	7	5
12	9	7	5	3
13	7	5	3	1

¹: acréscimo de 2 minutos do tempo T2; ²: tempo para atingir a CV; ³: redução de 2 minutos do tempo T2; ⁴: redução de 4 minutos do T2.

O croqui apresentado na Figura 6 ilustra o delineamento experimental, que foi seguido para a condução do experimento, com a representação dos vasos nas bacias. A figura 7 apresenta a distribuição dos vasos sob a bancada de madeira.

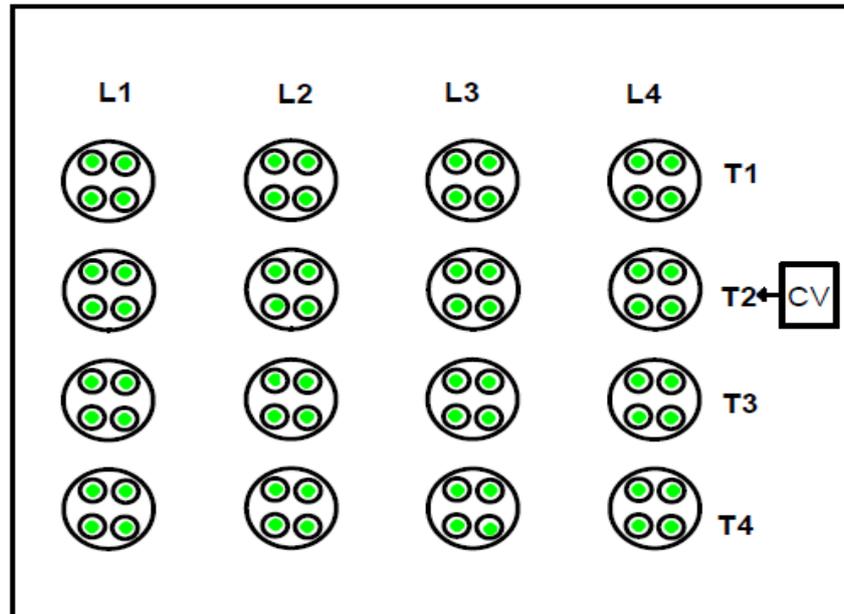


Figura 6 – Croqui do experimento. Unipampa, Alegrete-RS, 2017

Fonte: O autor.



Figura 7 – Disposição dos vasos em bancada de madeira. Unipampa, Alegrete-RS, 2017

Fonte: O autor.

3.4 Manejo das irrigações

As irrigações ocorreram por ascensão capilar em quatro níveis de altura de lâmina de água (13, 12, 10 e 8 cm), sendo cada uma destas alturas, submetidas aos tempos obtidos a partir da CV. Onde a CV refere-se ao tempo em que o substrato alcançou a capacidade máxima de absorção de água, após o processo de drenagem natural ocorrer. Os referidos tempos de subirrigação adotados, em cada carga d'água, são apresentados na Tabela 1.

A subirrigação teve início uma semana após o transplante das mudas e foram conduzidas até o encerramento do experimento, na fase final de frutificação. Para a subirrigação, utilizou-se bacias plásticas de 44 cm de diâmetro e 14,5 cm de altura dispostas sobre uma bancada, o tempo foi registrado com um cronômetro digital e as altura de carga d'água com o auxílio de baldes graduados.

Em cada bacia, já preenchida com a altura de lâmina de água designada, foram dispostos quatro vasos conforme a figura 8, os mesmos tinham perfurações em sua base e com seu peso seco já conhecido, após a irrigação foi realizada a drenagem da água remanescentes nos pratos de cada vaso, com provetas graduadas, a fim de determinar-se o consumo de água.

A frequência da subirrigação foi realizada conforme a demanda hídrica da cultura e devido as condições meteorológicas do interior da casa de vegetação.



Figura 8– Irrigação por capilaridade em bacias plásticas. Unipampa, Alegrete-RS, 2017

Fonte: O autor

3.5 Características avaliadas

Semanalmente, em todas as repetições, foram avaliados a estatura da planta, área foliar, número de flores e folhas. Ao final do ciclo, teor de umidade da parte aérea e radicular, bem como o comprimento das raízes.

3.5.1 Estatura da planta

A medida da estatura da planta foi realizada com régua graduada, medindo-se desde a base da planta na superfície do substrato, até o ponto mais elevado da planta.

3.5.2 Área foliar e número de folhas

A área foliar da planta foi obtida através do produto entre a largura e o comprimento da folha ambas medidas com o auxílio de régua graduada, de acordo com metodologia proposta por Marcolini et al. (2005).

Foram escolhidas quatro folhas de referência por planta para a medida da área, juntamente foi realizada a contagem do número de folhas da planta.

3.5.3 Número e diâmetro de flores

Ao longo do ciclo foi feita a contagem, de forma manual, de florescimentos, e o diâmetro de flores obtidos com régua graduada.

3.5.4 Teor de umidade da planta

Ao final do ciclo da cultura realizou-se a destruição das plantas, onde a parte aérea e radicular da planta foram separadas, esta foi lavada em água corrente para retirada do substrato, com a finalidade de se avaliar o resultado de cada tratamento, destruindo-se todas as unidades experimentais.

Nesta etapa os resultados dos tratamentos foram avaliados através do comprimento do sistema radicular, onde esta medida foi obtida em mesa milimetrada.

Para a obtenção da matéria seca e úmida da parte aérea e radicular, estas foram armazenadas em sacos de papel pardo e pesadas, e após submetidas a secagem a 65° em estufa e pesadas novamente para obtenção da matéria seca. A metodologia foi adaptada pela usada por Neto e Barretos (2011), onde o teor de umidade da planta é obtido com base na diferença entre a massa úmida e massa seca da planta dividido pela massa úmida.

3.6 Determinação do consumo hídrico

O consumo de água pela planta foi determinado conforme equação II, do balanço hídrico, proposta por Thornthwaite (1948):

$$ETc = \sum_{i=1}^L M_i - \sum_{i=1}^L M_{i+1} + I - D \quad (\text{II})$$

Onde:

ETc - Evapotranspiração da cultura no início de um dado intervalo de tempo (mm.dia⁻¹);

M_i - Massa de substrato e água contida no vaso no início de um dado intervalo de tempo;

M_{i+1} - Massa de substrato e água remanescente no final do intervalo de tempo considerado;

I - Irrigação aplicada no intervalo Δt;

D - Drenagem que ocorre no período Δt.

O método do balanço hídrico consiste na pesagem do vaso antes de ser irrigado e após, com a retirada da água que percola no perfil (drenada), fazendo com que se obtenha a variação entre a massa de substrato e a água contida no intervalo de tempo considerado, bem como a

massa de substrato e água remanescente no final do intervalo de tempo considerado, sendo M_i – M_{i+1} , obtidos em balança de precisão de 0,01 g.

3.7 Determinação do coeficiente de cultura

A divisão dos estágios de desenvolvimento foi realizada conforme a metodologia utilizada por Pereira et al. (2005) para a cultura do Crisântemo, que consiste na divisão em três estágios de desenvolvimento, para melhor observação do consumo de água pela planta ao longo do ciclo.

O coeficiente de cultura (KC) foi determinado para as diferentes alturas de lâmina de água, nos tempos de subirrigação correspondentes a 100 % da CV, para os seguintes estágios fenológicos: fase vegetativa que compreendeu o período entre o transplântio e o 55º dia após o plantio (DAT); a fase de florescimento entre o 56º e o 78º DAT; e a fase de frutificação entre o 79º e o 118º DAT. A evapotranspiração de referência (ET_o) foi determinada a partir do coeficiente do tanque e a evapotranspiração diária do tanque “Classe A”. Araújo et al. (2004), afirma que para o tanque “Classe A” instalado dentro da casa de vegetação, recomenda-se utilizar o $K_p=1$.

$$E_{to} = K_p \times EV \quad (III)$$

K_p - coeficiente do tanque classe A (adimensional);

EV - evapotranspiração do tanque classe A (mm.dia^{-1});

O KC foi determinado com base na evapotranspiração real da cultura (ET_c) e evapotranspiração de referência (ET_o), equação IV.

$$KC = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (IV)$$

Onde:

KC - Coeficiente de cultura;

ET_c - Evapotranspiração real da cultura, obtida pelo balanço hídrico (mm.dia^{-1});

ET_o - Evapotranspiração de referência (mm.dia⁻¹);

As medidas de evaporação e temperatura foram realizadas diariamente pela manhã, em tanque classe A (Figura 9) e em termômetro digital (Figura 10), localizados dentro da casa de vegetação.



