

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL**

Jéssica Dariane Pirolí

**RESPOSTA DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.)
AO MANEJO DE IRRIGAÇÃO, USO DE POLÍMERO
HIDRORETENTOR E ÉPOCA DE CULTIVO EM AMBIENTE
CLIMATIZADO**

Santa Maria – RS
2022

Jéssica Dariane Piroli

**RESPOSTA DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) AO
MANEJO DE IRRIGAÇÃO, USO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR E ÉPOCA DE
CULTIVO EM AMBIENTE CLIMATIZADO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS), como requisito para a obtenção do título de **Doutora em Engenharia Agrícola**.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Marcia Xavier Peiter

Santa Maria – RS
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Dariane Piroli, Jéssica

RESPOSTA DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* (Raf.)
Shinn.) AO MANEJO DE IRRIGAÇÃO, USO DE POLÍMERO
HIDRORETENTOR E ÉPOCA DE CULTIVO EM AMBIENTE CLIMATIZADO
/ Jéssica Dariane Piroli.- 2022.
95 p.; 30 cm

Orientadora: Marcia Xavier Peiter
Coorientador: Marcelo Antonio Rodrigues
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2022

1. Consumo de água 2. Condicionador de solo 3.
Sistema radicular 4. Manejo de irrigação I. Peiter,
Marcia Xavier II. Rodrigues, Marcelo Antonio III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, JÉSSICA DARIANE PIROLI, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Jéssica Dariane Pirolí

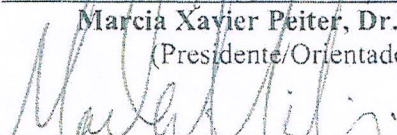
**RESPOSTA DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) AO
MANEJO DE IRRIGAÇÃO, USO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR E ÉPOCA DE
CULTIVO EM AMBIENTE CLIMATIZADO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS), como requisito para a obtenção do título de **Doutora em Engenharia Agrícola**.

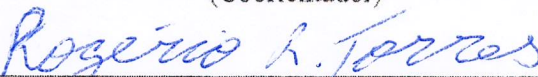
Aprovada em 28 de Março de 2022:




Marcia Xavier Peiter, Dr.^a (UFSM)
(Presidente/Orientadora)



Marcelo Antonio Rodrigues, Dr. (UFSM)
(Coorientador)



Rogério Ricalde Torres, Dr. (IFRS)



Luiz Patric Kayser, Dr. (UFSM)



Alvaro Luis Pasquetti Berguetti, Dr. (UFPR)



Leonita Beatriz Girardi, Dr.^a (IDEAU)

Santa Maria, RS
2022

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, quero agradecer a Deus, por ter abençoado todos os dias da minha vida, por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente.

À minha família, por sempre acreditar em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Quero dizer que essa conquista não é só minha, mas nossa. Tudo que consegui só foi possível graças ao amor, apoio e dedicação que vocês sempre tiveram por mim. Sempre me ensinaram agir com respeito, simplicidade, dignidade, honestidade e amor ao próximo.

A minha irmã Milena, para que sirva de exemplo e incentivo a batalhar pelos seus objetivos com dedicação, esforço e humildade, dedico.

Ao meu namorado e companheiro de todas as horas, Cristian, que compreendeu todos os meus momentos e dificuldades, seu apoio e carinho foram cruciais para a conclusão deste trabalho.

Manifesto a minha gratidão à Doutora Marcia Xavier Peiter, orientadora desta tese, pela sua simpatia desde o nosso primeiro encontro, pelas críticas e conselhos, mas, sobretudo pelo estímulo e ajuda na concretização deste projeto. Obrigada pela paciência, pelo incentivo, pela força e principalmente pelo carinho.

Ao professor Adroaldo Dias Robaina, pelos ensinamentos, atenção, amizade, profissionalismo e paciência depositada.

Agradeço ao professor Marcelo, pela oportunidade de tê-lo sempre me auxiliando nos experimentos, tirando dúvidas. Obrigada pela confiança, pela amizade e conselhos.

Aos colegas de laboratório Anderson, Laura, Silvana, Jhosefe, Yesica, Patric, Miguel, Ricardo e Juciano que sempre me ajudaram durante o experimento, obrigada pelo incentivo, histórias compartilhadas e pelo apoio constante. Aos meus amigos e demais colegas, com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção melhora tudo o que tenho produzido na vida.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) pela oportunidade e estrutura disponibilizada.

A CAPES pela bolsa concedida.

Foram muitas as pessoas que estiveram ao meu lado durante essa caminhada. Talvez eu não consiga expressar toda a minha gratidão por meio de palavras...

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre
aquilo que todo mundo vê.

Arthur Schopenhauer

RESUMO

RESPOSTA DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) AO MANEJO DE IRRIGAÇÃO, USO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR E ÉPOCA DE CULTIVO EM AMBIENTE CLIMATIZADO

AUTORA: Jéssica Dariane Piroli

ORIENTADORA: Prof^a Dr^a. Marcia Xavier Peiter

No segmento de flores, o lisianthus se configura como uma das espécies de maior importância no mercado nacional e internacional. No entanto, o conhecimento do correto manejo da irrigação e dos fatores que influenciam na produção e na qualidade das hastes tem se sustentado, geralmente, no empirismo, resultando na aplicação de quantidade insuficiente ou excessiva de água. Assim, uma alternativa capaz de otimizar a eficiência no uso da água é a adição de polímero hidroretentor (hidrogel) ao substrato, associada à irrigação, com a finalidade de absorver grande quantidade de água, sendo utilizado como alternativa para melhorar o armazenamento de água, especialmente sob condições de déficit hídrico. Além disso, é imprescindível o estudo de tecnologias referentes ao manejo pós-colheita, visto que as flores de corte são produtos altamente perecíveis. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi identificar e quantificar a influência do manejo de água e uso do hidrogel, considerando ainda a influência da época de cultivo sobre a produção, consumo, eficiência de uso da água, crescimento de raízes, qualidade e durabilidade na cultura do lisianthus. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema bifatorial 5x4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos dos cinco níveis de retenção de água (40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção do vaso) e quatro doses de hidrogel (0, 3, 6 e 9 gramas por vaso). Em conclusão, a adição polímero hidroretentor hidrogel no substrato atuou como mitigador dos efeitos do estresse hídrico sobre as plantas, contudo, o que realmente configurou melhores respostas quanto à altura, diâmetro e a produção de botões das hastes florais de lisianthus foram as lâminas de irrigação. As lâminas de irrigação de aproximadamente 80% da capacidade de retenção do vaso são mais indicadas para o crescimento e produção do lisianthus. O consumo hídrico, obteve um comportamento crescente, tanto com o aumento da dose do hidrogel, quanto com o aumento do nível de irrigação, nas duas épocas de cultivo. A eficiência do uso da água, na primeira época obteve um crescimento constante até a lâmina de 80% da capacidade de retenção do vaso, e doses de hidrogel entre 3 e 6 gramas. Na segunda época, os melhores resultados foram encontrados entre as lâminas de 60% e 100%, independente da dose de hidrogel testada. O comprimento total, a área superficial e o volume das raízes das plantas do lisianthus apresentaram melhores resultados quando se utilizou lâminas entre 60 e 100 % da CRV. A utilização de sacarose + ácido cítrico é eficiente na manutenção da qualidade e durabilidade pós-colheita de hastes florais de lisianthus.

Palavras-Chave: Consumo de água, condicionador de solo, sistema radicular, manejo de irrigação.

ABSTRACT

RESPONSE OF LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) TO IRRIGATION MANAGEMENT, USE OF HYDRORETENANT POLYMER AND CULTIVATION TIME IN A PROTECTED ENVIRONMENT

AUTHOR: Jéssica Dariane Piroli

ADVISOR: Prof^a Dr^a. Marcia Xavier Peiter

No flower segment, or lisianthus, is configured as one of the most important species in the national and international market. However, knowledge of the correct irrigation and the factors that harmed production and effort has generally been based on empiricism, on the application of water in insufficient quantity or of insufficient quality. Thus, an alternative capable of optimizing the efficiency in the use of water is the addition of a hydroretainer (hydrogel) to the substrate, associated with irrigation, in order to absorb a large amount of water, being used as an alternative to improve water storage under conditions of water deficit. In addition, it is essential to study post-harvest reference technologies, since cut flowers are highly perishable products. Thus, the objective of the present work was to identify and quantify the influence of water management and hydrogel use, also considering an influence of the growing season on production, consumption, water use efficiency, root growth, quality and durability. in the lisianthus culture. The experimental design adopted was completely randomized, in a two-factor 5x4 scheme, with four replications. The treatments consisted of water capacity levels (40, 60, 80, 100 and 120% of water capacity) and four hydrogel doses (0, 3, 6 and 9 grams per pot). In short, the amplitude is greater than the hydroretainer of the hydrogel did not work as the water stress on the plants, however, the responses, which configured the best in terms of height, diameter and production of control of floral pressures of lisianthus were as irrigation ones. Irrigation depths of approximately 80% of the potting capacity are more suitable for the growth and production of lisianthus. The water consumption showed an increasing behavior, both with the increase of the hydrogel dose, and with the increase of the irrigation level, in the two growing seasons. The efficiency of water use, in the first season, had a constant growth until the water depth of 80% of the vessel's retention capacity, and hydrogel doses between 3 and 6 grams. In the second season, the best results were found between 60% and 100% slides, regardless of the hydrogel dose tested. The total length, surface area and root volume of lisianthus plants showed better results when blades between 60 and 100% of CRV were used. The use of sucrose + citric acid is efficient in maintaining the quality and post-harvest durability of lisianthus floral stems.

Keywords: water consumption, soil conditioner, root system, irrigation management.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVO	10
2.1	Objetivo Geral	10
2.2	Objetivos Específicos	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1	A FLORICULTURA NO BRASIL	11
3.2	ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO LISIANTHUS	12
3.2.1	Cultivo em ambiente protegido	14
3.2.2	Manejo da irrigação	15
3.2.3	Evapotranspiração e coeficiente de cultivo (kc).....	17
3.2.4	Eficiência do uso da água (EUA).....	19
3.2.5	Substrato.....	19
3.2.6	Hidrogel	21
3.2.7	Produção e quantificação de raízes	22
3.3	Durabilidade pós-colheita	24
4	MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	26
4.1.1	Delineamento experimental	26
4.1.2	Material vegetal/vasos/substrato	26
4.1.3	Determinação da capacidade de retenção do vaso	27
4.1.4	Consumo hídrico.....	28
4.1.5	Dados climatológicos	29
4.1.6	Eficiência do uso da água	31
4.1.7	Fertirrigação	31
4.1.8	Avaliações	32
4.1.9	Análise estatística.....	33
4.1.10	Experimento pós-colheita.....	33
4.1.11	Soluções de manutenção.....	34
4.1.12	Delineamento experimental pós-colheita.....	34
4.1.13	Análise estatística pós-colheita	35
5	Artigo 1 – Produção de lisianthus de corte cultivado sob diferentes disponibilidades hídricas e doses de polímero hidroretentor	36
6	Artigo 2 – Eficiência do uso da água e coeficiente de cultivo para lisianthus de corte cultivado em ambiente protegido	56
7	Artigo 3 – Longevidade de hastes florais do lisianthus cultivado sob diferentes disponibilidades hídricas e soluções de manutenção	69
8	DISCUSSÃO GERAL	80
9	CONCLUSÕES GERAIS	84
	REFERÊNCIAS	85

1 INTRODUÇÃO

No segmento de flores, o lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) se configura como uma das espécies de maior importância no mercado nacional e internacional (RODRÍGUEZ-SERRANO et al., 2020). É pertencente à família Gentianaceae e é originária do norte do México e sudeste dos Estados Unidos. Suas flores com múltiplas cores e seu aspecto similar as pétalas de rosa, são apreciadas e vendidas em todo o mundo (ALMEIDA et al, 2021).

No Brasil, a produção de lisianthus apresenta grande potencial, no entanto, a necessidade de água e a influência dos manejos de irrigação são conhecidos para poucas espécies tradicionalmente cultivadas como flores de corte, como a rosa (CAVALCANTE JÚNIOR et al., 2013), alstroemeria (GIRARDI et al., 2017), gérbera (PIROLI et al., 2019), zínia (MARTINS et al., 2021), entre outras, sendo escassos os trabalhos dessa cultura em ambiente protegido, e em períodos de cultivo com condições climáticas distintas.

Considerando que o padrão de qualidade do ramo floral é decisivo para o sucesso da produção, o cultivo em ambiente protegido é uma alternativa para a gestão eficiente dos recursos hídricos, além de influenciar no padrão de qualidade das flores de corte (SLATHIA et al., 2018). Além disso, no setor de flores, a estética das plantas influencia na classificação do produto e na estratégia de maximização de lucro para posterior comercialização (PIROLI et al, 2019).

No cultivo de flores em recipientes, a utilização de substrato assume influência direta no crescimento, pois o sistema radicular fica reduzido ao espaço disponível do vaso, limitando o crescimento das raízes e a quantidade de água armazenada (LUDWIG et al., 2015). Sendo este último, um dos fatores mais importantes que afetam o crescimento e o desenvolvimento de plantas ornamentais em vasos (GIRARDI et al., 2018).

Adicionado a isso, a quantidade de água disponível no cultivo em recipientes pode causar diferentes alterações no sistema radicular das plantas, e conseqüentemente na parte aérea, influenciando no desenvolvimento e na qualidade do produto final. Estudos referentes a distribuição do sistema radicular das plantas cultiváveis e as possíveis alterações na estrutura do solo, promovem influências entre os diferentes sistemas de manejo e as condições edafoclimáticas intrínsecas ao solo (CARDUCCI et al., 2013).

O mesmo ocorre em plantas ornamentais cultivadas com substratos, sendo que a busca por sistemas de manejo de solo/substrato que confirmam melhor desenvolvimento das raízes em

profundidade permite, à cultura, resistir aos períodos de seca, o que tem sido objeto de estudo de muitos trabalhos.

Desta forma, alternativas que proporcionam a manutenção da umidade do substrato com o objetivo de suprir a necessidade hídrica de forma a evitar a escassez de água durante o ciclo de cultivo é primordial. Uma das tecnologias mais promissoras em relação ao fornecimento de água para plantas é a adição de polímeros hidroretentores junto ao substrato (MENDONÇA et al., 2015).

Conhecido como hidrogel, esses polímeros agem como condicionador hídrico do solo/substrato e permitem o aumento do intervalo de irrigação, uma vez que a água é liberada de forma gradual para as plantas (MENDONÇA et al., 2015; ABOBATTA, 2018).

Adicionado a isso, o lisianthus bem como a maioria das flores de corte necessita de técnicas que prolonguem a durabilidade das flores, já que são produtos altamente perecíveis e sua vida útil é relativamente curta. Todavia, o manejo inadequado pós-colheita é um dos principais entraves a ser superado para a manutenção da longevidade de hastes florais.

Todos os anos toneladas de flores são perdidas devido ao incorreto manejo pós-colheita, representando 30 a 50% das perdas econômicas para os produtores (SENAPATI et al., 2016). A vista disso, o uso de técnicas de conservação para manter a qualidade floral e prolongar a vida útil das hastes é imprescindível na redução de perdas após a retirada da planta mãe.

Com a finalidade de retardar as alterações dos processos fisiológicos da planta logo após a colheita são utilizadas diferentes formulações de soluções conservantes, que variam entre as espécies ornamentais, finalidade de uso e concentração (MENEGAES et al., 2020). Essas soluções geralmente são compostas a base de inibidores da síntese e ação do etileno, óleos essenciais, germicidas, açúcares, ácidos, entre outros (BASTOS et al., 2016; SANTOS et al., 2018).

Diante do exposto, esse trabalho justifica-se pela necessidade de estudos que viabilizem a produção de flores e plantas ornamentais de interesse econômico, como é o caso do lisianthus. Uma vez cultivado em ambiente protegido com correto manejo da irrigação, espera-se reduzir gastos, obtendo assim uma economia de mão-de-obra e água com a utilização do hidrogel que, incorporado ao substrato, absorve e retém grandes quantidades de água, aumentando a produtividade, influenciando na qualidade e vida útil das hastes florais.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar e quantificar a influência do manejo de água e uso do hidrogel, bem como diferenças relativas à época de cultivo sobre a produção, qualidade, crescimento de raízes, durabilidade, consumo e eficiência de uso da água na cultura do lisianthus.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a produção dos componentes de rendimento ao final do ciclo;
- Determinar o crescimento das plantas ao longo do seu ciclo produtivo;
- Avaliar crescimento radicular ao final do ciclo;
- Quantificar o sistema radicular;
- Quantificar o consumo hídrico da cultura;
- Determinar a eficiência de uso da água;
- Determinar os coeficientes de cultura do lisianthus;
- Avaliar a durabilidade das hastes florais mantidas em soluções de manutenção.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A FLORICULTURA NO BRASIL

O setor de flores e plantas ornamentais apresenta características que estão em constante mudança, possibilitando novas técnicas de produção, melhoria e inovações em produtos para atender às exigências do mercado, principalmente no que tange à qualidade e preços competitivos (IBRAFLOR, 2015, OLIVEIRA et al, 2021).

Os produtores de flores e plantas ornamentais, no ano de 2019, somavam cerca de 8 mil, e cultivavam por volta de 3.000 espécies. É nítida a importância desse setor na economia brasileira, porém com a chegada da pandemia em 2020, essa atividade foi um dos muitos setores que sofreram com a crise econômica que se iniciou (CEPEA, 2019).

Com o começo da pandemia, as vendas do setor reduziram mais de 90% e o faturamento foi cerca de R\$1,0 bilhão a menos e, segundo o IBRAFLOR (2021), antes desse período, a floricultura brasileira colocou o país entre os 15 maiores produtores de flores do mundo. Com crescimento contínuo ao longo dos anos, a indústria faturou R\$ 7,9 bilhões em 2018 (IBRAFLOR, 2019).

Esse segmento representa uma das principais atividades geradoras de emprego, com alto rendimento em áreas relativamente pequenas, gerando retorno econômico aos produtores e, favorecendo a inclusão de uma importante parcela do trabalho feminino rural, promovendo a expansão das regiões produtoras (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

No Brasil, esse setor do agronegócio apresenta elevada rentabilidade por área, desafiando um mercado exigente e competitivo, especialmente no que se refere ao padrão de qualidade dos produtos em que a durabilidade em vaso é um dos principais critérios da certificação (ASGHARI; SALARI; GHAREHDAGHI, 2014).

O mercado de flores obteve um crescimento da demanda do consumidor em torno de 10% em 2020, com os setores de decoração e paisagismo obtendo as maiores receitas, com 30% e 20% do total do mercado, respectivamente. O faturamento do setor atingiu R\$ 9,6 bilhões, sendo que desde 2015, o segmento da floricultura brasileira tem crescimento anual em torno de 8% a 10% no que se refere a valores comercializados (IBRAFLOR, 2021).

Atualmente existem no Brasil 16,4 mil estabelecimentos com produção de flores e plantas ornamentais. A maior quantidade se encontra no Sudeste (46,2%), dos quais 24,2% estão no estado de São Paulo e 10,8%, no estado de Minas Gerais. O Nordeste possui 16,5% da

quantidade de estabelecimentos, ocupando a terceira colocação nacional (CADERNO SETORIAL ETENE, 2019).

O Estado de São Paulo é o maior produtor de flores e plantas em vasos. Também é o maior consumidor e o que mais emprega trabalhadores familiares. É seguido pelos estados de Minas Gerais, Ceará, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. No entanto, a produção das espécies ocorre em todos os estados. As flores de corte representam um dos mais importantes produtos da floricultura, e devido a sua fragilidade, essas espécies requerem cuidados ao longo de todo o processo produtivo. Dentre as principais espécies de flores de corte cultivadas no Brasil, estão as rosas, crisântemos, alstroemerias, lírios e lisianthus. As mais plantadas em vasos são orquídeas, kalanchoe, crisântemos e anthurium (IBRAFLOR, 2020).

Além de importante produtor de flores e plantas ornamentais, o Rio Grande do Sul é um grande consumidor, parte do consumo do estado tem como origem outros estados produtores, como São Paulo (flores de vaso e algumas de corte) e Santa Catarina (plantas ornamentais). O estado é autossuficiente na produção de flores de estação, e possui duas importantes indústrias de produção e exportação de mudas destas espécies (OLIVEIRA et al., 2021).

3.2 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO LISIANTHUS

O lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) é uma espécie pertencente à família Gentianaceae e é originária do norte do México e sudeste dos Estados Unidos (ALMEIDA et al, 2021), e está entre as mais cultivadas no Brasil, tanto para corte de flor como flor de vaso (BACKES et al., 2004).