Figura 9 – Tanque Evaporímetro “Classe A”. Unipampa, Alegrete-RS, 2017
Fonte: O autor.



Figura 10 - Termômetro digital. Unipampa, Alegrete-RS, 2017
Fonte: O autor

3.8 Análise de dados

Os dados foram submetidos à análise estatística realizada com o auxílio do software Assistat (SILVA, 2015) com embasamento do delineamento experimental bifatorial, sendo testada a interação entre os fatores: carga d'água e tempo (AxD) a 1% ($p < 0,01$) e 5% ($0,01 \leq p < 0,05$) de probabilidade pelo teste F.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capuchinha (*Tropaeolum majus L.*) cultivar 'jewel', cultivada em casa de vegetação, apresentou seu ápice de desenvolvimento após 180 dias do transplante das mudas, considerado o estágio final de frutificação, onde a planta alcançou sua produção máxima de flores, e suas inflorescências já estão desenvolvidas e produzindo frutos. O florescimento teve início aos 55 DAT e terminou aos 180 DAT, as flores foram nas seguintes colorações: amarela, laranja, rosa e vermelha.

4.1 Porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência

A porcentagem de emergência alcançada pela espécie foi de 70,86%, valor este semelhante ao encontrado por Silva (2014) com 71% de sementes de maracujazeiros emergidas. Para o índice de velocidade de emergência (IVE), obteve-se o valor de 19,32. Sorgato et al., (2014), estudando a emergência da capuchinha em diferentes substratos, obteve a porcentagem de emergência apresentada pela espécie independentemente do substrato utilizado, inferior a 50% e um IVE médio de 10,77. Esta comparação de resultados demonstra que os valores encontrados de IVE e porcentagem de emergência foram satisfatórios quando comparados a outros trabalhos.

4.2 Consumo de água pela planta e temperatura média ao longo do ciclo

Na figura 11 são apresentados o consumo de água da capuchinha (mm.dia^{-1}), quando submetida as cargas d'água de diferentes alturas, ao longo de seus respectivos tempos de subirrigação. Os maiores valores de consumo de água foram alcançados nos tempos correspondentes ao T2 (100% da CV) de cada altura de carga d'água.

É observado o maior consumo diário para a carga d'água de 10 cm, com um consumo de $1,04 \text{ mm.dia}^{-1}$, para o tempo de subirrigação de 9 minutos. No entanto, observou-se para a carga d'água de 12 cm, no tempo de subirrigação de 5 min, aproximadamente, metade deste

consumo diário, ou seja, $0,53 \text{ mm.dia}^{-1}$, que equivale também ao tempo em que a planta consumiu menos água.

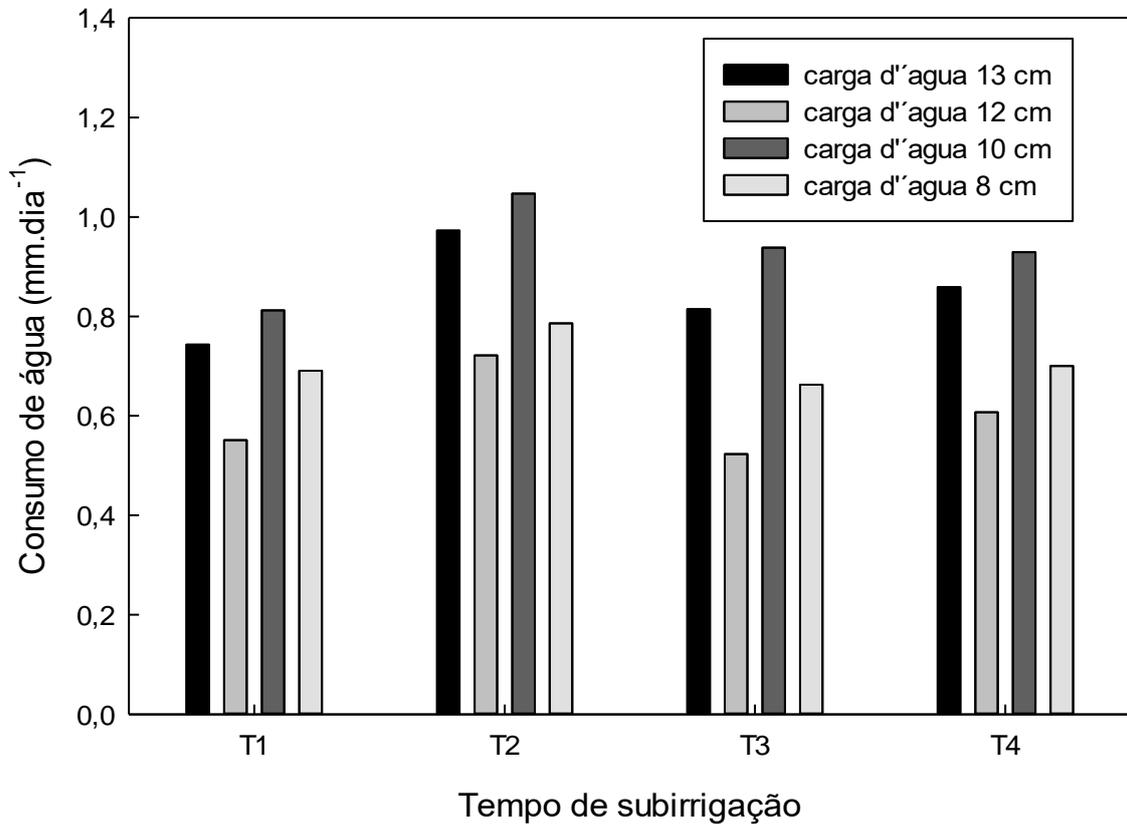


Figura 11 - Consumo hídrico (mm.dia^{-1}) da capuchinha, para as diferentes cargas d'água em função dos tempos de subirrigação.

Fonte: O autor

A figura 12 apresenta as médias de temperatura registrada, pelo termômetro digital, ao longo do ciclo de desenvolvimento da capuchinha entre abril e agosto de 2017. Devido ao cultivo em casa de vegetação nota-se que a média de temperatura pouco variou, com temperatura mínima de $18,9^{\circ}\text{C}$ e máxima de $20,4^{\circ}\text{C}$.

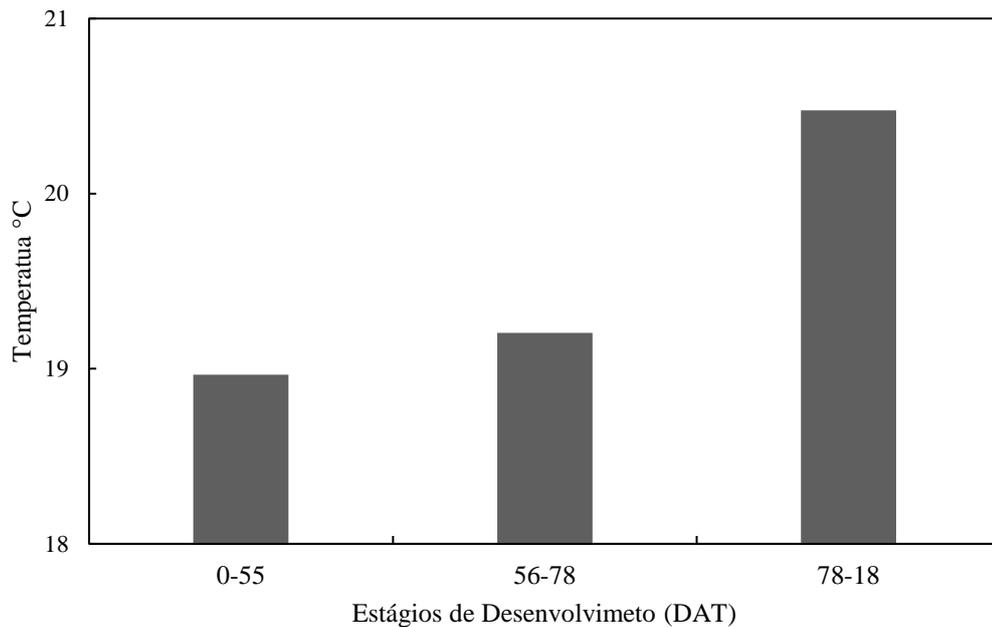


Figura 12 - Temperatura média (°C) no interior da casa de vegetação ao longo do ciclo da capuchinha

Fonte: O autor

4.3 Parâmetros de crescimento e desenvolvimento da planta

Com base nos resultados obtidos na análise de variância (APÊNDICE A), observou-se que houve diferença significativa entre os fatores altura de carga d'água e tempo de subirrigação, ao nível de 1% de probabilidade, para os parâmetros altura de planta (cm), área foliar (cm²) e diâmetro de flores (cm). Já, para os parâmetros número de flores e comprimento da raiz (cm) a interação entre os fatores, foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. No entanto, para o número de folhas e o teor de umidade (%) tanto da parte aérea quanto da radicular não houve diferença significativa.