Essa espécie possui hastas eretas e firmes, variando de 0,5 m podendo atingir 0,90 m de altura (ROJAS-MORALES et al., 2017). As plantas nativas apresentam flores com tonalidade entre azul e roxo, já os híbridos apresentam tons variados e raros, além de bicolor com bordas azul ou rosa (HARBAUGH, 2006; CAMARGO et al., 2004).

É considerada uma planta bianual, normalmente cultivada como anual, possui folhas ovais, glabras e caule com tom acinzentado/azulado (BACKES et al., 2005; STRUWE; ALBERT, 2002). Somando-se às qualidades já citadas o interesse a espécie se deve especialmente à sua beleza, diversidade de cores e produtividade satisfatória, tornando-a atrativa ao mercado consumidor.

O ciclo da cultura é relativamente longo, a partir do transplante, pode variar de doze a quatorze semanas no verão, até vinte e duas a vinte e oito semanas no inverno, para atingir a fase de floração (SEYDMOHAMMADI et al., 2019). Contudo, a produtividade da cultura depende do manejo, cultivar e sua adaptação, temperatura adequada durante seu cultivo, existindo uma relação intrínseca entre as condições ambientais para a produção de flores de qualidade e com maior valor comercial.

Devido a variação das condições climáticas predominantes em diferentes locais e épocas de cultivo, é extremamente relevante conhecer as implicações dos elementos do clima como temperatura e soma térmica, uma vez que são determinantes no crescimento e desenvolvimento da espécie. Fatores como temperatura, acúmulo térmico, radiação solar e intensidade luminosa interferem significativamente nos processos de fotossíntese, crescimento e florescimento das plantas (ZAMBAN, 2014).

De acordo com RONI et al. (2016), a temperatura é um elemento determinante, pois assume influencia no desenvolvimento do lisianthus. A relação entre a temperatura e a taxa de crescimento é importante, e pode ser expressa por uma relação linear ao longo de uma ampla faixa de temperatura, desde a temperatura base, até a temperatura ideal para cada cultura (PILAU et al., 2014).

A disponibilidade térmica tem efeito direto sobre a fenologia das plantas, assim, elevadas temperaturas aceleram o desenvolvimento vegetal, enquanto que as baixas temperaturas alongam o ciclo (ANZANELLO; CHRISTO, 2019). Em épocas de temperaturas mais elevadas, os processos metabólicos são mais acelerados e, em períodos mais frios, o metabolismo é reduzido notavelmente (ZAMBAN, 2014). Temperaturas em torno de 25°C favorecem o crescimento e a expansão foliar, enquanto que baixas temperaturas, em torno de 10 a 15°C ocorre o oposto (CARVALHO., 2012).

De acordo com diversos autores, o lisianthus foi classificada como planta quantitativa de longo dia (LD), porque sua transição floral a velocidade e o tempo de floração foram acelerados pelos fotoperíodos de LD (HARBAUGH, 1995; OHKAWA, 2003; ROH; HALEVY; WILKINS, 1989; ROH; LAWSON, 1984; YAMADA et al., 2009; ZACCAI; EDRI, 2002). Temperaturas amenas são essências para o bom desenvolvimento dessa espécie (LORENZI; SOUZA, 2008). Para indução floral, o lisianthus requer um período de temperaturas mais baixas, sendo este um tratamento obrigatório (LI et al., 2015).

Nos últimos anos, algumas empresas têm desenvolvido novas cultivares, as quais são 74 mais adaptadas às altas temperaturas, sem roseteamento (encurtamento de entrenós), com floração uniforme ao longo do ano e maior diversidade de cores (YAMADA., 2014).

Pelo fato da flor da gema apical abrir com certa antecedência em relação às demais flores, os produtores removem as flores apicais e as vendem para ornamentação de pequenos arranjos e buquês. A remoção da flor apical é importante, pois se a mesma permanecer na haste floral, esta, irá depreciar o produto final quando as demais flores estiverem em ponto de colheita (CONSTANTIN, 2014).

3.2.1 Cultivo em ambiente protegido

Nas últimas décadas, a produção em ambientes protegidos cresceu consideravelmente em todo o mundo (TÜZEL; ÖZTEKIN, 2017). Esse aumento se deve, entre outros fatores, ao controle das condições dentro do ambiente de produção, a proteção contra fatores climáticos extremos, aumento de rendimento, economia de água e maior eficiência no uso da água (CRITTEN; BAILEY, 2002; KITTAS; KATSOULAS; BARTZANA, 2017).

No Brasil, o cultivo em ambiente protegido predominante é de hortícolas e plantas ornamentais, em decorrência da maior sensibilidade dessas espécies as condições ambientais. O anseio dos produtores em atenderem a demanda do mercado tem levado a expansão do cultivo em ambiente protegido a muitas regiões no território brasileiro (BÄR, 2017), principalmente em períodos climáticos não favoráveis.

No território nacional, o cultivo em estufas está em torno de 26% da área total cultivada (BUAINAIN et al., 2007). O cultivo em ambiente protegido apresenta-se como uma evolução na produção agrícola, possibilitando não só o fornecimento de produtos ao longo de todo ano especialmente de culturas sazonais, mas também possibilita a expansão geográfica dos centros produtores para regiões em que as condições climáticas não são favoráveis a grande maioria das culturas.

Os produtores que produzem pelo cultivo em ambiente protegido o fazem porque dessa forma eles obtêm produtos de melhor qualidade, assim, aumentam sua produtividade e disponibilizam ao mercado um produto que, em condições de campo, não seria possível (PEREIRA, 2013).

Além disso, esse sistema de cultivo é indicado devido as adversidades climáticas, pois, enquanto os cultivos a céu aberto recebem a precipitação pluvial efetiva e a irrigação é complementar para satisfazer a necessidade hídrica das culturas, nas estufas a única fonte de água é disponibilizada pela irrigação (SOARES et al., 2010; GIRARDI et al., 2017), sendo possível a redução dos custos com fertilizantes e defensivos, podendo ser realizada a produção de forma escalonada, garantindo melhores preços, fornecendo produtos de qualidade superior em relação ao cultivo a céu aberto, sendo possível manejar de forma adequada a irrigação (REIS; SOUZA; AZEVEDO, 2009).

Outro aspecto que deve ser considerado nesse sistema produtivo é a garantia de crescimento e desenvolvimento das culturas especialmente nas épocas em que as condições meteorológicas no ambiente externo são desfavoráveis, controlando total ou parcialmente a velocidade do vento, umidade relativa, temperatura ambiente, chuvas (CHANG et al., 2013; HELDWEIN et al., 2010).

A utilização de métodos de cultivo eficientes, como o cultivo em ambiente protegido e a irrigação se torna imprescindível atualmente no setor agrícola, produzindo de forma sustentável e reduzindo ao mínimo os riscos possíveis (ARAÚJO et al., 2009). Além disso, essa condição de cultivo contribui para a redução da irrigação através da utilização mais eficaz da água pelas plantas e pela redução de fatores inerentes à evapotranspiração.

O cultivo em ambiente protegido possibilita oferecer ao mercado produtos de qualidade superior, em relação a produção céu aberto e em épocas de baixa oferta e de altos preços, o que garante maior lucratividade (RODRIGUES, 2015). No caso do lisianthus, é possível produzir durante todo o ano quando em estufas climatizadas e com variedades específicas (GRUSZYSNSKI, 2007).

Desse modo, se faz necessário estudos relacionados ao consumo de água das plantas cultivadas em ambiente protegido, sendo uma ferramenta essencial para o planejamento e o manejo da água neste ambiente de produção.

3.2.2 Manejo da irrigação

O lisianthus, em seu habitat de origem, é encontrado ao longo dos rios e em áreas baixas, onde existe maior disponibilidade de água no solo, sendo assim, a necessidade hídrica é um dos fatores mais relevantes em relação à exigência das plantas. A partir da irrigação, é possível

suprir as necessidades hídricas; mas a questão real, diz respeito sobre quando irrigar e quanta água aplicar, levando em considerando informações do solo, planta, clima e o sistema de irrigação, para assegurar maior produtividade e qualidade (SOUZA, 2016)

O correto manejo da irrigação em flores de corte influencia na qualidade final do produto, bem como no seu potencial produtivo (MENEGAES, 2017), e implica em maior eficiência no uso da água, especialmente em cultivo protegido onde são encontrados resultados consideráveis referentes aos parâmetros de produtividade (PANJ; KUMARI; PARMAR, 2014).

Entender a relação da água no sistema de interação água-solo-planta é essencial, pois auxilia-nos nos mecanismos de interação do meio com os mecanismos de resposta da planta ao ambiente (MENEGAES, et al., 2017). A irrigação é caracterizada por uma prática que proporciona a eficiência do crescimento e desenvolvimento cultural, sendo necessária, principalmente no desenvolvimento de culturas em ambiente protegido, caracterizando a única fonte de entrada do recurso hídrico (PADRÓN et al., 2015; GIRARDI, 2016).

Nesse sistema de produção, a determinação da lâmina de irrigação no meio agrícola é um fator limitante de produção, sendo um aspecto imprescindível para evitar o excesso ou déficit hídrico (SOARES et al., 2019), além de proporcionar economia de água e energia, o correto manejo da irrigação resulta em aumento da produtividade da cultura e melhoria na qualidade do produto.

Na floricultura, conforme Girardi et al. (2012), as irrigações determinam a qualidade final do produto, principalmente se tratando do setor ornamental. O setor é classificado como sensível ao manejo de irrigação, ao excesso ou déficit, salientando a importância do manejo de irrigação (OLIVEIRA, 2016).

A determinação da lâmina a ser aplicada e a frequência de irrigação, são aspectos imprescindíveis para evitar o excesso ou a falta de água, fatores estes, que interferem significativamente no rendimento da cultura. A água é fornecida à superfície do solo através da precipitação e/ou irrigação. O movimento de água em substrato é diferente do movimento em solo, por ser um material geralmente bastante poroso, sua capacidade de armazenamento é inferior e a condutividade hidráulica é maior (GIRARDI, 2016).

Desta forma, a água é considerada um fator de produção indispensável para o bom desenvolvimento de qualquer cultura, especialmente, em ambiente protegido. A compreensão do comportamento da cultura no que se refere a utilização de água, em relação a quantidades e

épocas, permite uma produção racional em relação a utilização de fertilizantes e com maior eficiência de produção, garantindo maior rentabilidade (OLIVEIRA et al., 2016).

3.2.3 Evapotranspiração e coeficiente de cultivo (kc)

Na agricultura irrigada o conhecimento da quantidade de água requerida pelas plantas e do momento adequado para sua aplicação consiste em um dos mais importantes passos para a racional utilização da prática da irrigação. Nesse sentido, a compreensão da evapotranspiração, especialmente em ambiente protegido onde ocorre a redução da influência dos fatores externos, é um fator de grande importância, pois contribui no dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação (OLIVEIRA et al., 2017).

Em ambientes protegidos, chamados também atualmente como agricultura protegida, ocorrem modificações micrometeorológicas comparado ao ambiente externo e auxilia redução das necessidades hídricas e tornando mais eficiente o uso da água pelas plantas, devido à redução da evapotranspiração (OLIVEIRA et al., 2014).

O conhecimento das reais necessidades hídricas dos cultivos torna-se relevante, uma vez que para um manejo eficaz da irrigação é crucial no gerenciamento da água aplicado aos processos produtivos agrícolas, determinar a quantidade real de água a ser suprida ao solo no manejo da irrigação (SANTIAGO et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2017, da SILVA et al., 2018). Ademais, dentre as formas aplicáveis para o correto manejo da irrigação está a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) como parâmetro (ANDRADE et al., 2016).

De acordo com da Silva, Batista e Carvalho (2016), as variáveis meteorológicas são os fatores que mais afetam a ET_o, ao passo que esse indicador expressa a demanda evaporativa da atmosfera independentemente do tipo de cultura, de seu desenvolvimento e da prática de manejo utilizada.

A evapotranspiração pode ser estimada por diferentes maneiras. Pode ser estimada por métodos diretos utilizando lisímetros, ou por estimativa através de informações climáticas utilizando fórmulas teóricas e empíricas, nomeadamente as fórmulas de: Benevides-Lopez (1970); Camargo (1971); Jensen-Haise (1963); Hargreaves (1974); Linacre (1960); Penman-Monteith (1965), dentre outros.

O método de estimativa da ET_o recomendado pela FAO (Food and Agriculture Organization) para uso operacional é o de Penman-Monteith (PM) modificado pela FAO no seu

manual 56 (ALLEN et al., 2006). Entretanto, esse método exige uma grande quantidade de variáveis meteorológicas, tornando sua aplicação muitas vezes inviável quando não se detém de todas as variáveis meteorológicas.

Uma variedade de métodos de estimativa de ETo já foram calibrados para regiões com características climatológicas distintas das encontradas no estado do Rio Grande do Sul (SILVA et al, 2018), contudo, em ambiente protegido e com na impossibilidade da aplicação de alguns modelos, se faz necessário buscar alternativas para estimar as variáveis ausentes a partir de outros métodos.

Oliveira et al. (2017), relatam que em ambiente protegidos ocorrem modificações micrometeorológicas, se comparado ao ambiente externo, desta forma, existem alternativas viáveis para estimativa da ETo a partir de métodos mais simples, que necessitam de um menor número de variáveis meteorológicas. Na literatura científica, existem vários métodos, como o de Hargreaves-Samani (1982) e o de Camargo (1971).

O coeficiente de cultura (K_c) é um importante parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas, utilizado para quantificar o consumo de água, no que se refere às relações hídricas, ou seja, resultando na estimativa das necessidades hídricas, permitindo o manejo da irrigação eficiente e uso otimizado da água (SANTANA et al., 2016), sendo preferencialmente, determinado para as condições locais nas quais será utilizado.

O cálculo do k_c é realizado a partir da relação entre a evapotranspiração da cultura (ET_c) e evapotranspiração de referência (ET_o) (ALVES et al., 2017). O k_c está relacionado com o estágio de desenvolvimento da cultura, sendo estes valores determinados por meio de pesquisas, para auxiliar produtores, com informações precisas sobre o período adequado de irrigar, determinando lâmina mais adequada, bem como permite acompanhar o desenvolvimento e as necessidades da cultura (RIBEIRO et al., 2009; BARBOSA; OLIVEIRA; FIGUEIREDO, 2015).

É crescente o interesse por hastes florais de espécies de corte, nesse sentido, muitos estudos referentes ao cultivo dessas plantas vêm sendo realizados, mas a determinação das exigências hídricas desse grupo de plantas ainda é incipiente; sendo assim, a região de Santa Maria possui uma gama de espécies de interesse econômico, porém, deficitária em estudos referentes a estimativa das necessidades hídricas, que possibilitam o manejo da irrigação de forma eficiente e com o uso otimizado da água.

3.2.4 Eficiência do uso da água (EUA)

A disponibilidade de água é um fator importante que reflete desenvolvimento das culturas, especialmente, com a limitação na disponibilidade de água para a agricultura, além dos custos com energia (LÓPEZ-MATA et al., 2010; MANTOVANI et al., 2013).

Desta forma, é extremamente relevante estudos sobre o uso eficiente da água pela irrigação, uma vez que existe uma crescente preocupação mundial com os recursos hídricos, sendo necessário a adoção de estratégias de manejo, de forma a evitar desperdícios (DELAZARI et al., 2017).

Um dos principais indicadores para o correto manejo da irrigação é a eficiência do uso da água (EUA), definida pela razão entre a produção de biomassa ou produção comercial e a lâmina de água aplicada ou evapotranspirada (LIU; STÜTZEL, 2004; KUMAR et al., 2017), uma vez que a redução na disponibilidade de água para a agricultura cria uma necessidade de melhorar a eficiência do uso da água pelas plantas, ações que beneficiam diretamente o produtor e o meio ambiente.

Existem estudos que relatam que o não fornecimento total da demanda hídrica, afeta a produtividade e a eficiência de utilização de água (ÇAKIR et al., 2017).

3.2.5 Substrato

O termo substrato é definido como o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas e é considerado um dos principais fatores sobre a produção e podem ser constituídos de solo mineral ou orgânico, composto por apenas um ou diversos materiais em misturas (KÄMPF, 2005; NAVROSKI et al., 2016; FREITAS et al., 2017; VENDRUSCOLO et al., 2017), além disso, a característica do substrato utilizado influencia no processo produtivo das plantas ornamentais (ZHANG et al., 2012).

Dentre as culturas que mais se destacam no cultivo em substrato incluem-se as plantas ornamentais, que pelo seu exotismo e beleza estão entre as mais valorizadas no mercado nacional e internacional. Porém, reduzidos trabalhos são relacionados à produção dessas espécies em substratos (ARAÚJO et al., 2010).

No sistema de produção de flores, seja em vasos ou em canteiros, o substrato vem sendo empregado na maioria dos cultivos comerciais de espécies ornamentais, dentre elas o

lisianthu. O substrato utilizado influencia diretamente no desenvolvimento de plantas cultivadas em recipientes, pois, o sistema radicular fica reduzido ao espaço disponível do vaso limitando o crescimento das raízes e na quantidade de água armazenada contrariamente ao cultivo em solo (FERMINO, 2002; LUDWIG et al, 2015).

Com isso faz-se, necessidade elaborar misturas que permitam a redução do custo de substratos, sendo este é um importante processo da cadeia produtiva, e um dos itens para melhoria de produção (CASAIS, 2017), além destes, é possível optar por substratos comerciais, que já apresentam em sua formulação misturas de diversas matérias-primas (SANTOS, 2019).

A constituição do substrato é um processo de extrema importância, pois além da disponibilidade e custo do material, existem algumas características e exigências que são requeridas para a utilização dos mesmos, por exemplo: como a capacidade de armazenamento de água e de absorção, ser materiais ambientalmente corretos, possuir tempo de decomposição razoável, ter estrutura consistente, serem homogêneos, possuir características químicas, físicas e biológicas compatíveis com a planta a ser cultivada e condições de produção (CONCEIÇÃO et al., 2015; KLEIN, 2015).

O substrato deve ser melhor do que o solo em características como economia hídrica, aeração, permeabilidade, poder de tamponamento para valor de pH e capacidade de retenção de nutrientes. A utilização da turfa hídrica apresenta vantagens por ser um material leve, livre de compostos tóxicos, sementes de plantas daninhas, nematóides e patógenos. Esse substrato confere boa aeração, alta capacidade de retenção de umidade e nutrientes. A turfa apresenta alto teor de matéria orgânica, baixo valor de pH, alto poder tampão, alta capacidade de retenção de água e boa aeração, tornando-se assim o principal componente para a elaboração de substratos, sendo utilizada como padrão de comparação para estudos de novos materiais (FERMINO, 2014).

O tamanho do vaso é outro aspecto que deve ser considerado, pois a utilização de tamanhos variados implica em diferentes quantidades de substrato para o preenchimento do mesmo e aplicação de diferentes lâminas de irrigação (SCHWAB et al., 2013), sendo de grande relevância pesquisas referentes ao cultivo em recipientes, envolvendo fatores como o sistema radicular, já que está em constante interação com a parte aérea, o que o torna um dos responsáveis pelo desenvolvimento de uma planta com qualidade.

Sendo que, nos vasos o volume disponível para as raízes é restrito e é nesse espaço que o sistema radicular da planta deve satisfazer as suas exigências em ar, água e nutrientes. O meio

de crescimento usado deve, portanto, proporcionar um adequado armazenamento de água e nutrientes e fornecer boa aeração (BEOZZI, 2013).

3.2.6 Hidrogel

O polímero comercial utilizado (Hydroplan - EB[®]) corresponde a um produto misto de copolímero reticulado de acrilamida (C_3H_5NO) e acrilato de potássio ($K_2S_2O_8$) usado para absorver e reter grandes quantidades de água e nutrientes, possui a particularidade de ser quebradiço quando seco, tornando-se macio e elástico após sua expansão em água (NAVROSKI et al., 2015a).

Também conhecido como hidrogel, este polímero apresenta as seguintes características: pó, microgrânulos ou grânulos, branco insolúvel em água, com partículas de tamanho que variam de 0,3 a 1,0 mm, aniônico, com 10% de umidade, densidade de 0,8 g.cm⁻³ e índice de pH utilizável de 5 a 9, que pode disponibilizar até 95% da solução armazenada para a planta (5% retidos a alta tensão), capaz de absorver até 300 vezes sua massa em água e 100 vezes seu volume, sendo compatível com a maioria dos insumos utilizados, porém com capacidade de retenção afetada e vida útil que varia de 1 a 5 anos (SAAD; LOPES; SANTOS, 2009), uma vez adicionado à cova de plantio, o hidrogel, possui a capacidade de aumentar a retenção de água no solo e fornece-la lentamente às plantas (MONTEIRO et al., 2016).