Para as variáveis estudadas em que a interação entre os fatores, altura de carga d'água e tempo de subirrigação, foram significativos, os resultados foram ajustados à superfície resposta, de forma a demonstrar o comportamento das mesmas em função da interação entre os fatores.

A figura 13 apresenta as médias de altura de planta em função dos fatores altura de lâmina e tempo de subirrigação. A altura máxima encontrada foi de 33,63 cm para a altura de lâmina de 13 cm e tempo de subirrigação de 3 minutos, que representa 2 minutos de decréscimo do tempo da CV. A altura de planta alcançada foi superior à encontrada por Reis (2006) que

obteve o valor máximo de 20,1 cm, para a cultura da capuchinha cultivada em um Latossolo Vermelho Ditrófico. O valor encontrado, por este autor, é mais próximo a menor altura de planta obtida neste trabalho (16,71 cm), na carga d'água de 8 cm. Com estes resultados, verifica-se que o porte da planta tende a aumentar com o acréscimo da altura da carga d'água e quanto mais próximo ao tempo da CV na subirrigação.

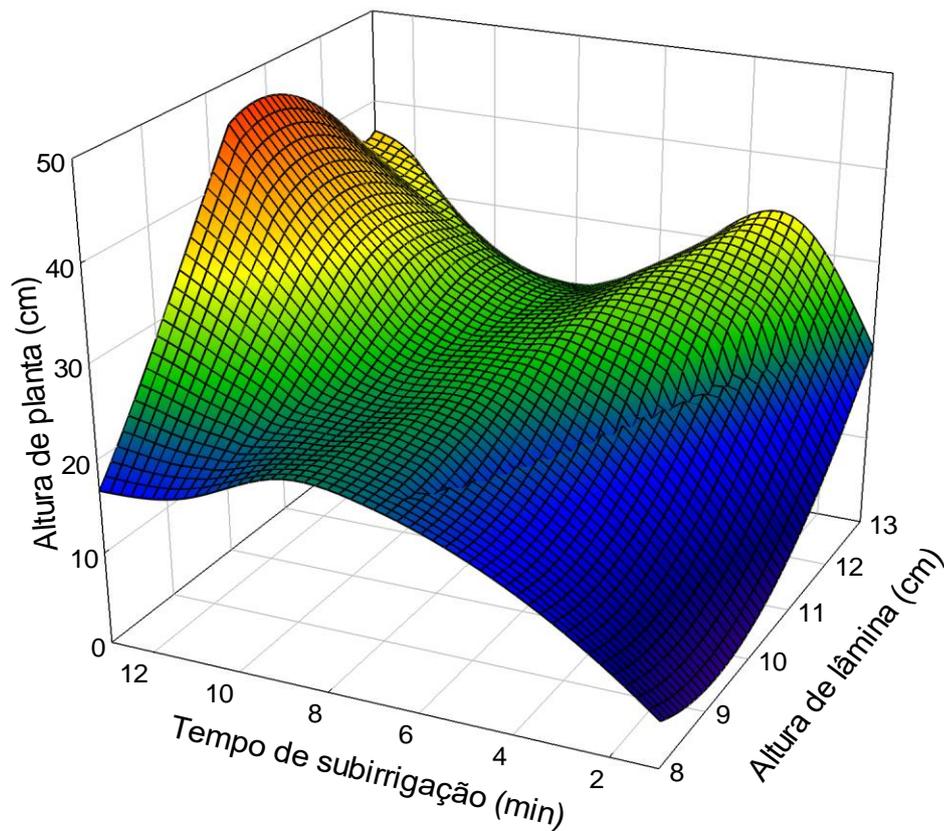


Figura 13 – Valores médios de altura de planta (cm) da capuchinha em função do tempo de subirrigação e altura de lâmina d'água.

Fonte: O autor

A figura 14 apresenta a área foliar média por planta em função dos tempos de subirrigação e alturas de carga d'água. O maior valor observado de área foliar, de 21,01 cm², foi alcançado carga d'água de 13 cm, no tempo de subirrigação de 3 minutos.

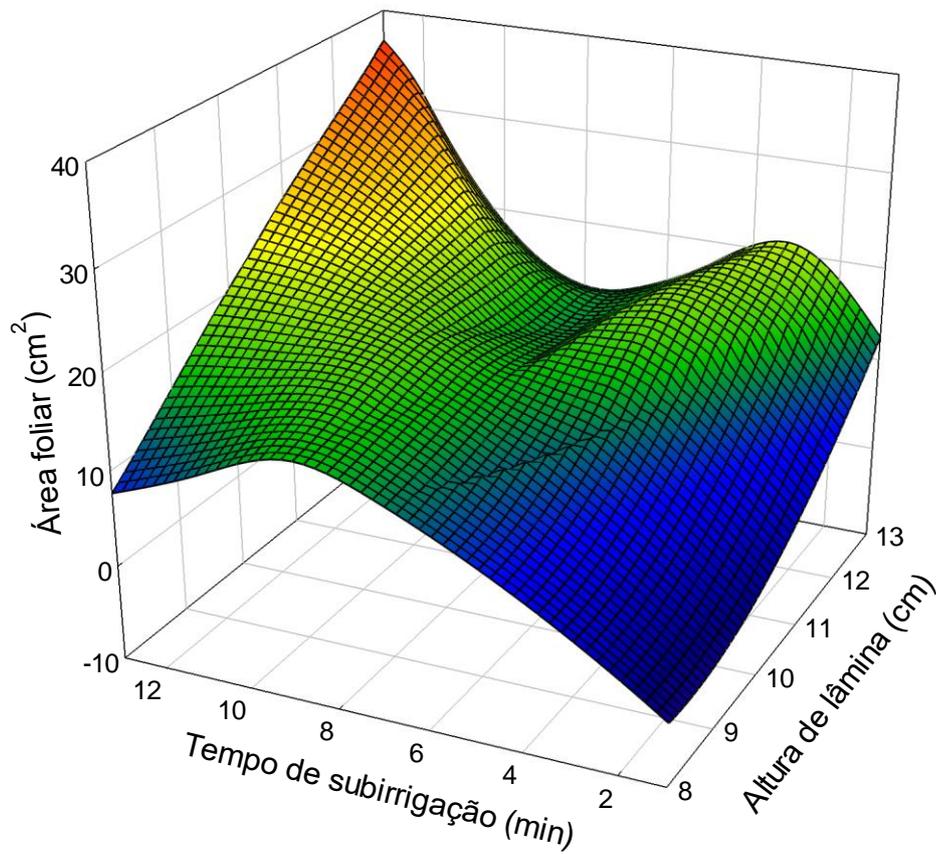


Figura 14 – Valores médios da área foliar (cm^2) da capuchinha em função do tempo de subirrigação e da altura de lâmina d'água.

Fonte: O autor

O número de flores foi computado a partir do 56° DAT, a figura 15 apresenta as médias de produção de flores por planta. A produção máxima média, de 9 flores por planta, foi alcançada na maior carga d'água em que a planta foi submetida (13 cm) no tempo de subirrigação de 3 minutos. Melo et al. (2003), obteve resultados inferiores com produção média de cinco flores por planta computadas a partir do 55° DAT, ao avaliarem o crescimento da capuchinha em hidroponia. Com estes resultados, é possível afirmar que além da planta adquirir maior porte quando submetida à altura de carga d'água de 13 cm e tempo da CV, está também tende a ter maior produção de flores.