A aplicação desse polímero ainda é uma técnica pouco estudada como condicionadores hídricos de substrato, destinando-se a aumentar a capacidade de retenção de água em substratos para mudas, conferindo qualidade e crescimento eficiente das plantas (AZEVEDO; BERTONHA; GONÇALVES, 2002, MARQUES; BASTOS, 2010, NAVROSKI et al., 2015a). Além disso, devido a sua maior retenção de água do solo, disponibiliza de forma gradual para as raízes a partir da redução da percolação para camadas mais profundas do solo e reduzindo a perda excessiva de água do solo para o ambiente (VICENTE et al., 2015).

Azevedo, Bertonha e Gonçalves (2002), Mendonça et al. (2013), Lopes et al. (2017), comprovam a eficiência do uso do hidrogel na agricultura, dessa forma, este pode proporcionar melhor desenvolvimento vegetal, visto que, o desempenho da água na vida das plantas é crucial, já que atua como meio de transporte de elementos nutritivos (EKEBAFE; OGBEIFUN; OKIEIMEN, 2011; CARVALHO; CRUZ; MARTINS, 2013).

Segundo Bogarim (2014), é possível afirmar que em condições de menor disponibilidade de água, maior a importância do polímero hidrogel, pois sua atividade se torna mais eficiente no sistema.

Todavia, o uso inadequado de polímeros pode acarretar em inadequado desenvolvimento de plantas, como, por exemplo, a retenção de volumes excessivos de água no sistema, reduzindo a aeração do substrato. Por isso, o seu uso depende de pesquisas que definam doses a serem utilizadas, as fases do cultivo em que existem respostas, as formas de aplicação e as modificações no manejo para que se maximize o retorno econômico da atividade (RAMOS, 2012).

De acordo com Marques; Bastos (2010), as pesquisas referentes a formulação deste polímero e suas aplicações têm aumentado, viabilizando uma “nova geração de polímeros” utilizados em projetos paisagísticos, gramados esportivos, fruticultura, reflorestamento, plantio de lavouras e em viveiros.

3.2.7 Produção e quantificação de raízes

O conhecimento sobre as interações solo-raiz e as alterações no padrão de crescimento, além do seu papel na produtividade das culturas e seus efeitos ambientais, tem sido alvo de estudos. Em relação a distribuição do sistema radicular ao longo do perfil, é possível assegurar que as práticas de manejo determinam a adaptação das plantas ao ambiente, possibilitando maior ou menor aproveitamento do sistema radicular, melhor absorção de água e nutrientes pelas plantas (KOHN et al., 2016).

Desta forma, a absorção de água e nutrientes se relaciona diretamente com a habilidade da planta em desenvolver um sistema radicular extenso e capaz de explorar eficientemente o solo, sendo este, um ambiente heterogêneo e com barreiras como a compactação e porosidade (TAIZ; ZEIGER, 2017). Embora seja indiscutível sua importância, ainda é pouco estudado em relação a parte aérea. Provavelmente, em função da dificuldade de seu estudo, tendo em vista que seu desenvolvimento ocorre no solo, o que dificulta observações diretas.

O conhecimento do crescimento e desenvolvimento das plantas é essencial para a compreensão do comportamento das plantas em condições de restrição ou excesso hídrico, além disso, existe diferença entre as variedades de plantas no que se refere à capacidade de absorver

nutrientes devido à alteração na extensão e morfologia do sistema radicular (BATISTA et al., 2016).

Apesar de ser uma planta adaptada para viver em regiões de climas semiárido e desértico (árido), o *lisianthus* é uma espécie que é sensível ao déficit hídrico (SOUSA NETO, 2017). Os *lisianthus* nativos, quando submetidos a condições de baixa disponibilidade hídrica por um período de tempo, utiliza-se de um mecanismo de adaptação ao déficit hídrico baseado na emissão de longas raízes no solo, com o objetivo de suprir a necessidade de água buscando-a a maiores profundidades.

A vista disso, o correto manejo da irrigação e do substrato, permite fornecer condições adequadas para o desenvolvimento do sistema radicular, sendo muito relevante para o aspecto produtivo (GRUSZYNSKI, 2007).

Estudo referentes a distribuição do sistema radicular das plantas cultiváveis e as possíveis alterações na estrutura do solo, promovem influências entre os diferentes sistemas de manejo e as condições edafoclimáticas intrínsecas ao solo (CARDUCCI et al., 2013). O mesmo ocorre em plantas ornamentais cultivadas com substratos, sendo que a busca por sistemas de manejo de solo/substrato que confirmam melhor desenvolvimento das raízes em profundidade permite, à cultura, resistir aos períodos de seca, o que tem sido objeto de estudo de muitos trabalhos.

Nesse sentido, o conhecimento das características de crescimento do sistema radicular das plantas é de grande importância, já que além de conferir sustentação a distribuição das raízes determina a quantidade de água e nutrientes absorvidos, determinando o crescimento e desenvolvimento da planta tanto acima, quanto abaixo do solo (SILVA, 2017).

No entanto, são poucas as pesquisas que visam à caracterização do crescimento radicular, principalmente em condições de restrição ou excesso hídrico e de diferentes manejos voltados para a melhoria do desempenho radicular com reflexos em minimizar os efeitos negativos deste tipo de estresse sobre os componentes de rendimento.

Muitos fatores influenciam no desenvolvimento das raízes das plantas, dentre eles estão os fatores ambientais, disponibilidade hídrica, substrato utilizado, condicionadores de solo e tamanho de vaso. Nesse sentido, a análise de sistemas radiculares tem sido utilizada de forma eficiente do ponto de vista agrícola.

Não havia até pouco tempo atrás aparelhos ou mesmo metodologias adequadas e confiáveis que fosse capaz de caracterizar, analisar e quantificar as raízes de flores e plantas

ornamentais. Com o auxílio do sistema de análise de imagens digitais, esse cenário tende a mudar.

Após a separação e lavagem das raízes do substrato, é possível realizar a quantificação por diferentes métodos, desde manualmente, até métodos mais sofisticados, com o uso de scanner e softwares de análise. Dentre os softwares mais utilizados para a análise de raízes destaca-se o sistema comercial WINRHIZO (ARSENAULT et al., 1995), da Regent Instruments Inc., sendo um dos sistemas mais empregados para análise de imagens de raízes lavadas no meio rural (PIERRET et al., 2013). De acordo com o site do fabricante, o WINRHIZO é um sistema de análise de imagens desenvolvido especificamente para medidas de raízes, como medidas de comprimento, área, volume, entre outros. Para isso, utiliza-se de um software e de equipamentos de aquisição de imagens.

3.3 DURABILIDADE PÓS-COLHEITA

O mercado consumidor, cada vez mais demanda produtos de alta qualidade, durabilidade e frescor, necessitando de cuidados desde a colheita até o transporte (FISCHER et al., 2015) pois, o uso de técnicas que prolonguem a durabilidade das flores, mantendo a qualidade do produto, é imprescindível para redução de perdas pós-colheita, todavia, existe a carência de estudos relacionados aos benefícios da utilização dos conservantes florais e à fisiologia pós-colheita de flores de importância econômica, como é o caso do lisianthus.

Para a comercialização de flores de corte, como é o caso do lisianthus, existem critérios para classificação estabelecidos pelo Veling Holambra. Esses critérios estabelecem um esclarecimento entre toda a cadeia de produção, sendo o padrão determinado pela uniformidade do lote. Desta forma, o produto classificado deve apresentar 95% de uniformidade quanto ao comprimento e espessura da haste (VEILING HOLAMBRA, 2014).

As flores após a colheita, assim como vários produtos hortícolas, apresentam alta perecibilidade, devido a esse entrave, a durabilidade das hastes após a colheita fica comprometida, necessitando assim, de técnicas que incluam tratamento adequados com o objetivo de aumentar a vida de prateleira, seu valor comercial e garantir a qualidade até o cliente final (AHMAD et al., 2012). Essa duração é definida como o período em que as plantas permanecem com as características decorativas, não apresentando sintomas visíveis de senescência (SANTOS; SANTOS; LIMA, 2008).

Um dos grandes avanços na pós-colheita de flores, devido a sua reduzida durabilidade é a utilização de soluções de manutenção, uma vez que as flores sofrem influência dos fatores físicos, biológicos e ambientais; alterando teor de água na planta, reação ao estresse, doença e acúmulo de carboidrato (KUMAR; BARMAN; SHARMA, 2016).

Com a finalidade de retardar as alterações fisiológicas, bioquímicas e estruturais entre a colheita e a senescência completa e prolongar a vida útil das flores cortadas, principalmente, soluções a base de açúcares, ácidos, fitohormônios, germicidas, entre outros (DURIGAN et al., 2013).

Inúmeros trabalhos de pesquisa têm demonstrado o efeito benéfico da adição de produtos químicos conservantes nas soluções de manutenção das flores de corte, essas soluções conservantes buscam manter a qualidade e aumentar a durabilidade pós-colheita de flores cortadas, sendo uma prática muito utilizada nos em países produtores de flores (NOMURA; FUZITANI; DAMATTO JUNIOR, 2014).

Espécies do gênero *Eustoma* são consideradas sensíveis ao etileno (NOWAK; RUDNICKI, 1990; ICHIMURA; SHIMAMURA; HISAMATSU. 1998), ocasionando aceleração atividade respiratória, que aumenta a atividade metabólica e provoca a antecipação da senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005), influenciando para a redução da vida pós-colheita.

Dentre as soluções mais utilizadas e de baixo custo estão a sacarose e a ácido cítrico. Atuando na regulação osmótica dos tecidos, retardando o processo de senescência, a sacarose, preserva as propriedades de frescor, coloração e longevidade após a colheita (PIETRO et al, 2012; COSTA et al., 2015), além de aumentar a concentração de carboidratos usados na respiração celular (RABIZA-SWIDER et al., 2016).

O ácido cítrico é um agente conservante com propriedades biocidas que age como antioxidante, atuando na redução do bloqueio dos vasos do xilema, acidificando a solução e desta forma prolongando a vida útil do vaso (MASHHADIAN et al., 2012).

Inúmeros trabalhos de pesquisa têm demonstrado o efeito satisfatório referente a adição de produtos conservantes nas soluções de manutenção das flores de corte, contudo ainda são necessários estudos com relação ao comportamento pós-colheita de hastes florais de *lisianthus* submetidas a soluções conservantes, tornando o processo de comercialização deficitário.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O presente trabalho foi desenvolvido no Município de Santa Maria, no Setor de Floricultura do Colégio Politécnico, pertencente à Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, RS (29°43'23"S e 53°43'15"W, à altitude de 95 m).

A condução do experimento foi em estufa semi-climatizada com dimensões de 20 x 30 m² e 3,5 metros de altura. No ambiente de cultivo existe um sistema de refrigeração do tipo Pad&Fan. A região de estudo apresenta clima Cfa- subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida- segundo a classificação climática de Köppen (KUNINCHTNER; BURIOL, 2001). As temperaturas ao longo do ano possuem uma variação, em geral, de 10 °C a 31 °C e umidade relativa do ar média de 74,4%.

A seguir estão descritos os experimentos desenvolvidos para atingir os objetivos propostos:

4.1.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema bifatorial (5x4). Os níveis do fator “A” serão constituídos por diferentes lâminas de irrigação, sendo eles: 40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção do vaso, e o fator “D” foi constituído de quatro doses de hidrogel (0, 3, 6 e 9 gramas por vaso). Foram utilizadas quatro repetições para cada tratamento, totalizando 80 vasos.

4.1.2 Material vegetal/vasos/substrato

A cultivar de lisianthus utilizada foi a Mariachi Blue (Figura 1), que possui coloração roxa. As mudas foram adquiridas da floricultura Úrsula, localizada na cidade de Nova Petrópolis/RS, que recebe as sementes da empresa Sakata Seed Corporation, com sede importadora em São Paulo.

Figura 1 – Vista da flor do lisianthus cultivar Mariachi Blue. Santa Maria - RS, 2019.



Os vasos possuem capacidade para 8 litros e possuem as seguintes dimensões: 22,5 cm de altura, 23 cm de diâmetro superior, 19 cm de diâmetro inferior. O preenchimento de vaso foi até a altura de 20,0 cm, deixando uma borda de 2,5 cm. A implantação do experimento ocorreu em duas épocas de cultivo, sendo a primeira de março de 2019 a julho de 2019 e a segunda de agosto de 2019 a janeiro de 2020.

A composição química do substrato utilizado para o preenchimento dos vasos foi a turfa hídrica, substrato a base de casca de pinus e o substrato comercial Carolina, na proporção de 2,5:1:1. Todos os vasos com 4 furos na parte inferior, para drenagem e aeração do sistema radicular.

4.1.3 Determinação da capacidade de retenção do vaso

Para a determinação da capacidade de retenção de água no vaso foi realizada a secagem do substrato e tomadas três amostras (vasos) de 8 litros, posteriormente foi colocado a quantidade conhecida de substrato para todos os vasos. Os vasos com o substrato totalmente seco foram pesados e, posteriormente, colocados em recipientes com água para atingir a saturação por capilaridade por 48 horas.

Após foram instalados em condições de cultivo para ocorrer a drenagem por 48 horas com a extremidade do vaso coberta com plástico, conforme metodologia adaptada por Kämpf, Takane e Siqueira (2006). Após calcular a capacidade máxima de retenção de água do substrato

utilizado, foram estipulados limites de 40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção de água/vaso. A capacidade de retenção de água do substrato foi obtida a partir da equação 1:

$$CRV = P2 - P1 \quad (1)$$

Onde: *CRV* é a capacidade de retenção de água pelo vaso; *P1* é o peso do vaso com o substrato seco; *P2* é o peso do vaso após a drenagem.

Para cada tratamento correspondente de retenção de vaso e dose de hidrogel, foram quantificadas as massas correspondentes com balança de 0,1g. de precisão, que são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de massa dos vasos adicionados de substrato e hidrogel para os tratamentos:

Lâminas de Irrigação (% CRV)	Massa (Kg)			
	Doses de Hidrogel (g)			
	0	3	6	9
40	5454	5961	6325	6788
60	6139	6146	6401	6792
80	6317	6477	6508	6796
100	6495	6553	6800	6870
120	6629	6673	6804	7232

4.1.4 Consumo hídrico

O consumo de água da cultura foi determinado por meio da equação do balanço hídrico conforme é apresentado pela equação 2:

$$Etc = \sum_{i=1}^L M_i - \sum_{i=1}^L M_{i+1} + I - D \quad (2)$$

Onde *Etc* é a evapotranspiração da planta em vaso, em um intervalo de tempo Δt de sete dias; M_i é a massa de substrato e água contida no vaso no início do intervalo de tempo (Δt) considerado; *i* é o índice representando o intervalo de tempo (Δt) considerado para o balanço hídrico; M_{i+1} é a massa de substrato e água remanescente no final do intervalo de tempo (Δt) considerado; *I* é a irrigação aplicada no vaso no intervalo de tempo Δt ; *D* é a percolação (ou drenagem) que eventualmente possa ocorrer.

A variação do armazenamento de água nos vasos ($M_i - M_{i+1}$) foi obtido por meio da pesagem dos vasos em uma balança com capacidade de 50 kg. A irrigação foi realizada

manualmente, sendo que a água era retirada da torneira com um balde de 20 litros e colocada em cada vaso com um Becker graduado. O turno de rega foi de sete dias.

Para os tratamentos de irrigação foram testadas cinco lâminas distintas durante dois ciclos da cultura, correspondendo a 40% (T1), 60% (T2) e 80% (T3), 100% (T4) e 120% (T5), sendo que para a determinação desses níveis foram calculadas as capacidades de cada vaso. Para os tratamentos com condicionador de solo foram testadas quatro doses de hidrogel durante os dois ciclos da cultura, sendo 0 g (C1), 3 g (C2) 6 g (C3) e 9 g (C4).

As características do hidrogel utilizado estão descritas em Hydroplan-EB® e foi preparado seguindo-se recomendação do fabricante para substrato (1000 gramas para cada 200 litros de água), utilizando-se a formulação de 3, 6 e 9 g do produto para cada 1,2, 2,4 e 3,6 litros de água respectivamente. Para cada tratamento, os vasos receberam a dosagem do gel expandido, colocado na base dos mesmos, seguidos pela muda a ser avaliada.

4.1.5 Dados climatológicos

No interior da estufa foi instalado um termo-higrômetro digital para verificar a temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar. As leituras foram realizadas diariamente num intervalo de 15 minutos. Demais dados, como a insolação e radiação solar foram obtidos da estação Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalado na UFSM.

A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi obtida por meio de lisimetria de pesagem. A evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada a partir dos seguintes métodos: 1: Benevides e Lopez (1970); 2: Camargo (1971); 3: Linacre (1977); 4: Jensen e Haise (1963) e 5: Hargreaves (1974).

A determinação da evapotranspiração de referência (ET_o) dos métodos utiliza as seguintes expressões matemáticas:

Método 1: Benevides-Lopez (1970)

$$ET_o = 1,21 \times 10 \left(\frac{7,45 \times T_{med}}{234,7 + T_{med}} \right) (1 - 0,01 \times UR_{med}) + 0,21 \times T_{med} - 2,30$$

Em que: ET_o: é a evapotranspiração de referência estimada por Benevides Lopez (mm dia⁻¹); T_{med}: é a temperatura média diária (°C) e UR_{med}: é a umidade relativa média diária (%).

Método 2: Camargo (1971)

$$ET_o = R_T \cdot T \cdot K_f \cdot ND$$

Em que, ET_o : é a evapotranspiração de referência diária calculada, por Camargo (mm d^{-1}) estimada pelo método de Camargo (1971); R_T : é a radiação solar extraterrestre (mm d^{-1}) de evapotranspiração equivalente); ND : é o número de dias do período analisado; T : é a temperatura do ar média ($^{\circ}\text{C}$) e k_f : é um fator de ajuste que varia com a temperatura do ar média anual do local ($k_f = 0,01$ para $T < 23$ $^{\circ}\text{C}$; $k_f = 0,0105$, para $T = 24$ $^{\circ}\text{C}$; $k_f = 0,011$, para $T = 25$ $^{\circ}\text{C}$; $k_f = 0,0115$, para $T = 26$ $^{\circ}\text{C}$; e $k_f = 0,012$, para $T > 26^{\circ}\text{C}$).

Método 3: Linacre (1977)

$$ET_{oL} = \frac{700 \times \frac{T_m}{(100 - \phi)} + 15 \times (T_a - T_d)}{(80 - T_a)}$$

Onde: ET_o : é a evapotranspiração de referência diária calculada, por Linacre (mm d^{-1}); $T_m = T_a + 0,006z$, z : altitude (m); T_a : temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$); ϕ : é a latitude local (graus) e T_d : é a temperatura de ponto de orvalho ($^{\circ}\text{C}$).

Método 4: Jensen-Haise (1963)

$$ET_o = R_S(0,025T_{med} + 0,08)$$

Em que: ET_o : é evapotranspiração de referência diária calculada, segundo o método de Jensen-Haise (mm dia^{-1}); R_S : é radiação solar global convertida em unidades de água evaporada, (mm dia^{-1}) e T_{med} : é a temperatura diária média do ar ($^{\circ}\text{C}$).

Método 5: Hargreaves (1974)

$$ET_o = 0,0023 (T_{med} + 17,8)(T_x - T_1)^{0,5} R_a$$

Em que: ET_o : evapotranspiração de referência diária calculada, por Hargreaves (mm dia^{-1}); T_{med} , T_x e T_1 ($^{\circ}\text{C}$), representam, respectivamente, as temperaturas média, máxima e mínima e R_a é a radiação solar no topo da atmosfera (mm dia^{-1}).

Por meio do programa computacional Excel 2016[®] foram calculadas as estimativas da evapotranspiração para os métodos descritos.

O lisianthus de corte não possui uma descrição fenológica detalhada com a distribuição de suas diferentes fases durante o ciclo produtivo em ambiente protegido com a utilização de substrato composto por turfa, nem com a utilização do polímero hidroretentor hidrogel.

Nesse sentido, foi criada uma fenologia, a partir do tratamento de 80% de disponibilidade hídrica, para as duas épocas de cultivo, com observações do comportamento das plantas identificadas dentro do intervalo após o transplante das mudas de lisianthus durante o experimento.

Para a determinação do coeficiente de cultura (K_c), foi usado o limite de 80% da CRV. O K_c foi calculado a partir da E_{tc} estimada por lisimetria e E_{to} estimada por diferentes equações, utilizando a equação 3:

$$K_c = \frac{E_{tc}}{E_{to}} \quad (3)$$

Em que: K_c : é o coeficiente de cultura; E_{tc} : é a evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1}); E_{to} é a evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}).

4.1.6 Eficiência do uso da água

A eficiência do uso da água foi determinada a partir da relação entre a massa seca total e o consumo hídrico da planta conforme a Equação 4:

$$EUA = \frac{MST}{CH} \quad (4)$$

Em que: EUA: eficiência de utilização da água, g/planta; MST: massa seca total, g/planta, CH: consumo hídrico total, mm.

4.1.7 Fertirrigação

A fertirrigação foi realizada simultaneamente com a irrigação sempre que a condutividade elétrica estiver abaixo de 1,5 mS/cm, conforme recomendação para a cultura. A determinação da condutividade elétrica foi realizada com o auxílio de um condutivímetro digital da marca Hanna, que possui faixa de condutividade elétrica de de 0 a 3999 mS/cm.

Para a fertirrigação foi aplicado o fertilizante comercial Kristalon, na fórmula 18-18-18 durante a fase vegetativa e 6-12-36 a partir do início da fase reprodutiva.

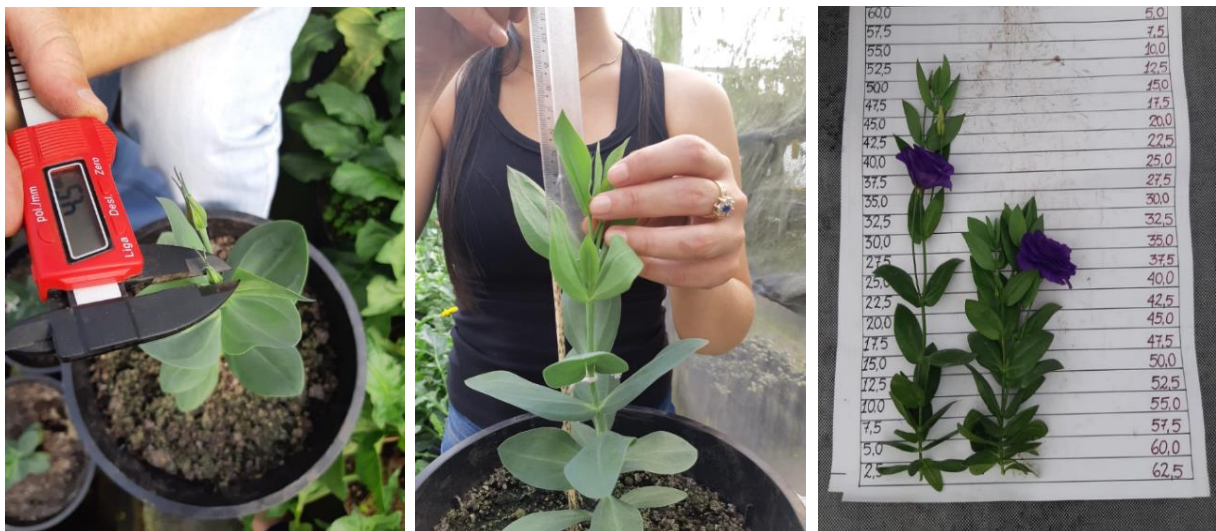
4.1.8 Avaliações

Ao longo dos dois ciclos de cultivo foram avaliadas as principais características relacionadas ao crescimento da cultura do lisianthus, sendo: altura de planta (cm), diâmetro da haste (mm) e número de botões.

Na segunda época de cultivo, além das avaliações descritas acima, após a separação e lavagem das raízes do substrato, as raízes foram quantificadas pelo método com o uso de scanner e softwares de análise, em que foi utilizado o sistema comercial WINRHIZO (ARSENAULT et al., 1995), da Regent Instruments Inc., sendo um dos sistemas mais empregados para análise de imagens de raízes lavadas no meio rural (PIERRET et al., 2013).

De acordo com o site do fabricante (WINRHIZO, 1996), o WINRHIZO é um sistema de análise de imagens desenvolvido especificamente para medidas de raízes, como medidas de comprimento, área, volume, entre outros. Para isso, utiliza-se de um software e de equipamentos de aquisição de imagens.

Figura 2 – Avaliações de diâmetro da haste (mm), altura de planta (cm) e número de botões do lisianthus cultivar Mariachi Blue. Santa Maria - RS, 2019.



4.1.9 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). Os dados oriundos do experimento foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade de erro e a elaboração de gráficos com o auxílio do programa SigmaPlot 11.0.

4.1.10 Experimento pós-colheita

O experimento pós-colheita foi realizado a cada final de ciclo de cultivo do lisianthus, quando as hastes apresentarem cerca de dois botões florais abertos, segundo recomendação do IBRAFLOR (2016).

As hastes de lisianthus foram classificadas de acordo com os critérios definidos como padrão, estabelecidas pela Cooperativa Veiling Holambra e Ibraflor, que são apresentadas a seguir:

- a) comprimento da haste – é determinado pelo tamanho da haste desde a sua base até o botão floral aberto, obedecendo à classificação conforme Tabela 1, apresentada abaixo:

Tabela 2 – Classificação do lisianthus de corte em função do tamanho da haste

CLASSE	COMPRIMENTO DA HASTE
40	40 cm
50	50 cm
60	60 cm
70	70 cm

- b) espessura da haste – a haste deverá medir no mínimo 4 mm de espessura, para assegurar sua sustentação;
- c) ponto de abertura do botão floral – refere-se ao ponto de maturação no qual o produto poderá ser comercializado. O excesso de maturação é caracterizado quando as flores apresentam-se murchas, com tonalidade amarelada, a haste não mais confere ao maço a sustentação necessária. Na falta de maturação os botões encontram-se totalmente fechados e verdes, inaptos à abertura. Tais características desclassificam o maço para venda;

- d) padrão comercial – o maço apto à comercialização deverá apresentar no mínimo 8 hastes, com 16 botões florais abertos e peso de 500 gramas. Caso as oito hastes não atinjam o peso mínimo, deverão ser adicionadas mais hastes.

Posteriormente, as hastes serão padronizadas a 50 cm, mediante o corte das hastes serão colocadas em recipientes com água para evitar desidratação.

4.1.11 Soluções de manutenção

Após, a padronização das hastes, as mesmas foram submetidas aos tratamentos: 1. Colocação das hastes em água pura; 2. Manutenção com sacarose: hastes mantidas em recipientes contendo solução com o conservante na concentração de 3g/L; 3. Manutenção em sacarose: hastes mantidas em recipientes com a solução do conservante na concentração de 6g/L; 4. Manutenção com ácido cítrico: hastes mantidas em recipientes com a solução do conservante na concentração de 0,75g/L; 5. Manutenção em solução com sacarose+ácido cítrico: hastes mantidas em recipientes com a solução do produto na concentração de 0,20g/L+0,75g/L.

4.1.12 Delineamento experimental pós-colheita

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial composto de dois fatores: soluções de manutenção, ou tratamentos, em número de cinco, e épocas de avaliação, em número de seis (0 ou 1 dia, 3, 6, 9, 12, 15 e 18 dias). Foram utilizadas três repetições, com três hastes cada uma.

As hastes foram separadas de acordo com a condição hídrica em que foram cultivadas, ou seja, maior disponibilidade: 80, 100 e 120% da capacidade de retenção de água e menor disponibilidade: 40 e 60% da capacidade de retenção de água.

Os tratamentos consistiam de diferentes soluções de manutenção onde as hastes foram imersas em recipientes com 1000 mL de soluções com os seguintes tratamentos: 1. Colocação das hastes em água pura (controle); 2. Manutenção com sacarose: hastes mantidas em recipientes contendo solução com o conservante na concentração de 3g/L; 3. Manutenção em sacarose: hastes mantidas em recipientes com a solução do conservante na concentração de 6g/L; 4. Manutenção com ácido cítrico: hastes mantidas em recipientes com a solução do

conservante na concentração de 0,75g/L; 5. Manutenção em solução com sacarose + ácido cítrico: hastes mantidas em recipientes com a solução do produto na concentração de 0,20g/L+0,75g/L.

As hastes florais foram avaliadas a cada três dias após a imersão das hastes na solução até o 18º dia e permaneceram nestas condições até mostrarem sinais evidentes do início da senescência. Foram realizadas avaliações em relação à sua longevidade com manutenção de qualidade comercial por meio de análise visual comparativa de qualidade, utilizando os critérios de notas definidos a seguir: Notas de 0 a 4, em que: 4=sem defeitos visíveis; 3= flores em início de murchamento; 2= flores com murchamento e início de amarelecimento; 1= flores apresentando bordas secas e hastes começando a se curvar; 0= flores completamente secas e com acentuada curvatura das hastes.

A avaliação de longevidade das hastes foi feita visualmente por um único avaliador. Foi considerado o número de dias após a colheita em que as hastes permaneciam com bom aspecto visual, levando-se em conta os seguintes critérios: quebra das hastes, murchamento, deformação ou mudança de cor nas pétalas, e curvatura acentuada da haste.

4.1.13 Análise estatística pós-colheita

Os dados foram submetidos a análise de variância (teste F). Quando a interação foi significativa as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro, com auxílio do software estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2011).

5 ARTIGO 1 – PRODUÇÃO DE LISIANTHUS DE CORTE CULTIVADO SOB DIFERENTES DISPONIBILIDADES HÍDRICAS E DOSES DE POLÍMERO HIDRORETENTOR

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

Produção de Lisianthus de corte cultivado sob diferentes disponibilidades hídricas e doses de polímero hidroretentor

Resumo

A demanda por desenvolvimento de tecnologias que tragam informações sobre a produção e manejo da cultura do lisianthus, tem levado pesquisadores a avaliarem novas alternativas. Dentre estas, o uso do polímero hidroretentor hidrogel (PH) na eficiência do aumento da disponibilidade hídrica. Assim, objetivou-se avaliar a produção de lisianthus cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e doses do PH. O experimento foi conduzido em estufa e em vasos. O primeiro fator foi constituído por diferentes lâminas de irrigação, 40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção do vaso (CRV) e o segundo fator foi composto por quatro doses de hidrogel, 0, 3, 6 e 9 gramas vaso⁻¹. As variáveis altura de planta (AP), diâmetro da haste (DH) e número de botões (NB) foram avaliadas em duas épocas de cultivo. No final do cultivo foi avaliado o comprimento total das raízes (CR), área superficial das raízes (AS), diâmetro médio das raízes (DMR) e volume de raízes (VR). Em conclusão, o PH atuou como mitigador dos efeitos do estresse hídrico sobre as plantas, mas o que realmente configurou melhores respostas quanto à AP, DH e a NB das hastes florais de lisianthus foram as lâminas de irrigação. O CR, a AS e o VR das plantas, apresentaram melhores resultados quando se utilizou lâminas entre 60 e 100 % da CRV.

Palavras-chave: *Eustoma grandiflorum*, cultivo protegido, manejo da irrigação, polímeros hidroabsorvente.

Production of beef Lisianthus cultivated under different water availability and hydrogel doses

Abstract

The demand for the development of technologies that provide information on the production and management of the lisianthus culture has led researchers to evaluate new alternatives. Among these, the use of hydrogel hydroretaining polymer (PH) in the efficiency of increasing water availability. Thus, the objective was to evaluate the production of lisianthus cultivated under different irrigation depths and PH doses. The experiment was carried out in a greenhouse and in pots. The first factor consisted of different irrigation depths, 40, 60, 80, 100 and 120% of the vessel retention capacity (CRV) and the second factor was composed of four hydrogel doses, 0, 3, 6 and 9 grams vase⁻¹. The variables plant height (AP), stem diameter (DH) and number of buds (NB) were evaluated in two growing seasons. At the end of cultivation, total root length (CR), root surface area (SA), mean root diameter (DMR) and root volume (VR) were evaluated. In conclusion, PH acted as a mitigator of the effects of water stress on plants, but what really configured better responses in terms of AP, DH and NB of lisianthus floral stems were irrigation depths. The CR, AS and VR of the plants showed better results when using slides between 60 and 100% of the CRV.

Keywords: *Eustoma grandiflorum*, protected environment, irrigation management, hydroabsorbent polymers.

INTRODUÇÃO

No segmento de flores, o lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) se configura como uma das espécies de maior importância no mercado nacional e internacional (RODRÍGUEZ-SERRANO et al., 2020). No ano de 2018, o lisianthus foi a sexta flor de corte mais vendida no Brasil, sendo essencialmente utilizada em arranjos florais (BACKES et al. 2006; AKI, 2018).

A produção dessa espécie apresenta grande potencial, no entanto, as informações técnicas e científicas sobre sua produção e manejo, especialmente quanto as suas exigências hídricas ainda são limitadas. A necessidade de água e a influência dos manejos de irrigação são conhecidos apenas para espécies tradicionalmente cultivadas como flores de corte, como a rosa (CAVALCANTE JÚNIOR et al., 2013), alstroemeria (GIRARDI et al., 2017), gérbera (PIROLI et al., 2019), e zínia (MARTINS et al., 2021), entre outras.

Considerando que o padrão de qualidade do caule floral é decisivo para o sucesso da produção, o cultivo em ambiente protegido é uma alternativa para a gestão eficiente dos recursos hídricos, além de influenciar no padrão de qualidade das flores de corte (SLATHIA et al., 2018). Além disso, no setor de flores, a estética das plantas influencia na classificação do produto e na estratégia de maximização de lucro para posterior comercialização (PIROLI et al., 2019).

No cultivo de plantas ornamentais em recipientes a utilização de substrato assume influência direta no crescimento, pois o sistema radicular fica reduzido ao espaço disponível do vaso, limitando o crescimento das raízes e a quantidade de água armazenada (LUDWIG et al., 2015). Sendo este último, um dos fatores mais importantes que afetam o crescimento e o desenvolvimento de plantas ornamentais em vasos (GIRARDI et al., 2018).

Adicionado a isso, a quantidade de água disponível no cultivo em recipientes pode causar diferentes alterações no sistema radicular das plantas, e conseqüentemente na parte aérea, influenciando no crescimento e na qualidade do produto final.

Desta forma, alternativas que proporcionam a manutenção da umidade do substrato com o objetivo de suprir a necessidade hídrica de forma a evitar a escassez de água durante o ciclo de cultivo é primordial. Uma das tecnologias mais promissoras em relação ao fornecimento de água para plantas é a adição de polímeros hidroretentores junto ao substrato (MENDONÇA et al., 2015).

Conhecido como hidrogel, esses polímeros agem como condicionador hídrico do solo/substrato e permitem o aumento do intervalo de irrigação, uma vez que a água é liberada de forma gradual para as plantas (MENDONÇA et al., 2015; ABOBATTA, 2018). Assim, por difusão as raízes da cultura vão esgotar as reservas de água do solo/substrato e criar um gradiente potencial devido a dessorção de água do hidrogel, levando a uma maior absorção de água e melhor desempenho de crescimento (LIU E CHAN, 2015; GALEŞ et al., 2016).

Nesse sentido, devido à necessidade de novas alternativas para proporcionar uma melhor eficiência no uso da água e qualidade das flores, objetivou-se avaliar a produção do *lisianthus* cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de polímero hidroretentor (hidrogel).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido no Setor de Floricultura do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com os tratamentos distribuídos em um fatorial 5x4, com quatro repetições. O primeiro fator (A) foi constituído por diferentes lâminas de irrigação, 40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção do vaso (%CRV) e o segundo fator (D) foi composto por quatro doses de hidrogel, 0, 3, 6 e 9 gramas vaso⁻¹, totalizando 80 vasos. Os vasos possuíam as seguintes dimensões, 22,5 cm de altura, 23 cm de diâmetro superior e 19 cm de diâmetro inferior, com volume máximo de 8 litros.

O tipo de substrato utilizado para o enchimento dos vasos foi a turfa hídrica, substrato a base de casca de pinus e o substrato comercial Carolina (composto por turfa, vermiculita, casca de arroz torrefado e calcário) na proporção de 2,5:1:1. Todos os vasos apresentavam quatro furos na parte inferior para drenagem e aeração do sistema radicular.

Para os referidos tratamentos, foram utilizadas cinco lâminas de reposição de água em relação à capacidade de retenção de vaso (CRV): 40, 60, 80, 100 e 120% da CRV. A determinação da CRV foi realizada conforme metodologia descrita por (KÄMPF et al., 2006). Para tal, foi usada a sentença matemática abaixo (Eq 1), adaptada por (SCHWAB, et al., 2013):

$$PV\% = (PV_{crv} - PV_{seco}). CRV + PV_{seco} \quad (1)$$

Em que: PV% é o peso do vaso para cada um dos tratamentos; PV_{crv} é a capacidade de retenção de água; PV_{seco} é o peso do vaso preenchido com substrato totalmente seco e CRV é a lâmina de reposição de água.

O consumo de água da cultura foi determinado por meio da equação do balanço hídrico, conforme a seguinte equação (Eq 2):

$$Etr = \sum_{i=1}^n M_i L - \sum_{i=1}^n M_{i+1} L + I - D \quad (2)$$

Em que: Etr é a evapotranspiração real da planta em vaso, em um intervalo de tempo Δt de sete dias; M_i é a massa de substrato e água contida no vaso no início do intervalo de tempo (Δt) considerado; i é o índice representando o intervalo de tempo (Δt) considerado para o balanço; M_{i+1} é a massa de substrato e água remanescente no final do intervalo de tempo (Δt) considerado; I é a irrigação aplicada no vaso no intervalo de tempo Δt e D : é a percolação (ou drenagem) que eventualmente possa ocorrer. A variação

do armazenamento de água no vaso ($M_i - M_{i+1}$) foi obtida por meio da pesagem dos vasos em uma balança com capacidade de 50 Kg.

Os valores obtidos pela diferença de peso (g dia^{-1}) foram transformados em lâmina de água (mm dia^{-1}) até o valor correspondente ao tratamento. A irrigação foi realizada manualmente, com turno de rega fixo de sete dias.

O hidrogel utilizado foi o Hydroplan-EB®, o qual foi preparado seguindo as recomendações do fabricante (1000 gramas de hidrogel para cada 200 litros de água). Desta forma, para compor as doses de hidrogel foram utilizados 0, 3, 6 e 9 g do produto para cada 0, 1,2, 2,4 e 3,6 litros de água, respectivamente. Para cada tratamento, os vasos receberam a dosagem do gel expandido, e posteriormente homogeneizados com o substrato, seguidos pelo transplante das mudas.

A cultura utilizada foi o *Lisianthus - Eustoma grandiflorum* var. Mariachi blue, de coloração roxa. As mudas foram adquiridas da floricultura Úrsula, localizada na cidade de Nova Petrópolis/RS, que recebe as sementes da empresa Sakata Seed Corporation, com sede importadora em São Paulo. O transplante das mudas para os vasos ocorreu no dia 27/02/2019 para a primeira época e no dia 10/09/2019 para a segunda época de cultivo.

Nas duas épocas de cultivo foi realizada a avaliação da altura de planta (AP), diâmetro da haste (DH) e número de botões (NB). Na primeira e segunda época de cultivo, a AP, DH e DB foram mensuradas em dois períodos diferentes. Na primeira época, as plantas foram avaliadas aos 108 e 144 dias após o transplante. Na segunda época, as plantas foram avaliadas aos 66 e 88 dias após o transplante.

Ao final de cada cultivo, as plantas foram retiradas dos vasos para as avaliações do comprimento total das raízes (CR), área superficial das raízes (AS), diâmetro médio das raízes (DMR) e volume de raízes (VR). A avaliação foi feita com auxílio do scanner e softwares de análise WINRHIZO (ARSENAULT et al., 1995), da Regent Instruments Inc., sendo um dos sistemas mais empregados para análise de imagens de raízes lavadas no meio rural (PIERRET et al., 2013).

Os dados foram submetidos a análise de variância ao nível de 5% de probabilidade de erro e, quando constatado efeito significativo foi realizada a análise de regressão. A superfície de resposta foi realizada quando a interação foi significativa e os autovalores indicaram ponto de máxima ou de mínima. As análises foram realizadas com auxílio do software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

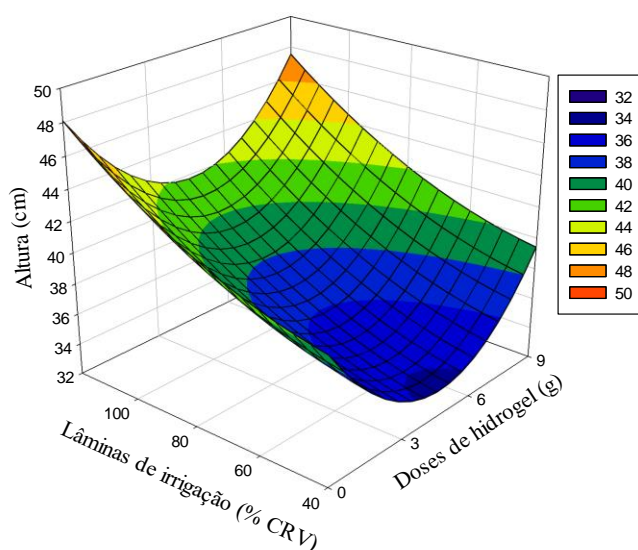
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Houve interação significativa com $p < 0,01$ das lâminas de irrigação e doses de hidrogel sob a altura de plantas de lisianthus nos dois períodos avaliados na primeira época de cultivo. Na segunda época de cultivo, houve interação significativa com $p < 0,01$ para a avaliação realizada aos 66 dias após o transplante. Na avaliação realizada aos 88 dias após o transplante, houve efeito isolado com $p < 0,01$ das lâminas de irrigação e doses de hidrogel sob a altura das plantas.