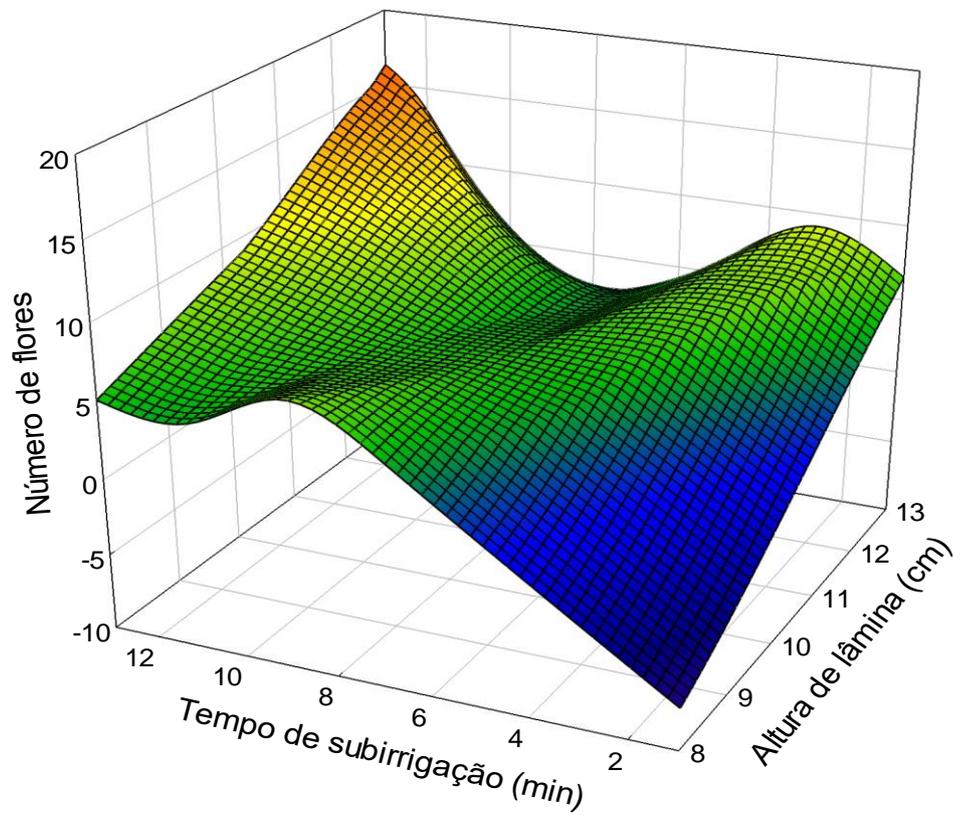


Figura 15 – Valores médios do número de flores da capuchinha em função do tempo de subirrigação e altura de lâmina d'água.

Fonte: O autor

Nota-se, na figura 16, que o diâmetro médio de flores cresce conforme ocorre redução da altura de carga d'água, sendo o diâmetro médio máximo de 4,94 cm, observado na menor altura de carga d'água (8 cm) no tempo de 9 minutos de subirrigação. Em contrapartida a menor média (4,03 cm) de diâmetro de flor encontrada, foi para a maior altura de carga d'água (13 cm), no tempo de subirrigação de 8 minutos. Vieira (2004) encontrou valores próximo aos obtidos para o diâmetro médio de flor, entre 4,41 e 5,09 cm para a capuchinha, quando cultivada em cama-de-frango semicomposta.

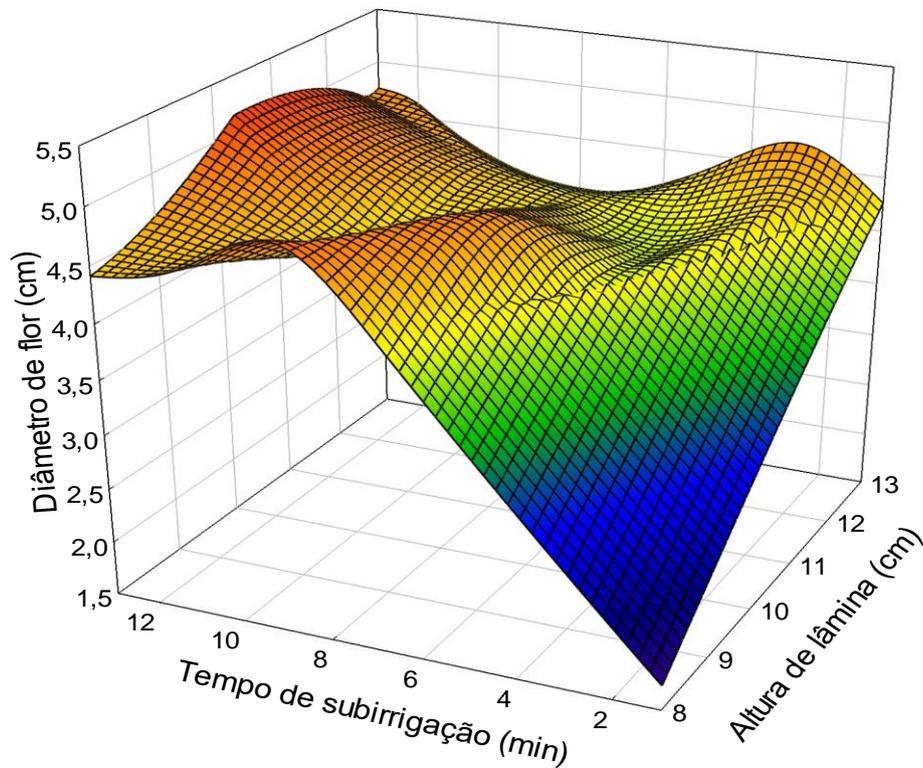


Figura 16 – Valores médios do diâmetro da flor da capuchinha em função do tempo de subirrigação e altura de lâmina d'água.

Fonte: O autor

A variável comprimento de raiz em função dos fatores estudados, é apresentada na figura 17, onde é possível observar que a maior média de comprimento 26,25 cm foi alcançada na altura de carga d'água de 13 cm, no tempo de subirrigação de 3 minutos. Ainda, os resultados mostram que o comprimento da raiz aumenta conforme a altura de lâmina cresce. Assim, quanto menor a quantidade de água aplicada, via subirrigação na planta, menor tende a ser o seu comprimento radicular e seu porte. Quanto ao tempo de subirrigação as maiores médias foram alcançadas nos tempos que equivalem a 100 % da CV.

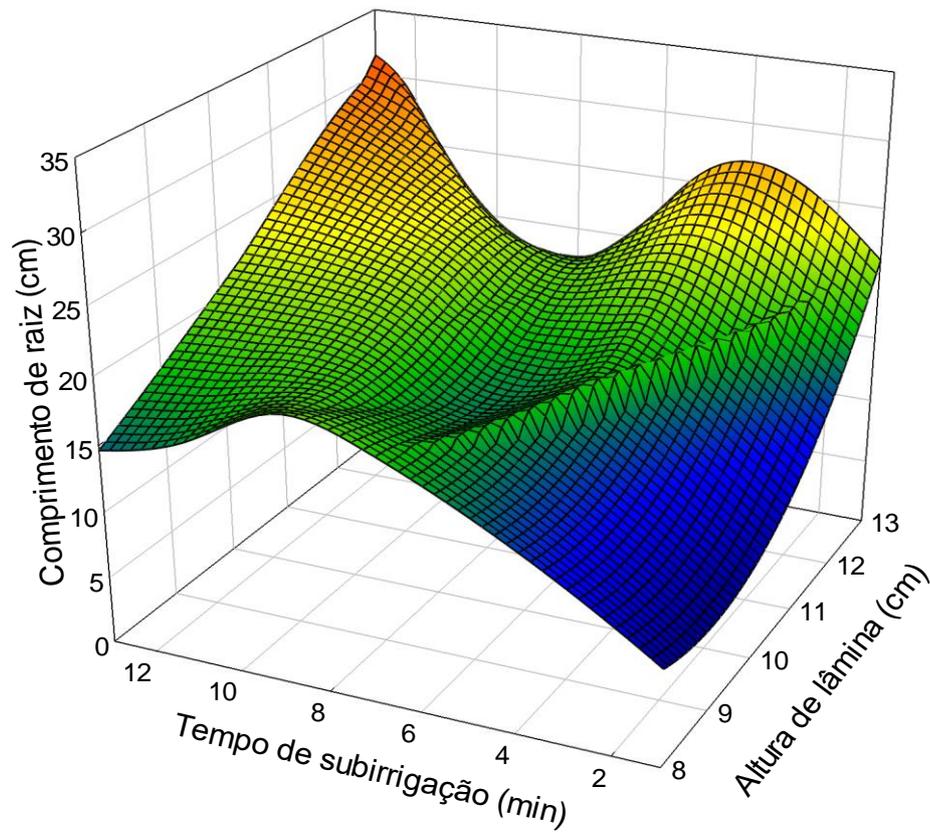


Figura 17 – Valores médios de comprimento de raiz da capuchinha em função do tempo de subirrigação e altura de lâmina d’água.