Na primeira avaliação da altura do primeiro cultivo, a menor lâmina de irrigação e a aplicação de 3 g de hidrogel causaram a menor altura de plantas de lisianthus. No entanto, nas maiores lâminas de irrigação ocorreram aumentos na altura das plantas. As doses de hidrogel combinadas com as maiores lâminas de irrigação incrementam a altura das plantas de lisianthus aos 108 dias após o transplante (Figura 1).

Figura 1. Superfície de resposta para altura de plantas de lisianthus aos 108 dias após o transplante na primeira época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de hidrogel.

$$\hat{y} = 39,08 - 0,02A + 0,0008A^2 - 2,58D + 0,30D^2 - 0,002AD; R^2 = 0,33$$

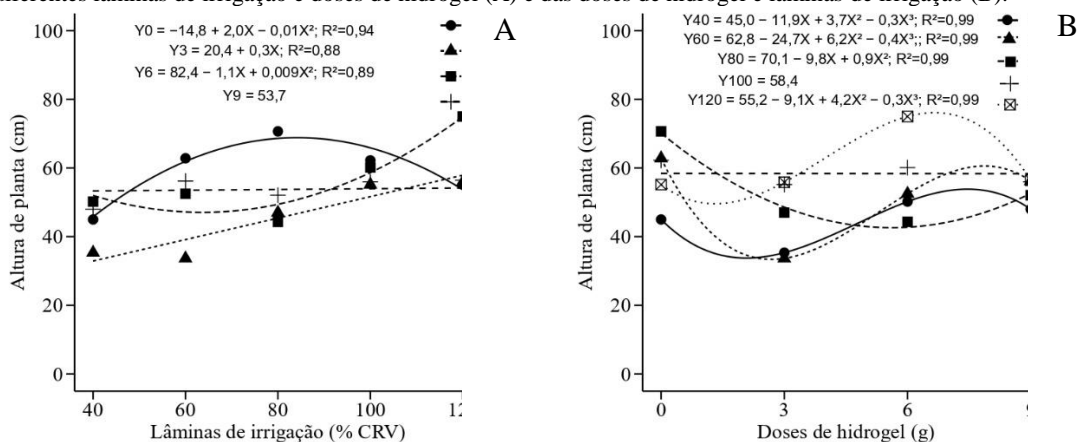


Na segunda avaliação da altura do primeiro cultivo, as plantas de lisianthus que não receberam hidrogel apresentaram maior altura quando a lâmina de irrigação foi de 84% da CRV. Na aplicação de 3 g de hidrogel, a altura aumentou linearmente em função das lâminas de irrigação. No entanto, quando se utilizou a dose de 6 g de hidrogel, a lâmina de irrigação de 63% proporcionou a menor altura, sendo necessário maiores lâminas para aumentar a altura das plantas. A altura das plantas na maior dose de hidrogel se manteve constante em função das lâminas de irrigação (Figura 2A).

Esses resultados indicam que o lisianthus necessita de alta demanda de água, e que as doses de hidrogel testadas não foram suficientes para reter quantidades de água suficientes para crescimento das plantas. Essa afirmação foi verificada por Monteiro et al. (2020), em estudo com uma espécie de rosa do deserto, onde observaram que foram necessárias irrigações mais frequentes, sugerindo que o uso de hidrogel em diferentes doses não foi suficiente para manter a umidade mínima necessária para o crescimento das plantas.

Na menor lâmina de irrigação utilizada, a dose de hidrogel de 2,1 g causou a menor altura de plantas e a dose de 7,5 g causou a maior altura, resultado semelhante ao encontrado para a lâmina de 60%, no qual, a menor altura foi obtida na dose de 2,7 g e a maior altura na dose de 7,8 g de hidrogel. Na lâmina de 80%, a dose de 5,6 g de hidrogel proporcionou a menor altura das plantas, sendo que, doses menores que esses valores proporcionam maiores aumentos na altura. A 100% da CRV, a altura foi constante em função das doses de hidrogel. Quando a CRV foi máxima, a dose de hidrogel de 1,3 g causou a menor altura de plantas e a dose de 6,7 g causou a maior altura (Figura 2B).

Figura 2. Altura de plantas de lisianthus aos 144 dias após o transplante na primeira época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de hidrogel (A) e das doses de hidrogel e lâminas de irrigação (B).

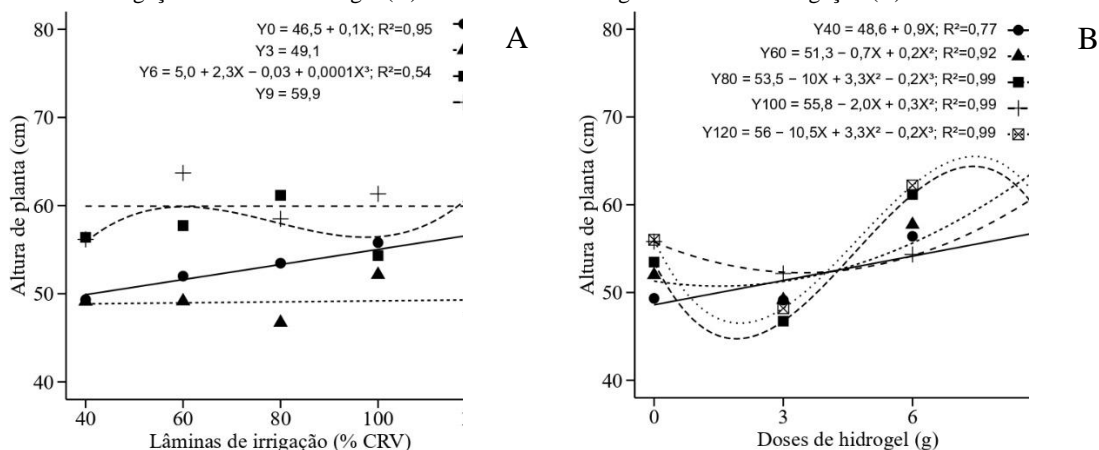


Na primeira avaliação da altura do segundo cultivo, as plantas de lisianthus que não receberam hidrogel apresentaram maior altura quando a lâmina de irrigação foi de 120% da CRV. Na aplicação de 3 e 9 g de hidrogel, a altura das plantas se manteve constante em função das lâminas de irrigação. No entanto, quando utilizou a dose de 6 g de hidrogel, a lâmina de irrigação de 60% proporcionou a maior altura das plantas e a lâmina de 97,4% a menor altura (Figura 3A).

A altura das plantas na lâmina de 40% da CRV aumentou linearmente em função das doses de hidrogel. Já para a lâmina de 60% ocorreu uma altura mínima na dose de 1,5 g de hidrogel, sendo que, a partir dessa dose ocorreu incremento da altura das plantas.

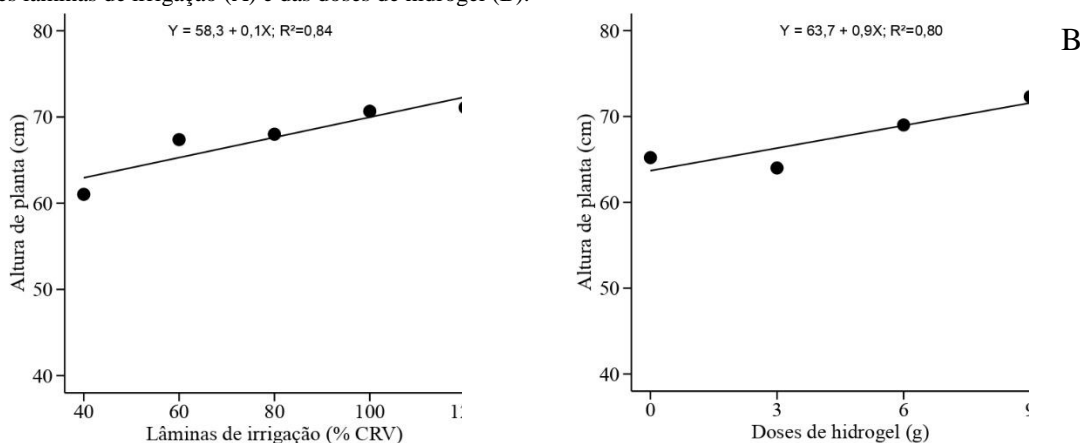
Na lâmina de 80% a menor altura foi obtida na dose de 1,9 g e a maior altura na dose de 7,4 g de hidrogel. A 100% CRV, a dose de 3,4 g de hidrogel proporcionou a menor altura das plantas, sendo que, doses maiores que esses valores causaram maiores incrementos na altura. Quando a CRV foi máxima, a dose de hidrogel de 2,0 g causou a menor altura de plantas e a dose de 7,4 g causou a maior altura (Figura 3B).

Figura 3. Altura de plantas de lisianthus aos 66 dias após o transplante na segunda época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de hidrogel (A) e das doses de hidrogel e lâminas de irrigação (B).



Na segunda avaliação do segundo cultivo, a altura das plantas lisianthus aumentaram linearmente em função das lâminas de irrigação e doses de hidrogel (Figura 4A e 4B). O incremento da altura com a lâmina 120% em relação a lâmina de 40% foi de 12,7%, mesmo incremento verificado para a maior dose de hidrogel em relação dose 0.

Figura 4. Altura de plantas de lisianthus aos 88 dias após o transplante na segunda época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação (A) e das doses de hidrogel (B).



No geral, quando as plantas de lisianthus não receberam hidrogel, as lâminas de irrigação mais altas proporcionaram maior altura das plantas. Na avaliação de *Eucalyptus dunnii*, Navroski et al. (2015), obtiveram resultados semelhantes, em que foi observado maior altura quando submetidas a lâminas de irrigação maiores nas mudas que não receberam hidrogel. Nesse caso, além do fato de que as doses de hidrogel testadas não

Artigo Submetido na Revista Brasileira de Ciências Agrárias

foram suficientes para garantir boas condições hídricas, as condições meteorológicas locais, na segunda época de cultivo, favorecem mais evapotranspiração principalmente devido às altas temperaturas, que deve ter aumentado a restrição hídrica às plantas, que, segundo Taiz e Zeiger (2013), afetam todas as suas fases de desenvolvimento, limitando o crescimento de importantes caracteres físicos como tamanho, número de folhas, caule etc.

No presente estudo, as doses de hidrogel baixas e altas também necessitaram de lâminas de irrigação maiores para atingir alturas superiores. A necessidade de uma maior condição hídrica nas maiores doses de hidrogel pode estar relacionado a maior condutividade elétrica da solução, pois de acordo com o fabricante, quantidades ≥ 4 dS m^{-1} podem iniciar o processo de salinização do solo/substrato. De acordo com Mendonça et al. (2013), altas doses de hidrogel aumentam a condutividade elétrica da solução. Esse aumento pode ter ocorrido devido ao potencial salino do polímero utilizado (NAVROSKI et al., 2015).

A inibição ocasionada no crescimento devido à elevação da salinidade é resultado da diminuição do potencial osmótico, e conseqüentemente a uma redução do potencial hídrico, promovendo efeitos similares ao déficit hídrico (MUNNS; TESTER, 2008; OLIVEIRA et al., 2017), prejudicando assim a divisão e alongamento celular (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além disso, este decréscimo pode estar relacionado a alta concentração de íons na solução do solo/substrato, podendo eventualmente provocar toxidez (OLIVEIRA et al., 2016).

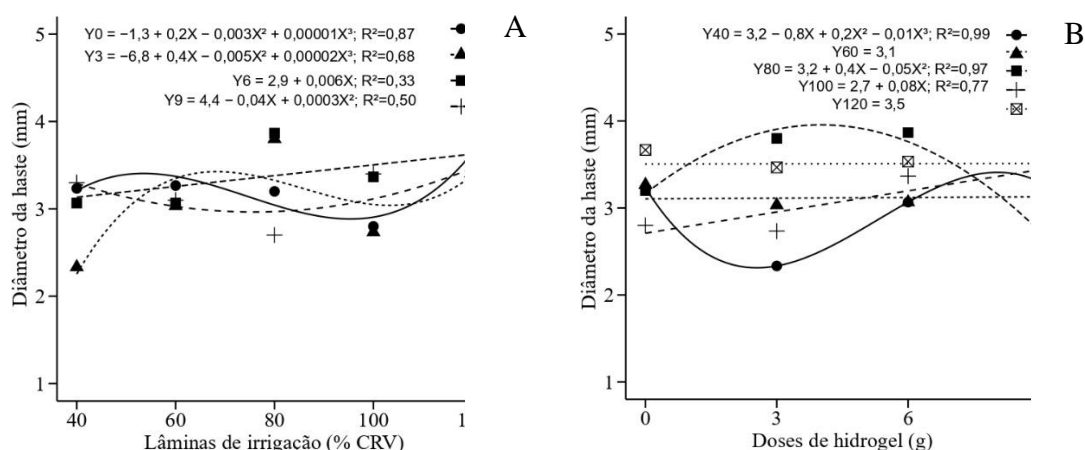
O diâmetro da haste e o número de botões de *lisianthus* foram significativamente afetados pela interação das lâminas de irrigação e doses de hidrogel com $p < 0,01$ nos dois períodos de avaliação da primeira e segunda época de cultivo.

Na primeira avaliação do diâmetro da haste do primeiro cultivo, as plantas de *lisianthus* que não receberam hidrogel apresentaram um aumento do diâmetro da haste na lâmina de irrigação de 53,5%, após esse ponto o diâmetro reduziu, atingindo um valor mínimo na lâmina de 95%. Na aplicação de 3 g de hidrogel, o menor diâmetro da haste foi obtido na lâmina de irrigação de 40% e o maior diâmetro na lâmina de irrigação de 68,3%, após esse ponto houve redução do diâmetro até na lâmina de 103,3%. Já quando foi utilizado a dose de 6 g de hidrogel, o diâmetro da haste aumentou linearmente em função das lâminas. A maior dose de hidrogel proporcionou um menor diâmetro da haste na lâmina de 75,8% (Figura 5A).

O diâmetro da haste das plantas de lisianthus na lâmina de 40% da CRV foi mínimo na dose de 2,5 g de hidrogel, a partir disso houve aumento até na dose de 8,0 g. Na lâmina de 80%, o diâmetro da haste aumentou em função das doses de hidrogel até a dose de 4 g, decrescendo a partir disso. A 100% CRV, o aumento do diâmetro da haste foi linear em função das doses de hidrogel. Quando a CRV foi de 60 e 120%, o diâmetro da haste das plantas de lisianthus se manteve constante (Figura 5B).

Resultados semelhantes foram encontrados por Divincula et al. (2020), em estudo com a cultura da calêndula, onde observaram que as plantas acondicionadas sob déficit hídrico, apresentaram diâmetro crescente em função do aumento do hidrogel. Quando submetidas a condições favoráveis de reposição hídrica, os resultados indicam que em determinado momento o excesso hídrico fornecido pela associação entre o percentual de umidade e a dose de hidrogel causa menor incremento sobre diâmetro da haste.

Figura 5. Diâmetro da haste de plantas de lisianthus aos 108 dias após o transplante na primeira época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de hidrogel (A) e das doses de hidrogel e lâminas de irrigação (B).

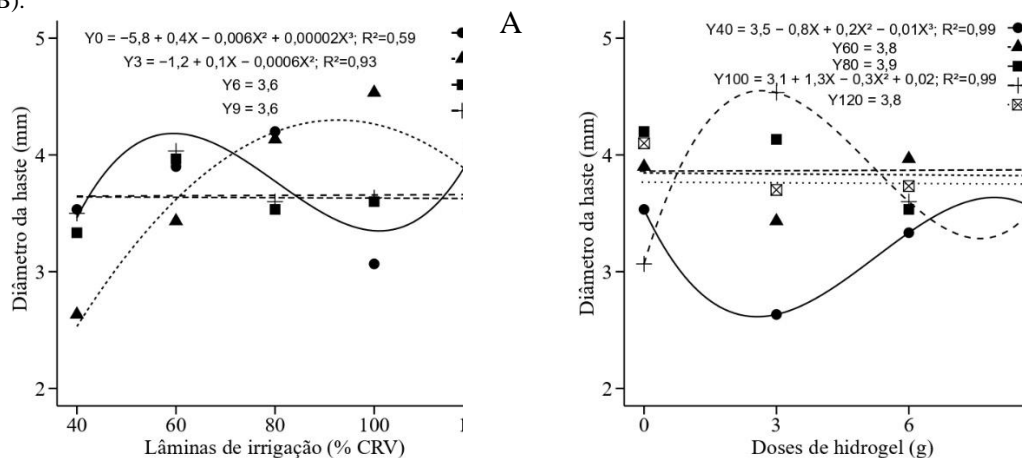


Na segunda avaliação do primeiro cultivo, o diâmetro da haste das plantas de lisianthus que não receberam hidrogel apresentaram maior diâmetro da haste na lâmina de irrigação de 59,5% e menor diâmetro na lâmina de 101%. Na aplicação de 3 g de hidrogel, o diâmetro da haste aumentou em função das lâminas de irrigação até lâmina de 92,7% da CRV. Já quando foi utilizado a dose de 6 e 9 g de hidrogel, o diâmetro da haste permaneceu constante em função das lâminas de irrigação (Figura 6A).

O diâmetro da haste das plantas de lisianthus na lâmina de 40% da CRV foi mínimo na dose de 2,6 g de e máximo na dose de 7,9 g de hidrogel. Na lâmina de 100%, ocorreu o inverso, o diâmetro da haste máximo foi dose de 2,7 g e o mínimo na dose de 7,6 g de

hidrogel. Quando a CRV foi de 60, 80 e 120%, o diâmetro da haste das plantas de lisianthus se manteve constante (Figura 6B).

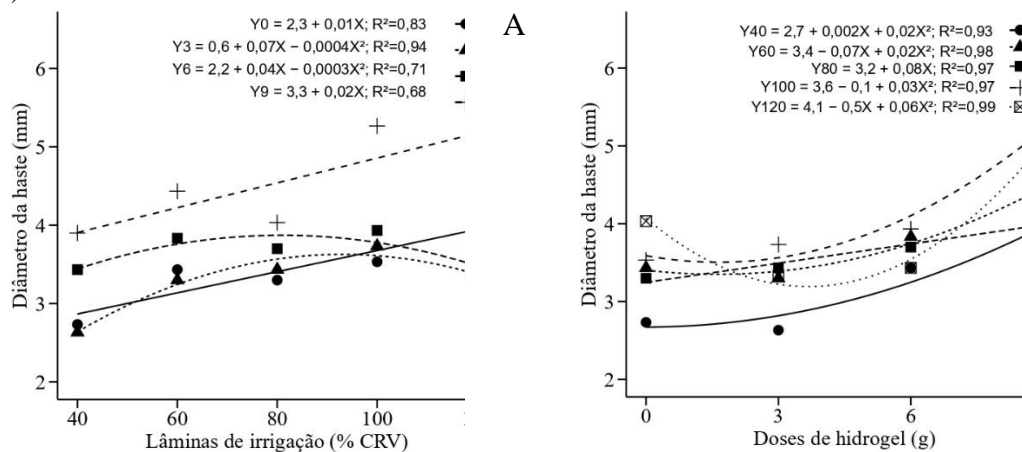
Figura 6. Diâmetro da haste de plantas de lisianthus aos 144 dias após o transplante na primeira época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de hidrogel (A) e das doses de hidrogel e lâminas de irrigação (B).



Na primeira avaliação do diâmetro da haste do segundo cultivo, as plantas de lisianthus que não receberam hidrogel apresentaram aumento linear do diâmetro da haste em função das lâminas de irrigação. O mesmo comportamento foi observado para a aplicação de 9 g de hidrogel. Na aplicação de 3 g de hidrogel, o maior diâmetro da haste foi obtido na lâmina de irrigação de 93,1%. Já quando foi utilizado a dose de 6 g de hidrogel, o diâmetro da haste foi máximo na lâmina de 81% (Figura 7A).

Na aplicação das lâminas de 40, 60, 80, 100 e 120% da CRV, o maior diâmetro da haste das plantas de lisianthus foi observado para a dose de 9 g de hidrogel. No entanto, para a lâmina de 120% da CRV, o diâmetro da haste apresentou um valor mínimo na dose de 3,7 g de hidrogel (Figura 7B).