Fonte: O autor

A figura 18 apresenta o sistema radicular, da capuchinha submetida as alturas de carga d’água de L1, L2, L3 e L4, que correspondiam a 13, 12, 10 e 8 cm, respectivamente, nos tempos de subirrigação que equivalem ao tempo de CV. É visualmente perceptível o crescimento do sistema radicular da capuchinha conforme se aumenta a altura de lâmina. O comprimento radicular da planta teve melhor desenvolvimento nas alturas de lâminas submetidas aos tempos de subirrigação que equivalem ao T2(100% da CV). Também é possível observar que as plantas submetidas a lâmina L4, apresentam o sistema radicular com formato achatado. Trata-se de um indício que quanto menor a altura de lâmina e maior o tempo de subirrigação, maior é a dificuldade de crescimento radial das raízes.



Figura 18 – Sequência de imagens do sistema radicular da planta submetido as diferentes alturas de lâminas água sob o tempo de 100 % da CV. Unipampa, Alegrete-RS, 2017
Fonte: O autor

A interação entre fatores altura de carga d'água e tempo de subirrigação, não foram significativos para os parâmetros número de folhas, teor de umidade da parte aérea e radicular. Desta forma, realizou-se a análise de regressão para ambos os fatores, e a conclusão foi obtida pela equação ajustada e pelos pontos de máxima eficiência técnica (MET). Estes resultados são apresentados nas figuras 19, 20, 21, 22, 23 e 24.

A figura 19 apresenta o comportamento do parâmetro número de folhas em função da carga d'água, os dados resultaram em uma linha de tendência retilínea, gerando a equação de primeiro grau $Y = 2,8829x + 20,86$, com R^2 de 0,837. A média máxima de número de folhas foi obtida para altura de 13 cm de lâmina, com 59 folhas, e a menor média para a altura de lâmina de 8 cm, com 45 folhas.

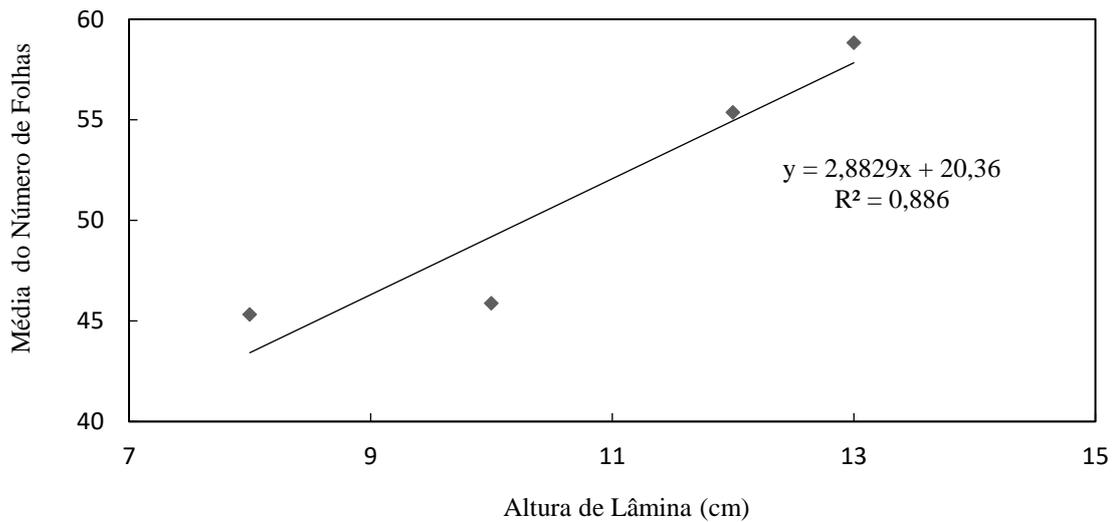


Figura 19 – Valores médios do número de folhas da capuchinha em função da altura de lâmina.

Fonte: O autor

Já, a figura 20 apresenta os valores médios de número de folhas, observados ao longo do ciclo da cultura, em função dos tempos de subirrigação, os quais as plantas foram submetidas. Os resultados se adequaram a uma equação polinomial quadrática, ajustando-se a um R^2 de 0,8009. A MET correspondeu ao tempo de subirrigação de 2,43 min, obtendo-se o valor de 56,77 folhas por planta.

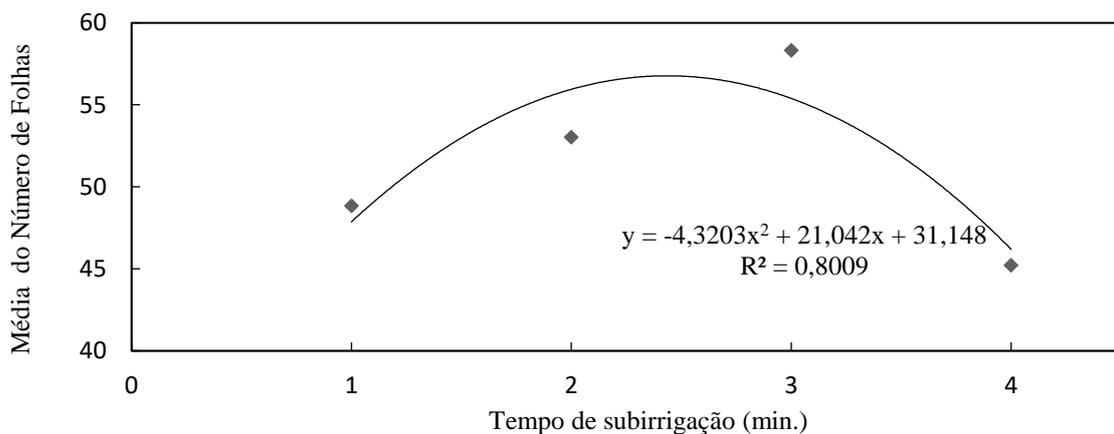


Figura 20 – Valores médios do número de folhas por planta da capuchinha em função dos tempos de subirrigação.

Fonte: O autor

A figura 21 apresenta o teor de umidade da parte aérea da planta em função das alturas de carga d'água, os resultados se adequaram a uma equação de terceiro grau, ajustando-se a um R^2 de 1. A MET correspondeu à altura de lâmina de 8,54 cm para o máximo de 85,55 % de teor de umidade da parte aérea da planta.

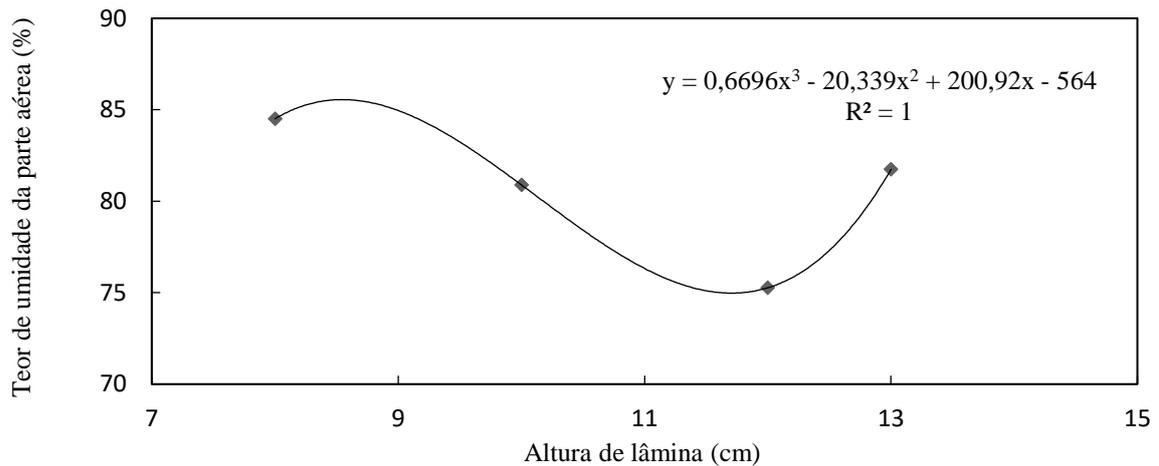


Figura 21 – Valores médios de teor de umidade na parte aérea da planta em função da altura de carga d'água,

Fonte: O autor

A figura 22 apresenta os dados médios de teor de umidade da parte aérea em função dos tempos de subirrigação, onde obteve-se uma equação polinomial quadrática que acorda a um R^2 de 0,9922, gerando uma parábola com a concavidade para cima, que resulta no ponto de mínima eficiência técnica, ou seja, no tempo de subirrigação de 1,85 minutos obteve-se o menor valor para o teor de umidade da parte aérea da planta (79,36%). Tempos de subirrigação acima ou abaixo deste, tendem a aumentar os valores para a variável estudada.