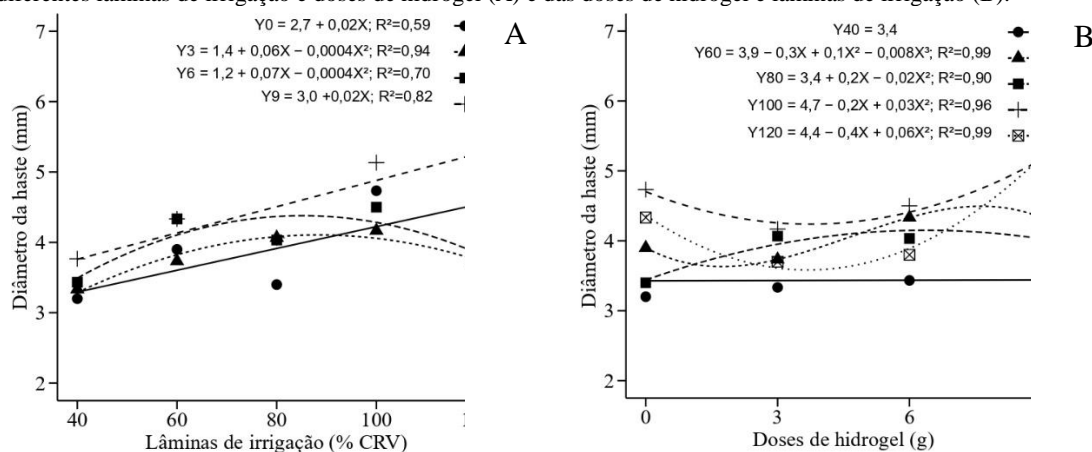
Figura 7. Diâmetro da haste de plantas de lisianthus aos 66 dias após o transplante na segunda época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de hidrogel (A) e das doses de hidrogel e lâminas de irrigação (B).



Na segunda avaliação do diâmetro da haste do segundo cultivo, as plantas de lisianthus que não receberam hidrogel e as que receberam de 9 g apresentaram aumento linear do diâmetro da haste em função das lâminas de irrigação. Na aplicação de 3 g de hidrogel, o maior diâmetro da haste foi obtido na lâmina de irrigação de 88,3%. Já quando foi utilizado a dose de 6 g de hidrogel, o diâmetro da haste foi máximo na lâmina de 85,2% (Figura 8A). Esses resultados foram semelhantes aos encontrados na primeira avaliação.

Na aplicação da lâmina de 40%, o diâmetro da haste se manteve constante em função das doses de hidrogel. Para a lâmina de 60% da CRV, o diâmetro da haste foi mínimo na dose de 1,7 g de e máximo na dose de 7,6 g de hidrogel. Na lâmina de 80%, o maior diâmetro da haste das plantas de lisianthus foi observado para a dose de 6,4 g de hidrogel. Já para as lâminas de 100 e 120% da CRV, o diâmetro da haste apresentou um valor mínimo na dose de 3,7 g de hidrogel e maiores valores para a dose de 9 g (Figura 8B).

Figura 8. Diâmetro da haste de plantas de lisianthus aos 88 dias após o transplante na segunda época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de hidrogel (A) e das doses de hidrogel e lâminas de irrigação (B).



O diâmetro da haste das plantas de lisianthus no primeiro cultivo, diferentemente da altura, foi alto nas lâminas de irrigação intermediárias e nas menores doses de hidrogel. No entanto, no segundo cultivo, tanto as menores doses de hidrogel quanto as altas doses necessitaram de lâminas de irrigação maiores para as plantas atingirem maiores diâmetro da haste, já doses intermediárias de hidrogel precisaram de lâminas de irrigação entre 80 e 100% da CRV. Da mesma forma que a altura, houve maior necessidade de água nas maiores doses de hidrogel para manter um maior diâmetro da haste.

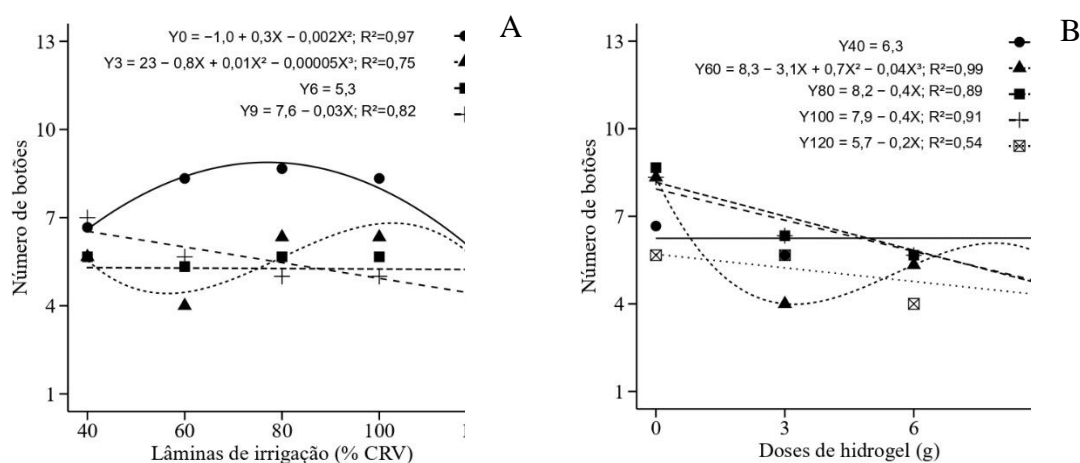
Esse efeito observado, pode estar relacionado a resposta das plantas ao estresse hídrico, pois depende de sua intensidade e duração, e é variável em cada espécie e fase de desenvolvimento (CASTRO et al., 2017). Além disso, pode ser resultante de um possível efeito fitotóxico nas plantas conforme a dose do polímero hidroretentor, fato

esses que podem ter alterado o desenvolvimento e, conseqüentemente influenciando no diâmetro das hastes.

Na primeira avaliação do primeiro cultivo, o número de botões de lisianthus nas plantas que não receberam hidrogel foi maior na lâmina de irrigação de 77% da CRV. Na aplicação de 3 g de hidrogel, o menor número de botões foi obtido na lâmina de irrigação de 56,4% e o maior número na lâmina de 103%. Já quando foi utilizado a dose de 6 g de hidrogel, número de botões se manteve constante em função das lâminas de irrigação. Na utilização de 9 g de hidrogel, o número de botões foi reduzido linearmente em função das lâminas de irrigação (Figura 9A).

Na aplicação da lâmina de 40% da CRV, o número de botões se manteve constante em função das doses de hidrogel. Para a lâmina de 60% foi observado uma redução do número de botões das plantas de lisianthus até a dose de 3,2 g de hidrogel, sendo o menor valor, a partir disso houve aumento até a dose de 7,9 g. Nas lâminas de 80, 100 e 120% da CRV, o número de botões foi reduzido linearmente em função das doses de hidrogel (Figura 9B).

Figura 9. Número de botões de plantas de lisianthus aos 108 dias após o transplante na primeira época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de hidrogel (A) e das doses de hidrogel e lâminas de irrigação (B).

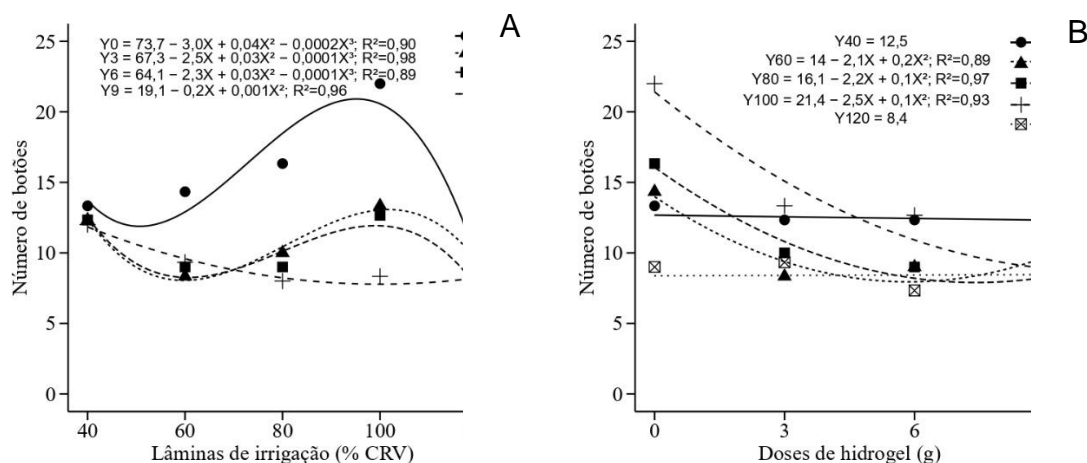


Na segunda avaliação do primeiro cultivo, as plantas de lisianthus que não receberam hidrogel reduziram o número de botões até a lâmina de irrigação de 50,7% da CRV, a partir disso, o número de botões aumentou até a lâmina de 95%, e caindo drasticamente após esse ponto. Na aplicação de 3 e 6 g de hidrogel, o número de botões foi reduzido na lâmina de 60%, sendo que, a partir desse ponto ocorreu aumento até a lâmina de 100%. Na utilização de 9 g de hidrogel, o número de botões foi mínimo na lâmina de 100% (Figura 10A).

Os resultados obtidos, corroboram em parte com o verificado em calêndula, em que a máxima produtividade de capítulo com doses de 4,52 g para 75% da capacidade da capacidade de campo e 4,38 g para 100% da capacidade de campo, inferindo que quando submetida a maior percentual de umidade, menores doses de hidrogel são suficientes para ocorrer excesso hídrico e desfavorecer a produção da cultura (DIVINCULA et al., 2020).

Na aplicação da lâmina de 40 e 120% da CRV, o número de botões se manteve constante em função das doses de hidrogel. Para as lâminas de 60 e 80%, o menor número de botões das plantas de lisianthus foi observado para as doses de 5,8 e 7,4 g de hidrogel, respectivamente. Nas lâminas de 100 da CRV, o número de botões foi mínimo na dose de 9 g de hidrogel (Figura 10B).

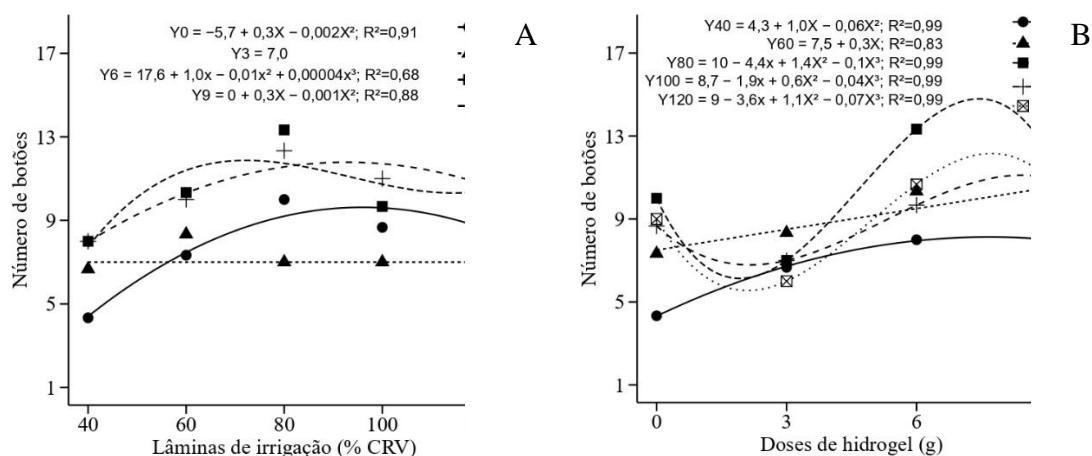
Figura 10. Número de botões de plantas de lisianthus aos 144 dias após o transplante na primeira época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de hidrogel (A) e das doses de hidrogel e lâminas de irrigação (B).



Na primeira avaliação do segundo cultivo, o número de botões de lisianthus nas plantas que não receberam hidrogel foi maior na lâmina de irrigação de 96% da CRV. Na aplicação de 3 g de hidrogel, o número de botões se manteve constante em função das lâminas de irrigação. Já quando foi utilizado a dose de 6 g de hidrogel, houve um aumento do número de botões até na lâmina de irrigação de 56,4%, sendo o ponto máximo. Na utilização de 9 de hidrogel, o número de botões foi máximo nas lâminas de irrigação de 93% (Figura 11A).

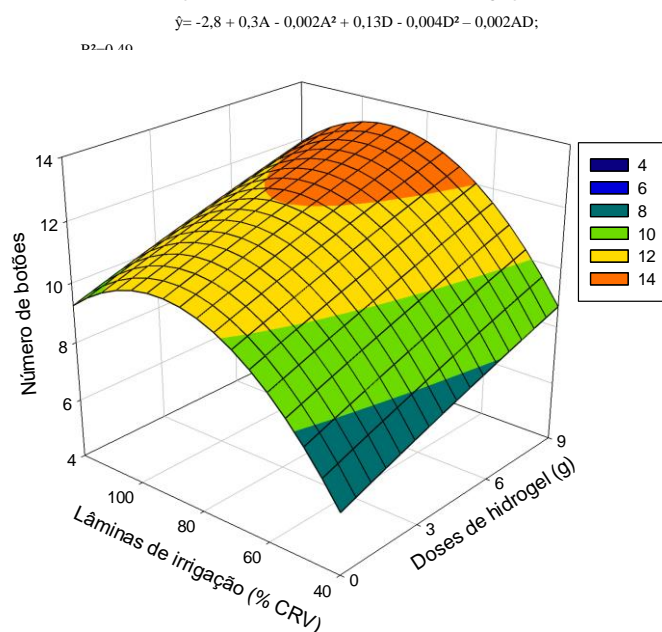
Na aplicação da lâmina de 40% da CRV, o número máximo de botões foi obtido na dose de 7,7 g hidrogel. Para a lâmina de 60%, o aumento do número de botões das plantas de lisianthus foi linear em função das doses hidrogel. Na lâmina de 80%, o número de botões foi mínimo na dose de 1,9 g de hidrogel e máximo na dose de 7,4 g. A 100 e 120 % da CRV, o número de botões foi mínimo na dose de 2,1 g de hidrogel e máximo na dose de 8,4 e 7,7 g, respectivamente (Figura 11B).

Figura 11. Número de botões de plantas de lisianthus aos 66 dias após o transplante na segunda época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de hidrogel (A) e das doses de hidrogel e lâminas de irrigação (B).



Na segunda avaliação do segundo cultivo, as lâminas de irrigação acima de 80% combinadas com as maiores doses de hidrogel causaram o maior número de botões de plantas de lisianthus. Lâminas de irrigação abaixo de 60% associadas a baixas doses de hidrogel reduziram o número de botões das plantas (Figura 12).

Figura 12. Superfície de resposta para o número de botões de plantas de lisianthus aos 88 dias após o transplante na segunda época de cultivo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de hidrogel.



O número de botões das plantas de lisianthus no primeiro cultivo foi maior sem a adição de hidrogel nas lâminas de irrigação intermediárias. Por outro lado, no segundo cultivo, o número de botões foi maior nas maiores doses de hidrogel nas lâminas de irrigação intermediárias. Essa diferença entre as duas épocas pode estar relacionada com as condições do ambiente durante o ciclo da cultura, sendo que, na primeira época

Artigo Submetido na Revista Brasileira de Ciências Agrárias

(transplântio em 27/02/2019), as temperaturas na região sul começam a ficar mais amenas em relação a segunda época (transplântio em 10/09/2019), na qual, as temperaturas foram aumentando. Provavelmente na primeira época, a perda de água foi menor do que na segunda época, fato que pode ter contribuído para a ausência de hidrogel apresentar maior número de botões.

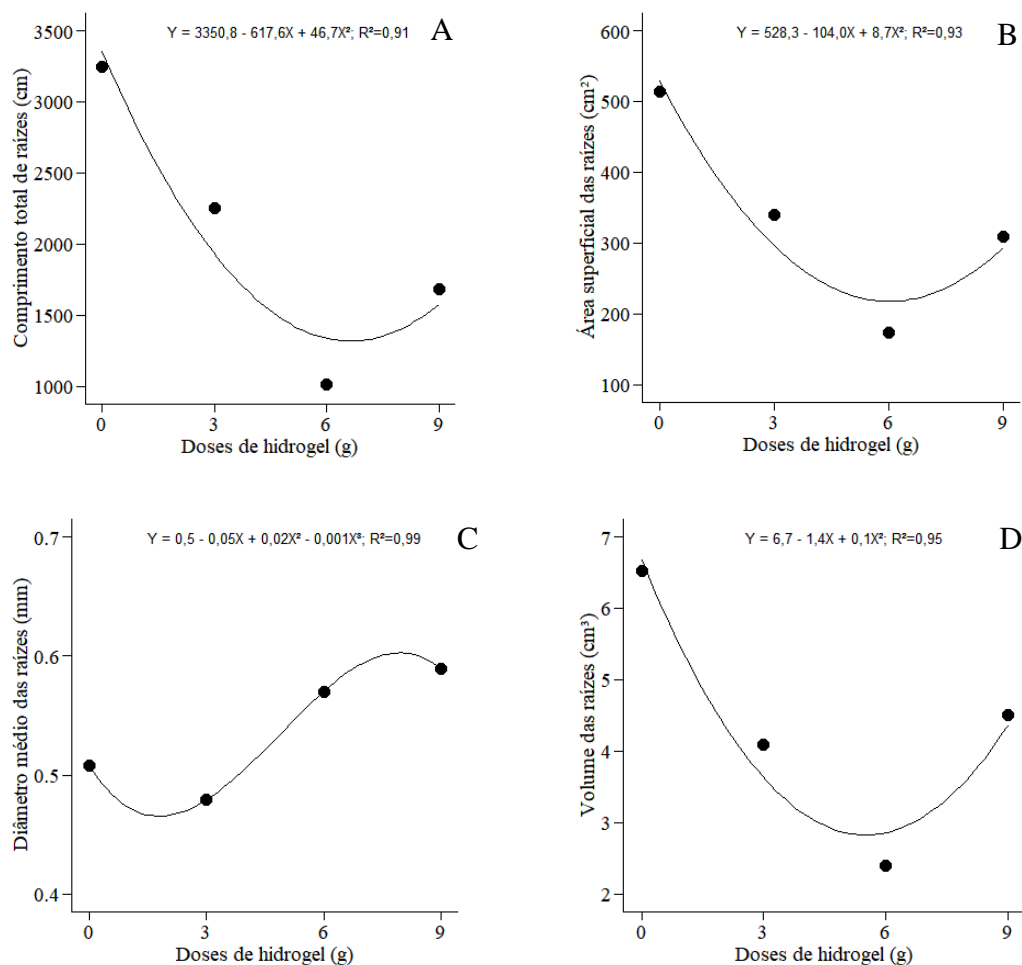
Adicionado a isso, fica evidenciado que a eficiência do hidrogel no substrato sofre influência de fatores climáticos, em especial a temperatura durante o ciclo da cultura, disponibilidade de água, capacidade de aproveitamento de água do hidrogel pelas plantas que está muito em função da superfície de contato das raízes com o polímero, presença de sais na água e no substrato, pois, em meio a soluções salinas seu rendimento fica comprometido reduzindo seu potencial de absorção.

Destaca-se também e forma de aplicação (previamente diluído) e a resistência do substrato a expansão desse produto, levando assim, a não obtenção de resultados semelhantes nas variáveis analisadas nas diferentes épocas.

Na segunda época, as maiores doses de hidrogel foram mais responsivas para o número de botões. Isso pode ser devido a maior retenção de água pelo substrato causada pelo hidrogel (MENDONÇA et al., 2013). Em plantas de calêndula a adição de hidrogel como condicionador atuou como redutor dos efeitos do estresse hídrico (DIVINCULA et al., 2020).

O comprimento total, a área superficial e o volume das raízes das plantas de *lisianthus* apresentaram decréscimo em função das doses de hidrogel. Os menores valores foram observados para a dose de 6 g de hidrogel (Figura 13A, B e D). Por outro lado, o maior diâmetro médio das raízes foi encontrado na dose de 9 g de hidrogel (Figura C).

Figura 13. Comprimento total (A), rea superficial (B), diâmetro médio (C) e o volume de raízes (D) de plantas de *lisianthus* em função das doses de hidrogel na segunda época de cultivo.



Esses resultados corroboram com os relatados por Bo et al. (2012), em que obtiveram redução do comprimento total, área total da superfície e o volume total da raiz do milho com a aplicação de maior concentração de hidrogel, enquanto que o diâmetro médio aumentou. Os resultados aqui observados vão de encontro também ao verificado por Divincola et al. (2020), onde evidenciaram comportamento decrescente para as três condições de umidade do solo associada às doses de hidrogel, com redução de 41,57; 41,55 e 43,09% para as umidades de 50, 75 e 100% da capacidade de campo, respectivamente. Em acréscimo, Souza et al. (2013), observaram que doses acima de 4 g/L de substrato causam umidade excessiva no solo, então há menor aeração e desenvolvimento radicular. Além disso, esse comportamento pode ser explicado devido a ação do hidrogel em aumentar a disponibilidade da água, não estimulando as raízes a crescer.

CONCLUSÕES

Em conclusão, a adição polímero hidrorretentor hidrogel no substrato atuou como mitigador dos efeitos do estresse hídrico sobre as plantas, mas o que realmente configurou melhores respostas quanto à altura, diâmetro e a produção de botões das hastes florais de *lisianthus* foram as lâminas de irrigação.

As lâminas de irrigação de aproximadamente 80% da CRV são mais indicadas por proporcionar resultados semelhantes aos das maiores lâminas, gerando economia de água.

O comprimento total, a área superficial e o volume das raízes das plantas do *lisianthus* apresentaram melhores resultados quando se utilizou lâminas entre 60 e 100 % da CRV.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aki, A. 2018. Ranking das flores mais vendidas no Brasil. Disponível em: <Disponível em:<https://www.negocioscomflores.com.br/artigos-gratis/ranking-das-flores-mais-vendidas-no-brasil/>> Acessado em 17/11/2021.

Arsenault, J. L.; Poulcur, S.; Messier, C.; Guay, R. WinRHIZOTM, a root measuring system with a unique overlap correction method. *HortScience*, v.30, p.906, 1995.

Backes, F.A.A.L.; Barbosa, J.G.; Sediyaama, M.A.N.; Martinez, H.E.P.; Cecon, P. R.; Barbosa, M.S. Produção de lisianto cultivado em vasos com diferentes soluções nutritivas e formas de condução. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.6-10, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000100002>.

Bo, Z.; Renkuan, L.; Yunkai, L.; Tao, G.; Peiling, Y.; Ji, F.; Zhichao, Z. Water-absorption characteristics of organic–inorganic composite superabsorbent polymers and its effect on summer maize root growth. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 126, n. 2, p. 423-435, 2012. <https://doi.org/10.1002/app.36652>.

Castro, V. R.; Surdi, P.G.; Tomazello Filho, M.; Chaix, G.; Laclau, J. P. Efeito da disponibilidade hídrica e da aplicação de potássio e sódio no crescimento em diâmetro do tronco de árvores de *Eucalyptus grandis*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 45, n. 113, p. 89-99, 2017. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000200020>.

Cavalcante Júnior, J.A.; De Azevedo, B.M.; De Sousa, G. G.; Vasconcelos, D. V.; De Araújo Viana, T. V.; Neto, M. D. O. R. Manejo da irrigação na cultura da roseira em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 7, n. 4, p. 269-276, 2013. <https://doi.org/10.7127/rbai.v7n400161>.

Divincola, J.S.; Aleman, C.C.; De Souza Junior, E.P.; Vieira, J.H.; de Moraes, J.E.F.; de Oliveira Ribeiro, S.; Dos Santos, M.A.L. Manejo sustentável de irrigação utilizando hidrogel no cultivo de *Calendula officinalis*. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 19175-19188, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-183>

Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

Galeş, D.C.; Trincă, L.C.; Cazacu, A.; Peptu, C.A.; Jităreanu, G. Effects of a hydrogel on the cambic chernozem soil's hydrophysic indicators and plant morphophysiological parameters. *Geoderma*, n. 267, p. 102–111, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.12.008>.

Girardi, L.B.; Peiter, M.X.; Pimenta, B.D.; Bruning, J.; Rodrigues, S.A.; Kirchner, J. H. Crescimento e desenvolvimento da *Alstroemeria x hybrida* quando submetida a diferentes capacidades de retenção de vaso. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 11, n. 1, p. 1191, 2017. <https://doi.org/10.7127/rbai.v11n100561>.

Girardi, L.B.; Peiter, M.X.; Neto, M. C.; Flores, Y. R.; de Almeida Gollo, E. Water availability and production of potted alstroemeria in greenhouse. *Revista Engenharia na Agricultura*, v. 26, n. 5, p. 444-451, 2018. <https://doi.org/10.13083/reveng.v26i5.867>.

Kämpf, A.N.; Takane, R.J.; Siqueira, P. D. FLORICULTURA: técnicas de preparo de substratos. Brasília: LK, p. 132, 2006.

Liu, R., Chan, D.C. The mitochondrial fission receptor Mff selectively recruits oligomerized Drp1. *Mol. Biol. Cell* 26, 4466–4477, 2015. <https://doi.org/10.1091/mbc.E15-08-0591>.

Ludwig, F.; Fernandes, D.M.; Guerrero, A. C.; Villas Boas, R.L.; Laschi, D. Substratos no desenvolvimento de cultivares de gébera envasada. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 2, p. 177-184, 2015. <https://doi.org/10.14295/aohl.v21i2.533>.

Martins, R.D.C.F.; Pêgo, R.G.; Cruz, E.S.D.; Abreu, J.F.G.; Carvalho, D.F.D. Production and quality of zinnia under different growing seasons and irrigation levels. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 45, 2021. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202145033720>.

Mendonça, T.G.; Querido, D.C.M.; Souza, C.F. Eficiência do polímero hidroabsorvente na manutenção da umidade do solo no cultivo de alface. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*. v. 9, n. 4, p. 239-245, 2015. <https://doi.org/10.7127/rbai.v9n400312>.

Mendonça, T.G.; Urbano, V.R.; Peres, J.G.; Souza, C.F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. *Water Resources and Irrigation Management.*, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.

Monteiro, J.L.L.; Araújo, W.F.; Maia, S.D.S.; Silva, I.K.A.C.D.; Chagas, E.A.; Amaya, J.Z.E.; Abanto-Rodriguez, C. Utilização de substratos e hidrogel para produção de mudas de rosa do deserto. *Horticultura Ornamental*. v. 25, p. 336-344, 2020. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v25i4.2004>.

Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v.59, n.1, p.651-681, 2008.

Navroski, M.C.; Araujo, M.M.; Fior, C.S.; da Silva Cunha, F.; Berghetti, Á.L.P; de Oliveira Pereira, M. Uso de hidrogel 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. <https://doi.org/10.5902/1980509825106>.

Nomura, M.; Pereira Filho, J.M.; Costa, E.M.; Pereira, L.S.; Ventura, M.V.A. Avaliação de diferentes quantidades de hidrogel na produção de mudas de mamão papaya. *Ipê Agronomic Journal*, v. 3, n. 1, p. 19-25, 2019. <https://doi.org/10.37951/2595-6906.2019v3i1.4320>.

Oliveira, W.J.D.; Souza, E.R.D.; Cunha, J.C.; Silva, E.F.D.F.; Veloso, V.D.L. Leaf gas exchange in cowpea and CO₂ efflux in soil irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 21, n. 1, p. 32-37, 2017. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n1p32-37>.

Rodríguez-Serrano, D.; Lara-Viveros, F.M.; Sánchez-Herrera, S.G.; Aguado-Rodríguez, G.J. Uso de imágenes digitales para evaluar la respuesta colorimétrica de plantas de *Lisianthus*, en soluciones nutritivas en sistemas hidropónicos. *Revista Terra Latinoamerica*, v. 38, n. 3, p. 499-506, 2020. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.549>.

Schwab, N.T.; Peiter, M.X.; Bellé, R.A.; Backes, F.A.A.L.; Robaina, A.D.; Ferraz, R.C. Consumo hídrico de cravina submetida a diferentes estratégias de irrigação e tamanhos de vaso. *Irriga*, v. 18, n. 2, p. 328-336, 2013.

Sousa G.T.O.; Azevedo G.B.; Sousa J.R.L.; Mews C.L.; Souza A.M. Incorporação de polímero hidroretentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, v. 9, n. 16, p 1270-1278, 2013.

Pierret, A.; Gonkhamdee, S.; Jourdan, C.; Maeght, J.L. IJ_Rhizo: an open-source software to measure scanned images of root samples. *Plant and soil*, v. 373, n. 1, p. 531-539, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1795-9>.

Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia Vegetal*. 5. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013.

6 ARTIGO 2 – EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA E COEFICIENTE DE CULTIVO PARA LISIANTHUS DE CORTE CULTIVADO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Revista IRRIGA

1 RESUMO

O lisianthus é considerado uma das espécies de maior importância econômica no mercado nacional e internacional. Contudo, para alcançar a qualidade que o mercado exige, é necessário um manejo hídrico eficiente durante o período de produção. Uma das alternativas, capaz de otimizar a eficiência no uso da água é a adição de hidrogel ao substrato, associada à irrigação. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi determinar os coeficientes culturais do lisianthus de corte e avaliar a eficiência de uso da água sob o efeito combinado entre diferentes manejos de irrigação e doses de hidrogel em ambiente protegido em duas épocas de cultivo. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com distribuição fatorial 5x4, sendo cinco lâminas de irrigação, sendo eles: 40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção do vaso, e quatro doses de hidrogel (0, 3, 6 e 9 gramas por vaso). Foram utilizadas quatro repetições para cada tratamento, totalizando 80 vasos. Em conclusão, o peso fresco, consumo hídrico e a eficiência do uso da água, foram significativamente afetadas pela interação entre lâminas de irrigação e doses de hidrogel nas duas épocas de cultivo. No entanto, lâminas de irrigação entorno de 80% a 100 % da CRV são mais indicadas por proporcionar resultados satisfatórios com menor volume de água, gerando economia.

Palavras-chave: *Eustoma grandiflorum*, consumo hídrico, evapotranspiração, otimização de uso da água.

EFFICIENCY OF WATER USE AND CROP COEFFICIENT FOR LISIANTHUS AS CUT FLOWER CULTIVATED IN GREENHOUSE

2 ABSTRACT

Lisianthus is considered one of the most economically important species in the national and international market. However, to achieve the quality demanded by the market, efficient water management during the production period is necessary. One of the alternatives capable of optimizing water use efficiency is the addition of hydrogel to the substrate, associated with irrigation. In this sense, the objective of this work was to determine the cultural coefficients of cutting lisianthus and to evaluate the efficiency of water use under the combined effect of different irrigation management and hydrogel doses in a protected environment in two growing seasons. The design adopted was completely randomized, with a 5x4 factorial distribution, with five irrigation depths, namely: 40, 60, 80, 100 and 120% of the pot's holding capacity, and four doses of hydrogel (0, 3, 6 and 9 grams per pot). Four replicates were used for each treatment, totaling 80 pots. In conclusion, fresh weight, water consumption and water use efficiency

were significantly affected by the interaction between irrigation depths and hydrogel doses in the two growing seasons. However, irrigation depths around 80% to 100% of the CRV are more suitable for providing satisfactory results with less water volume, generating savings.

Keywords: *Eustoma grandiflorum*, water consumption, evapotranspiration, optimization of water.

3 INTRODUÇÃO

A produção de flores e plantas ornamentais está relacionada ao alto consumo de água (GARCÍA-CAPARRÓS; LAO, 2018). Assim, a melhoria da eficiência do uso da água tornou-se uma prioridade frente a atual escassez desse recurso (DAMKJAER; TAYLOR, 2017; MELO ZURITA et al., 2018). Nesse sentido, o cultivo em ambiente protegido é uma alternativa para a gestão eficiente dos recursos hídricos, além de influenciar no padrão de qualidade das flores de corte (SLATHIA et al., 2018).

Para alcançar a qualidade que o mercado exige, a irrigação é considerada um insumo essencial para o cultivo em ambientes protegidos de culturas de alto valor agregado (CANAJ et al, 2020), como é o caso do lisianthus (RODRÍGUEZ-SERRANO et al, 2020).

Adicionado a isso, além da gestão eficiente da irrigação que permite auxiliar na melhor tomada de decisão, objetivando rendimento, economia de água e, melhoria da eficiência do uso da água, outra técnica promissora em ambientes protegidos é o cultivo sem solo (MONTESANO et al., 2018). Nesse sistema, o substrato tem a função de reter água e nutrientes garantindo a disponibilidade destes para as raízes das plantas (ULLAH et al., 2017).

Outra alternativa capaz de otimizar a eficiência no uso da água é a adição de hidrogel ao substrato, associada à irrigação. Seu uso é capaz de promover um manejo hídrico mais eficiente, diminuindo os custos e aumentando os intervalos de irrigação, uma vez que a água é liberada de forma gradual para as plantas (MENDONÇA et al., 2015; ABOBATA, 2018).

Apesar do hidrogel ser amplamente utilizado na agricultura, especialmente em estudos voltados para sua aplicabilidade no segmento de silvicultura e fruticultura, as consequências técnicas e econômicas de sua utilização no cultivo de plantas ornamentais são limitadas (LJUBOJEVIĆ et al., 2017), principalmente em ambientes protegidos.

Além disso, a abordagem de economia de água requer informações precisas sobre o uso da água pela cultura (FERNÁNDEZ-PAVÍA et al., 2019). Nesse sentido, o coeficiente de cultivo é um parâmetro para a estimativa do uso da água necessária para a realização de um manejo de irrigação eficiente.

A demanda hídrica das plantas é diferenciada de acordo com a sua fase fenológica, necessitando assim, de um coeficiente de cultivo específico para cada uma das fases (DA SILVA et al., 2017). Contudo, atualmente na literatura científica não há descrição desse parâmetro considerando o efeito simultâneo entre manejos de irrigação e hidrogel para a cultura do lisianthus de corte.

Esse parâmetro é dado pela razão entre evapotranspiração da cultura (ET_c), que pode ser determinada de modo direto com uso de lisímetros e a evapotranspiração de referência (ET_o), que por sua vez, pode ser obtida por métodos aplicados ou equações empíricas (DE LIMA et al., 2020).

Considerando a importância de se ampliar e aprimorar estudos sobre a necessidade hídrica em espécies de interesse econômico na floricultura, o objetivo desse trabalho foi

determinar os coeficientes culturais do lisianthus de corte e avaliar a eficiência de uso da água sob o efeito combinado entre diferentes manejos de irrigação e doses de hidrogel em ambiente protegido.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Floricultura do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, em estufa semi-climatizada com área de 600 m² (20x30m), 3,5 metros de altura e cobertura de polietileno (150 micras), em *duas* épocas de cultivo. A primeira época de cultivo (147 dias) ocorreu entre os meses de março a julho de 2019 e a segunda época (88 dias), de agosto a dezembro de 2019.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida (HELDWEIN et al., 2009). A temperatura média na primeira época de cultivo variou de 10° a 28° C, enquanto a umidade relativa oscilou entre 58 a 95%. Na segunda época, a temperatura média variou de 16° a 31°C e a umidade relativa oscilou entre 65 a 95%.

A cultura utilizada foi o lisianthus - *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn, var. Mariachi blue, de coloração roxa. As mudas foram adquiridas da floricultura Úrsula, localizada na cidade de Nova Petrópolis/RS, que recebe as sementes da empresa Sakata Seed Corporation, com sede importadora em São Paulo.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com distribuição fatorial 5x4, sendo os tratamentos: cinco lâminas de irrigação com 40, 60, 80, 100 e 120% da capacidade de retenção do vaso (CRV), e quatro doses de hidrogel (0, 3, 6 e 9 gramas por vaso). Foram utilizadas quatro repetições para cada tratamento, totalizando 80 vasos. Os vasos possuem capacidade para 8 litros e possuem as seguintes dimensões: 22,5 cm de altura, 23 cm de diâmetro superior, 19 cm de diâmetro inferior.

A composição química do substrato utilizado para o preenchimento dos vasos foi a turfa hídrica, substrato a base de casca de pinus e o substrato comercial Carolina, na proporção de 2,5:1:1. Todos os vasos com 4 furos na parte inferior, para drenagem e aeração do sistema radicular.

As características do hidrogel utilizado estão descritas em Hydroplan-EB® e este foi preparado seguindo as recomendações do fabricante para substrato (1000 gramas para cada 200 litros de água), utilizando-se a formulação de 3, 6 e 9 g do produto para cada 1,2, 2,4 e 3,6 litros de água respectivamente. Para cada tratamento, os vasos receberam a dosagem do gel expandido, e posteriormente homogeneizados com o substrato, seguidos pelo transplantio das mudas.

Para os referidos tratamentos, foram utilizadas cinco lâminas de reposição de água em relação à CRV: 40, 60, 80, 100 e 120%.

A determinação da CRV foi realizada conforme metodologia descrita por (KÄMPF; TAKANE; SIQUEIRA, 2006). Para tal, foi usada a sentença matemática abaixo, adaptada por (SCHWAB et al., 2013):

$$PV\% = (PV_{crv} - PV_{seco}). CRV + PV_{seco} \quad (1)$$

Em que: PV% é o peso do vaso para cada um dos tratamentos; PV_{crv} é a capacidade de retenção de água; PV_{seco} é o peso do vaso preenchido com substrato totalmente seco e CRV é a lâmina de reposição de água.

Após cada irrigação a quantificação de armazenamento de água no substrato, foi obtida pelo método de balanço hídrico, contabilizando as entradas e saídas de água no vaso. Devido o experimento ser conduzido em ambiente protegido à única entrada de água foi por meio da irrigação realizada manualmente com intervalo de 7 dias.

A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi obtida por meio de lisimetria de pesagem e a evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada por meio de cinco distintas equações (Tabela 1): Benevides e Lopez (1970); Camargo (1971); Linacre (1977); Jensen e Haise (1963) e Hargreaves (1974).

Tabela 1. Equações de estimativa da evapotranspiração de referência utilizadas.

Eq. Nº.	Abreviação	Equação	Referências
1	ET BL	$ET_{OBL} = 1,21 \times 10 \left(\frac{7,45 \times T_{med}}{234,7 + T_{med}} \right) (1 - 0,01 \times UR_{med}) + 0,21 \times T_{mc}$	Benevides-Lopez (1970)
2	ET CA	$ET_{OCam} = K \times R_a \times T_{med} \times ND$	Camargo (1971)
3	ET L	$ET_{OL} = \frac{700 \times \frac{T_m}{(100 - \varphi)} + 15 \times (T_{med} - T_d)}{(80 - T_{med})}$	Linacre (1977)
4	ET JH	$ET_{OJH} = R_s \times (0,025 \times T_{med} + 0,078)$	Jensen-Haise (1963)
5	ET H	$ET_{OH} = 0,408 \times 0,0023 \times (T_{med} + 17,8) * (T_{máx} - T_{min})^{0,5} * R_a$	Hargreaves (1974)

T_{med} - temperatura média diária (°C); UR_{med} - umidade relativa média diária (%); K - fator de ajuste que varia com a temperatura média anual (°C) do local; R_a - radiação solar extraterrestre (mm dia⁻¹); ND - número de dias do período; T_m - T_{med} + 0,006z, z - altitude (m); T_d - temperatura de ponto de orvalho (°C), φ - latitude local (°); R_s - radiação solar global convertida em unidades de água evaporada (mm).

A evapotranspiração de referência foi estimada por diferentes equações buscando diminuir a variação da estimativa por metodologias existentes, aumentando a confiabilidade dos resultados. As variáveis meteorológicas necessárias para o cálculo da ET_o foram mensuradas no interior do ambiente protegido.

Para a avaliação do coeficiente de cultivo (K_c), foi usado o limite de 80% da CRV. O K_c foi calculado a partir da ET_c estimada por lisimetria e ET_o estimada por diferentes equações, utilizando a Equação 2.

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (2)$$

Em que: K_c é o coeficiente de cultivo para o lisianthus de vaso; ET_o é a evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹) e ET_c é a evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹).