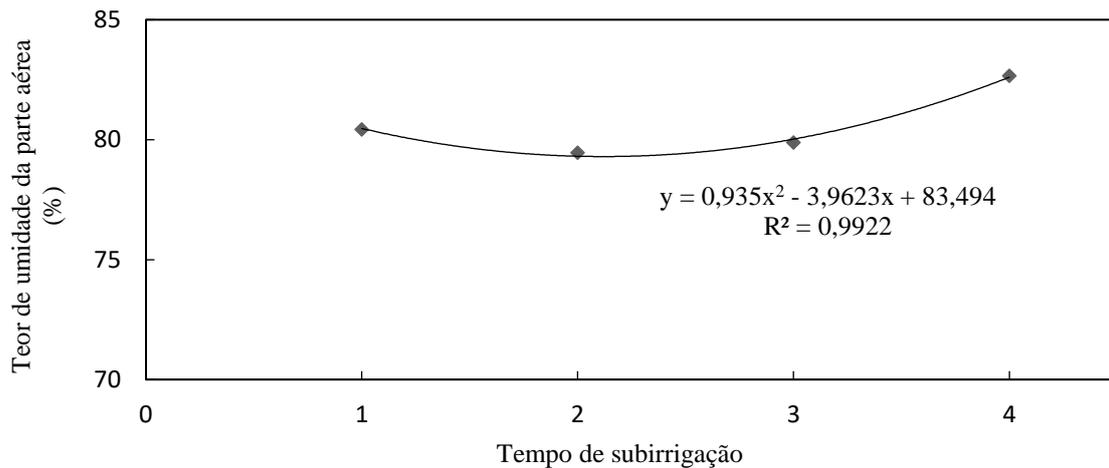


Figura 22 – Valores médios de teor de umidade na parte aérea da planta em função dos tempos de subirrigação

Fonte: O autor

As figuras 23 e 24 apresentam o teor de umidade para a parte radicular da planta estudada, em função das alturas de lâminas e tempos de subirrigação respectivamente, as duas figuras apresentaram um R^2 de 1, ajustando-se a uma equação de terceiro grau.

Na figura 23 para a variável em função na altura de lâmina, alcançou-se a MET na altura de carga d'água de 11,67 cm, correspondente a 91,86% de teor de umidade da parte radicular da planta. Já, a figura 24, obteve-se a MET no tempo de subirrigação de 3,46 min, com um teor de umidade da parte radicular de 90,16 %.

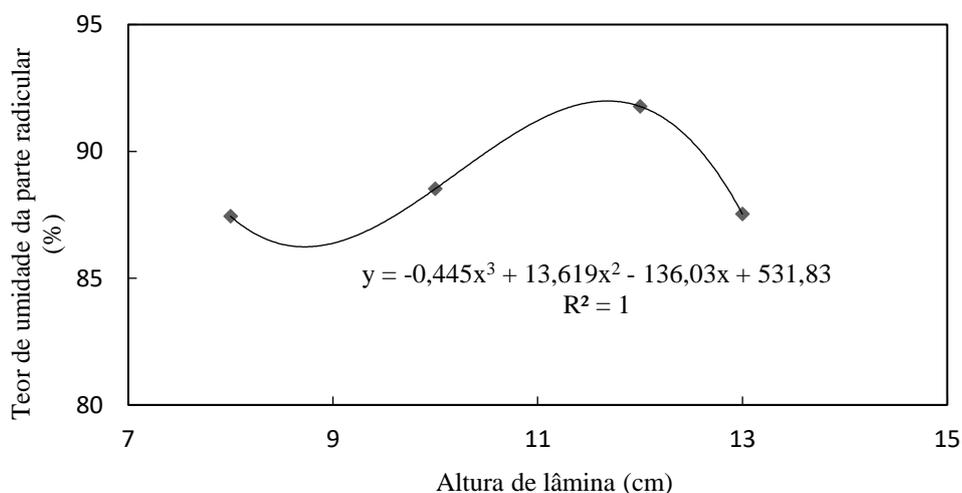


Figura 23 – Valores médios teor de umidade na parte radicular da planta em função da altura de carga d'água

Fonte: O autor

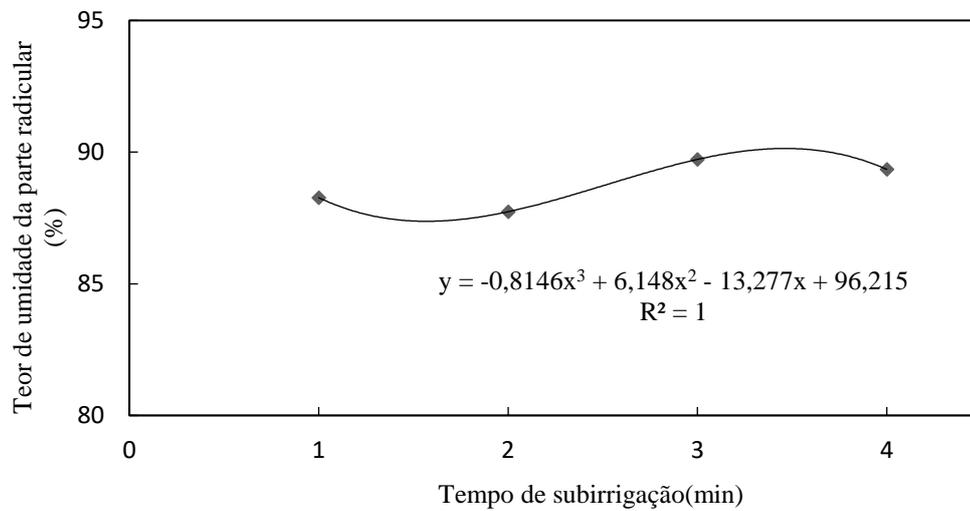


Figura 24 – Valores médios de teor de umidade na parte radicular da planta em função do tempo de subirrigação

Fonte: O autor

4.4 Coeficiente de cultura

Na tabela 2 são apresentados os valores médios do coeficiente de cultura (K_c), para os diferentes estágios de desenvolvimento e alturas de cargas d'água, a que cultura foi submetida. Verificou-se que o maior K_c ocorreu sob altura de lâmina de 10 cm no estágio de frutificação ($K_c = 3,84$), estágio que obteve as maiores médias de K_c . Os valores obtidos foram superiores aos encontrados por Bortolás, (2016), está, encontrou os maiores valores de K_c (entre 1,03 e 1), para os estágios de desenvolvimento e florescimento, respectivamente, para a cultura da *kalanchoe blossfeldiana Poelln*, cultivar 'Debbie'.

Tabela 2. Coeficiente da cultura da capuchinha, cultivar ‘Jewel’, ao longo dos Estágios de desenvolvimento, para diferentes alturas de carga d’água.

Estágios de Desenvolvimento	Altura de lâmina (cm)	Coeficiente de Cultura Médio
Vegetativo	13	0,2
	12	0,13
	10	0,21
	8	0,17
Média		0,18
Florescimento	13	3,49
	12	1,93
	10	2,91
	8	2,69
Média		2,75
Frutificação	13	3,45
	12	2,82
	10	3,84
	8	2,90
Média		3,25

Ao longo do ciclo da cultura, os tratamentos foram fotografados, para que se pudesse visualizar de maneira clara a evolução do experimento. As figuras 25, 26 e 27 representam os três estágios de desenvolvimento da capuchinha, o estágio vegetativo figura 25 compreendido entre 0-55 DAT, estágio de florescimento entre 56-78 DAT (figura 26) e o estágio final de frutificação 78-118 DAT (figura 27).



Figura 25 – Início do estágio vegetativo da capuchinha cultivar ‘jewel’. Unipampa, Alegrete-RS, 2017

Fonte: O autor



Figura 26 – Estágio de florescimento da capuchinha cultivar ‘jewel’. Unipampa, Alegrete-RS, 2017

Fonte: O autor



Figura 27 – Estágio de frutificação da capuchinha cultivar ‘jewel’. Unipampa, Alegrete-RS, 2017

Fonte: O autor

5 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia e nas condições em que o experimento foi conduzido, faz-se as seguintes considerações finais:

O uso de substrato comercial em conjunto com a cobertura de sombrite preto, e as irrigações diárias, fez com que a porcentagem e velocidade de emergência, para a cultura da capuchinha, fossem elevadas, com valores de 70,86% e 19,32, respectivamente.

A irrigação por capilaridade influenciou diretamente nos parâmetros de crescimento e desenvolvimento da planta. O porte da capuchinha pode ser regulado através da quantidade de água e tempo de subirrigação aplicado. Ou seja, quanto maior a altura de lâmina e mais próximo do tempo de 100 % da capacidade de vaso for o tempo da subirrigação, a planta tende para um maior crescimento, desenvolvimento e produtividade, o que é ótimo para a finalidade de comercialização das flores e folhas para o mercado de hortaliças não-convencionais.

As plantas submetidas a menor altura de lâmina e nos maiores tempos de subirrigação, além de demorarem mais para produzir flores e frutos, tiveram seus parâmetros crescimento, desenvolvimento e de produção inferiores as demais alturas de lâmina. No entanto, obtiveram uma aparência mais delicada, com flores maiores e com um porte ideal para uma planta ornamental, cultivada em vaso.

Os coeficientes da cultura para os estágios vegetativo, florescimento e frutificação foram, respectivamente: 0,18; 2,75 e 3,25.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças 2003. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/>, Acesso em: 10 de abril de 2017.

ARANHA, C. Em Holambra, produtor aposta na tecnologia para irrigar vasos. **Revista Globo Rural**. 2015. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Tecnologia-no-Campo/noticia/2015/09/em-holambra-produtor-aposta-na-tecnologia-para-irrigar-vasos.html>. Acesso em: 23 de abril de 2017.

BARBOZA, C. V. Fósforo e cama-de-frango no desenvolvimento e produção de *Tropaeolum majus* L. Dourados-MS: UFMS, 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

BARRETO, C. V. G., TESTEZLAF, R., SALVADOR, C. C. Ascensão capilar de água em substratos de coco e de pinus. **Bragantia**, v. 71, n. 3, p. 385-399, 2012.

BORTOLÁS, F. INFLUÊNCIA DE DISTINTAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E PERCENTUAIS DE CINZA DA CASCA DO ARROZ EM SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE CULTIVAR DE KALANCHOE BLOSFELDIANA POELLN. 2016. **Dissertação** (Graduação em Engenharia Agrícola). Unipampa/IFFar, Alegrete-RS.

BRITO, A. A. A. **Casa de Vegetação com Diferentes Coberturas: desempenho em Condições de Verão**. Viçosa-MG: UFV, 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

BRITO, W. C. Orientações gerais para projeto de construção de estufas. Cametá- PA, 2008. Disponível em: < <https://www.passeidireto.com/arquivo/24244259/trabalho-de-casa-de-vegetacao>>. Acesso em: 21 de maio de 2017.

BELTRÃO, N. E. de M.; FIDELES, F., J.; FIGEUIRÊDO, I. C. M. Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.547-552,

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. Manual de irrigação. 8ed. Viçosa: UFV/ Imprensa Universitária, 2006. 625p

CARDOSO, M. G.; CASTRO D. P.; AGUIAR, P. M.; SILVA, F. V.; SALGADO, A. P. S.; MUNIZ F. R.; GAVILANES, M. L.; PINTO, J. E. Plantas Aromáticas e condimentares. **Boletim Técnico Ufla, Lavras, MG**, p.21, 2010.

CARVALHO, L. G.; RIOS G. F. A.; MIRANDA, W. L.; NETO, P. C. Evapotranspiração de referência: Uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativas. **Pesq. Agropec. Goiânia**, v. 41, n.3, p. 456-465

CES.SA, Raphael Maia Aveiro; MOTA, José Hortêncio; DE MELO, Elmo Pontes. Produção de capuchinha cultivada em vaso com diferentes doses de fósforo e potássio em casa de vegetação. **Global Science and Technology**, v. 2, n. 3, 2009.

CIAGRO. Centro integrado de informações agrometeorológicas. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/Definicoes/BalancoH%C3%ADdrico.htm>>. Acesso em : 25 de maio de 2017.

COLLISCHONN, W., TASSI, R.. Introduzindo Hidrologia. Porto Alegre: IPHUFGRS, 2008. Disponível em:< file:///C:/Users/karin/Downloads/dissertacao%20rafael.pdf>. Acesso em: 13 de junho de 2017.

COUTO, J. P. C., CAVALCANTE, A. R., da SILVA, N. D., & de SOUZA BORGES, T. K. Estimativa diária da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo simples e dual para a cultura da beterraba. São Cristovão/SE, 2015. Disponível em: < <http://www.abid.org.br/cd-xxv-conird/PDF/202.pdf>>. Acesso em: 08 de abril de 2017.

DIAS-TAGLIACOZZO, GLAUCIA M.; FINGER, Fernando L.; BARBOSA, José Geraldo. Fisiologia pós-colheita de flores de corte. **Ornamental Horticulture**, v. 11, n. 2, 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção. 5.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Rio de Janeiro: Embrapa Milho e Sorgo, 2009 306p..

FAGAV, E. B. Análise de Crescimento em plantas. Patos de Minas, MG: UNIPAM, 2008. Disponível em:< <https://www.passeidireto.com/arquivo/5925650/analises-de-crescimento-21>>. Acesso em 04 de junho de 17.

FERNANDES, L., CASAL, S., PEREIRA, J. A., SARAIVA, J. A., & RAMALHOSA, E. Uma perspectiva nutricional sobre flores comestíveis. **Acta Portuguesa de Nutrição**, n. 6, p. 32-37, 2016.

FRANZEN, et al. Caracterização e qualidade nutricional de pétalas de flores ornamentais. Santa Maria, RS, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/cce/Downloads/15834-57890-1-PB.pdf>. Acesso em : 11 de abril 2017.

GOLZE, V. L. O.; SOUZA, T A. Aceitabilidade de alimentação à base de capucinha (*Tropaeolum majus*). **Cadernos de Agroecologia**, v. 3, n. 1, 2009. Disponível em:<<http://www.abaagroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/7589/5465>>. Acesso em: 03 de abril 17.

GIRARDI, L. B., PEITER, M. X., ROBAINA, A. D., PIMENTA, B. D., Ben, L. H., RODRIGUES, S., ... & BRUNNING, J. (2017). Influência da temperatura e da irrigação no número de hastes totais de *Alstroemeria x hybrida*. **REVISTA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO**. Disponível em:<<http://revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/eletronica/article/view/4391>>. Acesso em: 2 de abril de 2017.

IBRAFLOR. Instituto Brasileiro de Floricultura. Mercado interno **2014**. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/ns_mer_interno.php>. Acesso em: 13 de abril de 2017.

LOPES, O. D.; KOBAYASHI, M. K.; OLIVEIRA, F. G.; ALVARENGA, I. C. A.; MARTINS, E. R.; CORSATO, C. E. Determinação do coeficiente de cultura (Kc) e eficiência do uso de água do alecrim-pimenta irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.548-553, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n6/v15n06a02.pdf>> . Acesso em: 06 de abril de 2017.

LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 263 p.

MACHADO, L. Irrigação manual em vasos ornamentais. Janeiro, 2013. Disponível em: <http://200.17.137.108/tde_arquivos/25/TDE-2013-09-25T091633Z1706/Publico/Jorge%0de%20Araujo%20Primo.pdf> Acesso em: 6 de maio de 2017.

MARCOLINI, M. W.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C. Equações de regressão para a estimativa da área foliar de couve-folha. *Científica*, v.33, n.2, p.192- 198, 2005.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.1, p.176-177, 1962

NASCIMENTO, F. D. *Tropaeolum majus* l. Plantas e flores do Areal. Serra do Calvo-Lourinhã, 2012. Disponível em:< <http://floresdoareal.blogspot.com.br/2012/06/tropaeolum-majus-l.html>. Acesso em: 10 de junho de 2017.

ORR, D. Cultivo e comercialização de flores. **Revista Brasileira de Horticultura**, v 29, n3, Setembro, 2011.

PEDROSA, M. W.; FONSECA, M. C. M.; SILVA, L. S.; SILVÉRIO, T. T.; Capuchinha (*Tropaeolum majus* L). **Circular Técnica** n.175, MG, 2012. Disponível em: <http://www.epamig.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=2824>. Acesso em 11 de abril de 2017.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. da S. P. Dinâmica do crescimento vegetal (Princípios Básicos). Cruz das Almas. Nov. 2004. Disponível em: <file:///C:/Users/karin/Downloads/Dinamica%20do%20Crescimento%20Vegetal.pdf> . Acesso em: 04 de junho de 2017.

PIRES, T. C.S.; DIAS, M. I.; BARROS, L.; FERREIRA, I. C.F.R. (2016) - Flores comestíveis como fonte de nutrientes e compostos bioativos. **In XIII Encontro de Química dos Alimentos**. Porto. ISBN 978-989-8124-14-2. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/13835>. Acesso em 09 de junho de 2017.

PIRES, R.C.M; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; FUJIWARA, M.; CALHEIROS, R. O. Métodos e Manejo da Irrigação. Centro de Ecofisiologia e Biofísica Instituto Agrônômicos, 1999. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwipkunVqq3UAhWJhpAKHfhKAGoQFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ciiagro.org.br%2Fjaneladofruticultor%2Fdefinicoes%2Firrigacao.doc&usq=AFQjCNEZ4RaNdAD5KAjcyTb_rEGHaGmRRQ&sig2=yFk0ngo-JsR3mC4ttQp4Qw>. Acesso em 07 de abril de 2017.

PORTES, T. de A. e CASTRO JR, L. G. de. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. **Rev. bras. de fisio. veg.** 1993. Disponível em: [https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=197817&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22CASTRO%20J%20C%20%20de%22&qFacets=autoria:%22CASTRO%20J%20C%20%20de%22&sort=&paginaAtual=1](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=197817&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22CASTRO%20J%20C%20%20%20de%22&qFacets=autoria:%22CASTRO%20J%20C%20%20de%22&sort=&paginaAtual=1). Acesso em 04 de junho de 2017.

PURQUERIO, L.F.V.; TIVELLI, S.W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. Manual técnico de orientação: projeto hortalimento. São Paulo: Codeagro, 2006. p. 15-29.

REIS, F. de C. Componentes de produção de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.), influenciados pela aplicação de nitrogênio e fósforo em um Latossolo Vermelho Distrófico— **Dourados**, MS: UFGD, 2006.

REIS, N.V.B. Construção de estufas para produção de hortaliças nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Circular técnica 38, Brasília- DF: Embrapa Hortaliças, 2005.

Disponível em: <
<https://www.embrapa.br/documents/1355126/9124396/Constru%C3%A7%C3%A3o+de+estu+fas.pdf/8bec74eb-2206-44ff-9aad-538141520c4a>>. Acesso em: 7 de abril de 2017.

ROMANINI, C. E. B.; GARCIA, A. P.; ALVARODO, L. M. , CAPELLI, L.; UMEZU, C. K.; Desenvolvimento e simulação de um sistema avançado de controle ambiental em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n11, 2010.

SANTANA, M.J.; PEREIRA, U.C.; BEIRIGO, J.D.C; SOUZA, S.S.; CAMPOS, T.L.; VIEIRA, T.A. Coeficientes de cultura para o tomateiro irrigado. Irriga, Botucatu, v.16, n.1, p.11-20, 2011.

SEBRAE. O mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais, 2016. Disponível em: <
<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-mercado-brasileiro-de-flores-e-plantas-ornamentais,456649f6ced44510VgnVCM1000004c00210aRCRD/>>. Acesso em: 07 de junho de 2017.

SOARES, E., OLIVEIRA, J. L. B., NAGAOKA, M. T. P. Viabilidade econômica da produção de flores comestíveis de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) sob sistema hidropônico no município de Santo Amaro da Imperatriz–SC. 2015. Disponível em: repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/159894/ELAINE%20SOARES.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10/04/2017.

SILVA, F. A. S. ASSISTAT-Assistência Estatística-versão 7.7 beta (pt). Programa computacional. Universidade Federal de Campina Grande Campus de Campina Grande-PB–DEAG/CTRN, 2014.

SILVA, T. P. da. Fisiologia do desenvolvimento e senescência de flores de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.). **Tese (doutorado)**. Viçosa, MG, 2012. Disponível em: <http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/fisiologia%20vegetal/2012/243498f.pdf>. Acesso em: 10/04/2017.

TOMAZ, Z. F. P.; LIMA, C. S. M.; GONÇALVES, M. A.; RUFATO, L. Crescimento vegetativo, floração e frutificação efetiva do pessegueiro 'Jubileu' submetido a diferentes comprimentos de interenxertos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.45, n.9, p.973-979, 2010.

VIEIRA, Patrícia Maria. Avaliação da composição química, dos compostos bioativos e da atividade antioxidante em seis espécies de flores comestíveis. Araraquara, SP , 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/100866>. Acesso em: 22 de abril de 2017.

ZANETTI, G. D. *Tropaeolum majus L.*: morfo-histologia, fitoquímica, ação antimicrobiana e toxicidade. 2001, 93p. **Dissertação**. (Mestrado em Ciência e Tecnologia Farmacêutica). Centro de Ciências da Saúde Santa Maria, Santa Maria-RS

APÊNDICE A- Análise de variância para os parâmetros de crescimento e desenvolvimento; altura de planta (cm), número de folhas, área foliar (cm²) diâmetro de flores (cm), número de flores, comprimento de raiz (cm), teor de umidade da parte aérea (%), teor de umidade da parte radicular (%).

Fontes de variação	GL ¹	SQ ⁴	QM ³	F ⁴
	Altura de planta (cm)			
Altura de lâmina - H	3	686,060730	228,686910	11,127
Tempo de subirrigação - T	3	247,615730	82,538580	4,016
H x T	9	669,405240	74,378360	3,619**
Resíduo	48	986,517660	20,552450	
Total	63	2.589,599370		
Área foliar (cm)				
Altura de lâmina - H	3	686,06073	228,68691	11,127
Tempo de subirrigação - T	3	247,61573	82,53858	4,0160
H x T	9	669,40524	74,37836	3,619 **
Resíduo	48	986,51766	20,55245	
Total	63	2.589,59937		
Número de folhas				
Altura de lâmina - H	3	2213,78516	737,92839	3,0476
Tempo de subirrigação - T	3	1522,82422	507,60807	2,0964
H x T	9	3924,98047	436,10894	1,8011 ns
Resíduo	48	11622,5	242,13542	
Total	63	19284,08984		
Número de flores				
Altura de lâmina - H	3	7,57207	2,52402	0,5733
Tempo de subirrigação - T	3	38,15484	12,71828	2,8886
H x T	9	89,42591	9,93621	2,2567 *
Resíduo	48	211,34023	4,40292	
Total	63	346,49304		
Diâmetro de Flores				
Altura de lâmina - H	3	0,80095	0,26698	3,68
Tempo de subirrigação - T	3	1,09937	0,36646	5,0511
H x T	9	1,87862	0,20874	2,8772 **
Resíduo	48	3,48238	0,07255	
Total	63	7,26132		

Comprimento da Raiz				
Altura de lâmina - H	3	304,06543	101,35514	7,6719
Tempo de subirrigação - T	3	1,09937	0,36646	1,1654
H x T	9	1,87862	0,20874	2,1958*
Resíduo	48	3,48238	0,07255	
Total	63	7,26132		
Teor de Umidade da Parte Aérea da Planta				
Altura de lâmina - H	3	721,33505	240,44502	8,4876
Tempo de subirrigação - T	3	97,35047	32,45016	1,1455
H x T	9	438,27214	48,69690	1,719 ns
Resíduo	48	1.359,78673	28,32889	
Total	63	2.616,74439		
Teor de Umidade da Parte Radicular da Planta				
Altura de lâmina - H	3	198,11232	66,03744	3,4786
Tempo de subirrigação - T	3	46,81801	15,60600	0,8221
H x T	9	287,05870	31,89541	1,6801 ns
Resíduo	48	911,22890	18,98394	
Total	63	1.443,21793		

¹GL: graus de liberdade; ²SQ: soma de quadrados; ³QM: quadrado médio; ⁴F: F tabelado; --: os tratamentos são quantitativos; **: significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro; * significativo ao nível de 5%; ns: não significativo a 5% de probabilidade.