A eficiência de uso da água (EUA) foi determinada pela Equação 3, relacionando a massa fresca das hastes (Y), e a lâmina total de água aplicada, durante o ciclo da cultura (ET_c).

$$EUA = \frac{Y}{ET_c} \quad (3)$$

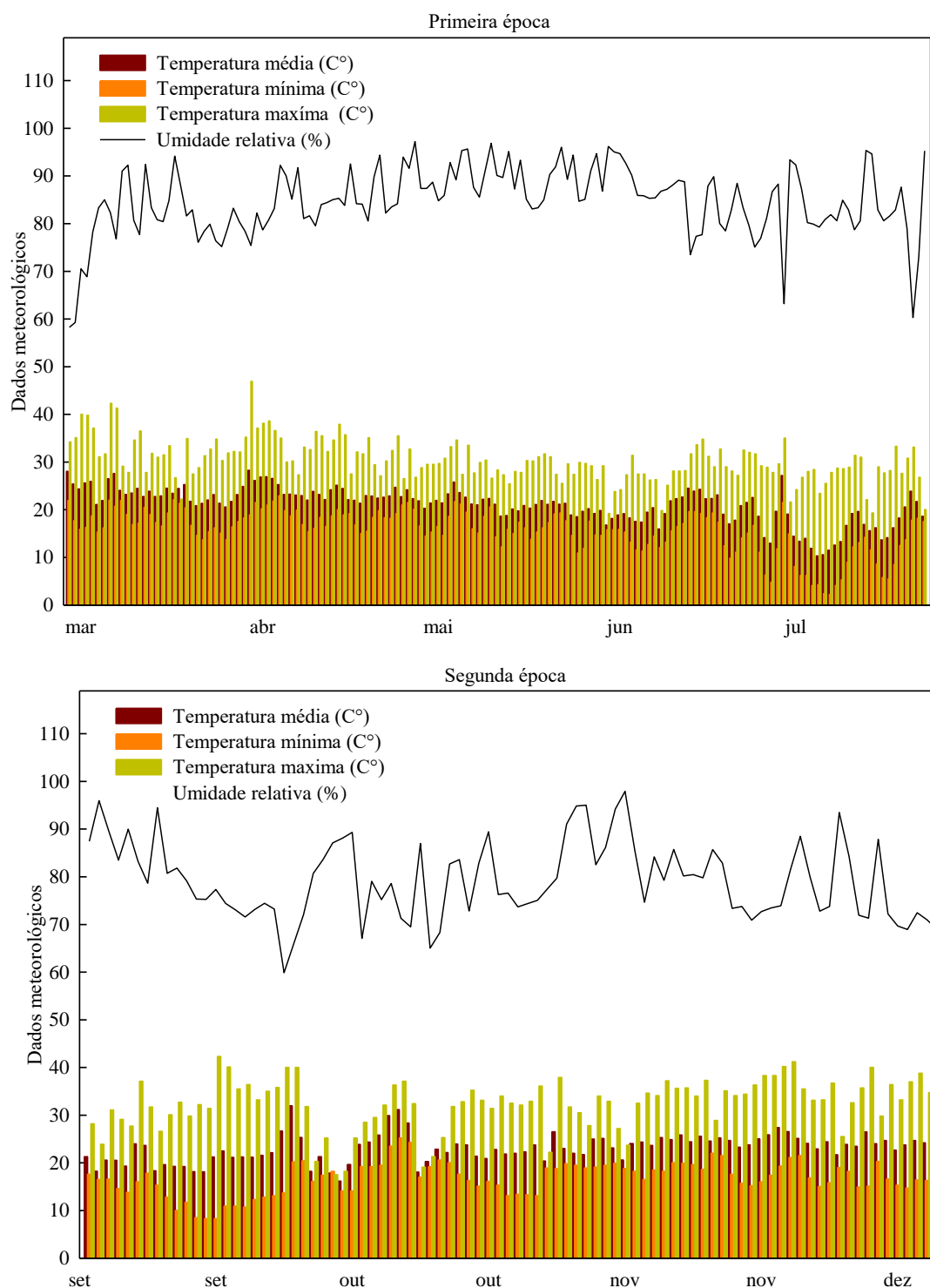
Onde: EUA é a eficiência de uso da água ($\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$); Y: massa fresca das hastes (g) e ETc é a evapotranspiração da cultura ($\text{mm}\cdot\text{ciclo}^{-1}$).

Para a análise de variância utilizou-se o software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). Os dados oriundos do experimento foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade de erro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo fenológico do lisianthus de corte na primeira época de cultivo foi mais longo em relação à segunda época, devido possivelmente às diferentes condições meteorológicas dentro da estrutura nas diferentes épocas (Figura 1). Em particular, as temperaturas mais elevadas no início ciclo da cultura provavelmente levaram a um desenvolvimento mais lento da planta. A faixa de temperatura ideal para o lisianthus é de 15° a 25°C, embora possa suportar temperaturas mais elevadas (AHMAD et al., 2017)

Figura 1. Dados de temperatura (mínima e máxima) e umidade relativa média nas duas épocas de cultivo.



O peso fresco (PF), consumo hídrico (CH) e a eficiência do uso da água (EUA) foram significativamente afetadas pela interação entre lâminas de irrigação e doses de hidrogel nas duas épocas de cultivo (Figura 2). Nesse sentido, foram construídos gráficos de superfície tridimensionais para visualizar a interação entre variáveis significativas e seus valores ideais.

Como mostrado, uma diminuição da lâmina de irrigação e dose de hidrogel foi correlacionada com a redução do PF e do CH. A melhor resposta para PF foi observada com as lâminas entre 80 e 100% da CRV e com as maiores doses de hidrogel testadas (6

e 9 g), atingindo valores de até 60g de peso fresco nas duas épocas de cultivo (Figura 2A e 2B).

Contudo, na segunda época de cultivo, quando a temperatura estava mais elevada, especialmente no final do ciclo quando atingiu 56 dias de temperatura acima do ideal para a cultura do lisianthus (15-25 °C), o hidrogel teve maior influência no peso fresco em relação a primeira época, que obteve 36 dias de temperatura acima do ideal. Essa avaliação demonstra que o hidrogel contribui diretamente para a retenção de água no substrato e, conseqüentemente causa um atraso nos sintomas de estresse hídrico.

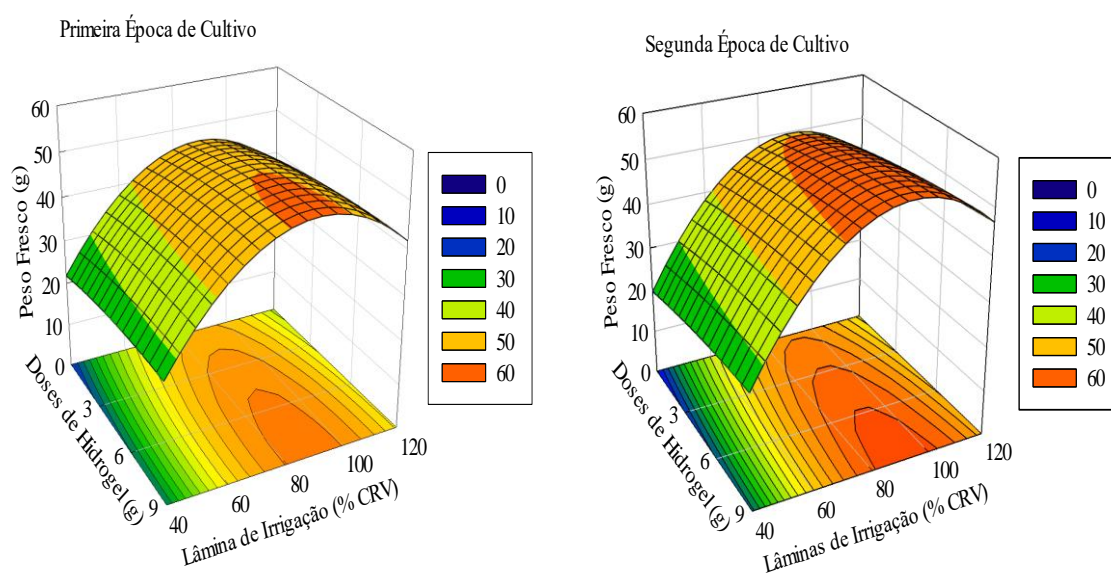
O CH obteve um comportamento crescente, tanto com o aumento da dose do hidrogel, quanto com o aumento do nível de irrigação, nas duas épocas de cultivo (Figura 2C e 2D). Esse resultado é indicativo da contribuição dos tratamentos utilizados em relação à manutenção da umidade do solo, sendo esse fator de suma importância para as flores de corte, que possuem sistema radicular limitado ao espaço do vaso e demandam grande disponibilidade de água.

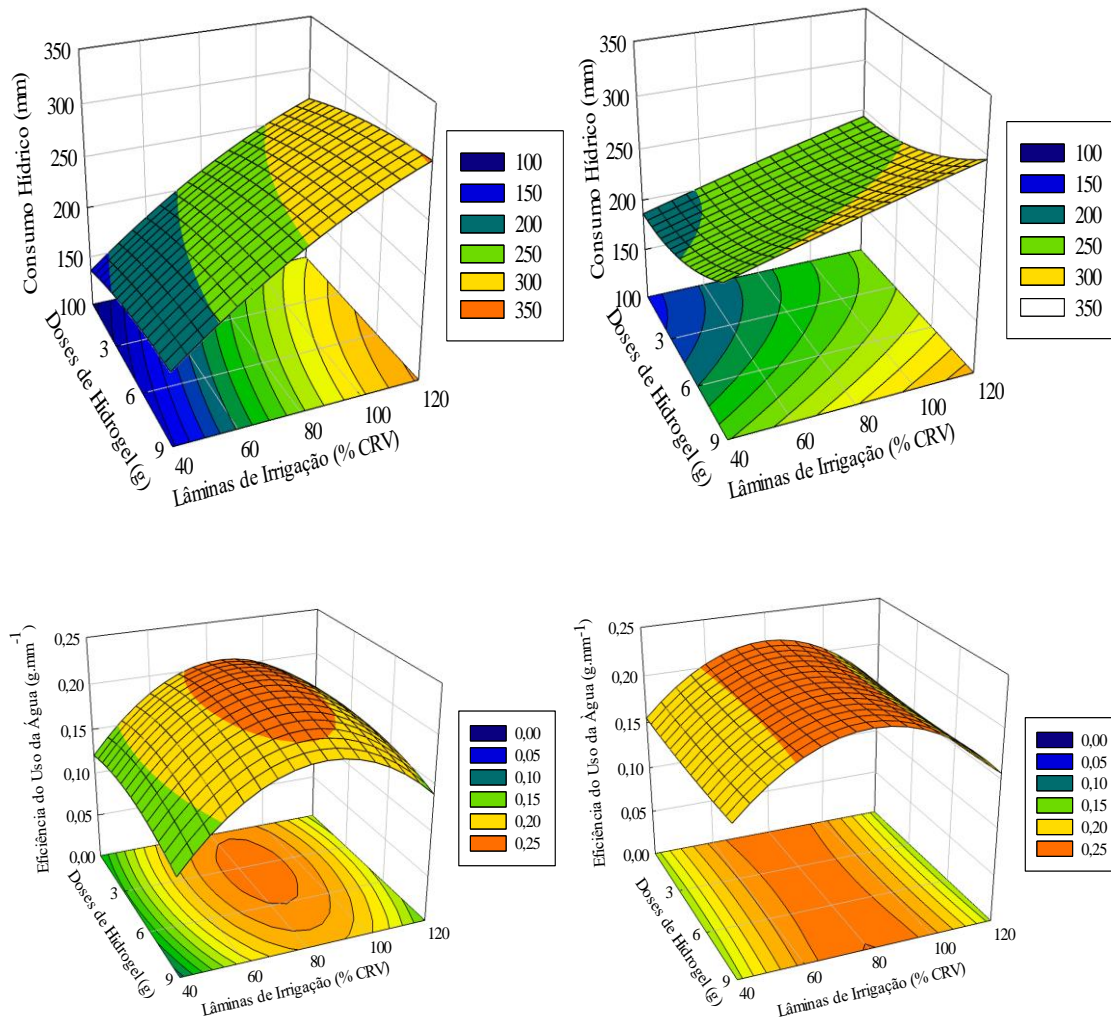
Esse resultado é corroborado por Tomadoni et al (2020) e Ju et al (2021), no qual os autores verificaram que a adição do hidrogel influenciaram na retenção de umidade do substrato.

No que se refere a EUA (Figura 2E e 2F), foi observado um crescimento constante até a lâmina de 80% da CRV, com os melhores resultados entre as lâminas de 80 e 100% da CRV e doses de hidrogel entre 3 e 6 gramas. Na segunda época, os melhores resultados foram encontrados entre as lâminas de 60% e 100%, independente da dose de hidrogel testada.

Em razão da irrigação ser aplicada diretamente sobre a base da planta, observou-se uma redução nas perdas evaporativas da água aplicada, mesmo nas menores lâminas de reposição testadas. Essa intensificação da eficiência de aplicação da água, influenciou sobre a resposta do hidrogel maximizando a EUA. Resultados semelhantes foram descritos por De Matos Filho et al. (2020), Kassim et al. (2017) e Navroski et al. (2015), em que obtiveram maior EUA com a utilização do hidrogel.

Figura 2. Gráficos de resposta dos parâmetros de peso fresco, consumo hídrico e eficiência do uso da água da cultura em função das interações desenvolvidas entre as lâminas de irrigação e doses de hidrogel nas duas épocas de cultivo.





Portanto, o hidrogel é uma opção conveniente e economicamente viável em áreas com déficit hídrico, visto que os polímeros retentores de água possibilitam o retardamento da ocorrência e intensidade do déficit hídrico (FELIPPE et al., 2020). Contudo, embora o hidrogel tenha contribuído para melhorar as variáveis do presente estudo, o que realmente configurou melhores resultados foram as lâminas de irrigação testadas.

Esse comportamento está de acordo com o encontrado por Nascimento et al. (2021), em que ressaltaram que a eficiência dos polímeros superabsorventes é afetada pela água de irrigação aplicada e também pela temperatura.

Em cultivos em ambientes protegidos existem diferenças em termos de clima e estrutura. Por outro lado, existem inúmeras limitações na medição de alguns dos parâmetros meteorológicos internos. Conseqüentemente, o desempenho dos métodos de estimativa de ETo pode diferir para qualquer condição e requer calibração local (RAHIMIKHOOB et al., 2020).

De acordo com a Tabela 2, nota-se uma variação do Kc ao longo do ciclo da cultura, ocorrendo menores valores de coeficiente de cultura durante a fase inicial de desenvolvimento, com valores de Kc médio para as distintas equações de 0,61 e 0,75 (VEG 1) e 1,28 e 1,04 (VEG 2), no primeiro e segundo cultivo, respectivamente. Isso ocorre em decorrência da menor transpiração desse período e pela dependência dos fatores ambientais, especialmente pela evaporação da água do solo, o que resultou em valores maiores de ETo e menores ETC, originando um Kc inicialmente menor do que em outras fases (SILVA et al., 2018).

Tabela 2. Coeficiente de cultivo do lisianthus de corte nas duas épocas de cultivo.

Primeira Época de Cultivo									
Coeficiente de Cultivo									
DAT	FASE						Amplitude		ETc (mm dia-1)
		Há	Ca	Li	J-H	B-L	kc	Média	
0-37	VEG I	0,88	0,54	0,55	0,60	0,49	0,16	0,61	1,94
37-73	IF I	1,75	0,96	1,12	1,55	1,03	0,35	1,28	3,18
73-110	PF I	2,13	1,20	1,29	2,15	1,30	0,48	1,61	3,28
110-147	QF I	1,20	0,87	0,80	1,28	0,98	0,21	1,03	1,97
Segunda Época de Cultivo									
Coeficiente de Cultivo									
DAT	FASE						Amplitude		ETc (mm dia-1)
		Há	Ca	Li	J-H	B-L	kc	Média	
0-22	VEG I	0,99	0,69	0,56	0,83	0,68	0,16	0,75	2,26
22-44	IF I	1,61	0,91	0,72	1,11	0,86	0,34	1,04	3,13
44-66	PF I	2,04	1,14	1,04	1,40	1,11	0,41	1,34	4,07
66-88	QF I	1,30	0,85	0,67	0,76	0,73	0,25	0,86	3,06

DAT: dias após transplante, Ha: Hargreaves, Ca: Camargo, Li: Linacre, J-H: Jensen Hayse, B-L: Benevides Lopez, Kc: coeficiente cultural, ETc: evapotranspiração da cultura média diária, VEG1: início a metade da fase vegetativa, VEG2: metade até ao final da fase vegetativa, PF: Pleno florescimento, QF: queda do florescimento.

Observa-se que os valores de coeficientes culturais (Kc's) são crescentes acompanhando o desenvolvimento da cultura até a fase PF, onde atingem seu ápice com um valor médio para os distintos Kc's de 1,61 e 1,34 para o primeiro e segundo cultivo, respectivamente.

Posteriormente, devido a redução da demanda hídrica foi possível observar que os valores de Kc's diminuem progressivamente na fase de queda de florescimento (QF I) com valores médio de Kc's para a primeira e segunda época de 1,03 e 0,86, respectivamente. Isso ocorre em resposta à redução da demanda hídrica da cultura. Além disso, é possível observar que na primeira época, os valores de umidade relativa e temperatura do ar foram mais elevados e ocorreram picos durante certos períodos do ciclo da cultura, o que possivelmente contribuiu para o aumento nos valores de Kc's em relação a segunda época.

Corroborando com essas observações, da Silva et al. (2017), relatam diferença nos valores de Kc's estimados por distintas metodologias e atribuem essa oscilação ao fato de cada metodologia considerar número de distintos de variáveis na estimativa do valor de ETo estimado, o que resultará em valores de Kc heterogêneos entre os métodos considerados no trabalho. A sensibilidade estimativa da ETo em resposta a oscilação de uma determinada variável meteorológica é condicionada ao modelo matemático de cálculo considerado para a estimativa da ETo, desta forma, é justificável que ocorra diferença de maior ou menor amplitude de Kc's entre as épocas de cultivo consideradas.

Neste contexto, torna-se importante a determinação do Kc para cada ciclo da cultura considerado nas diferentes estações do ano. Adicionado a isso, Piroli et al. (2020), relatam que o coeficiente de cultura é um valor característico de cada cultivar, variando conforme o local de estudo e as condições em que a cultura é submetida.

Comprovando esse comportamento, dos Santos et al (2021), relataram diferenças nos valores de Kc's encontrados em função do método utilizado nas estimativas da ETc e ETo e principalmente em resposta as condições climáticas da região considerada.

Essas diferenças encontradas sugerem uma relação direta com o manejo da irrigação e uso racional da água, pois a utilização dos Kc's obtidos pelos métodos empíricos resultará em aplicações de lâminas de irrigação em maior ou menor quantidade, tendo em vista que todos apresentaram em algumas fases valores próximos e em outras fases valores distintos.

6 CONCLUSÃO

O estudo das duas épocas de cultivo sugere que, embora o hidrogel tenha contribuído para melhorar as variáveis do presente estudo, o que realmente configurou melhores resultados, foram as lâminas de irrigação testadas.

Os valores médios do coeficiente de cultura do lisianthus de corte, na fase vegetativa foi obtido um Kc médio para as distintas equações de 0,61 e 0,75 (VEG 1) e 1,28 e 1,04 (VEG 2), no primeiro e segundo cultivo, respectivamente.

No florescimento o Kc atingiu valores 1,61 e 1,34 para o primeiro e segundo cultivo, respectivamente e diminuiu com a queda do florescimento com valores para a primeira e segunda época de 1,03 e 0,86, respectivamente.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOBATTA, W. Impacto do polímero hidrogel no setor agrícola. **Advances in Agriculture and Environmental Science**, v. 1, n. 2, p. 59-64, 2018.

AHMAD, H.; RAHUL, S.K.; MAHBUBA, S.; JAHAN, M. R; UDDIN, A. F. M. J. Avaliação de linhas de lisianthus (*Eustoma Grandiflorum*) para produção comercial em Bangladesh. **Revista Internacional de Negócios, Pesquisa Social e Científica**, v. 5, p. 156-167, 2017.

BENEVIDES, J. G.; LOPEZ, D. Formula para el cálculo de la evapotranspiracion potencial adaptada al tropico (15° N - 15° S). **Agronomia Tropical**, v. 20, n. 5, p. 335-345, 1970.

CAMARGO, A. P. **Balanço hídrico no estado de São Paulo**. (Boletim, n. 116). 3. Ed. Campinas: IAC, 1971. 24 p.

CANAJ, K.; MEHMETI, A.; CANTORE, V.; TODOROVIĆ, M. L. C. A da produção de tomate em estufa usando indicadores de avaliação de impacto do ciclo de vida espacialmente diferenciados: um estudo de caso na Albânia. **Ciência Ambiental e Pesquisa de Poluição**, v. 27, n. 7, p. 6960-6970, 2020.

DAMKJAER, S.; TAYLOR, R. The measurement of water scarcity: Defining a meaningful indicator. **Ambio**, v. 46, n. 5, p. 513-531, 2017.

DA SILVA, P. F.; DA SILVA, C. B.; DOS SANTOS, D. P.; DOS SANTOS, C. S.; DOS SANTOS, M. A. L.; DA SILVA, J. C. Determinação do coeficiente de cultivo da cultura do pimentão (*Capsicum annuum*) por meio do lisímetro de drenagem. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 7, p. 2040-2051, 2017.

DE MATOS FILHO, H. A.; ANTÔNIO DA SILVA, C.; SOUZA BASTOS, A. V. Níveis de irrigação associados a doses de hidrogel na cultura do pimentão. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 14, n. 2, p. 3906-3918, 2020.

DOS SANTOS, M. A. L.; VALÉRIA, T.; DA SILVA, J. C.; DOS SANTOS, D. P.; DOS SANTOS, C. S. Coeficiente de cultivo para cenoura sob a perspectiva de diferentes modelos matemáticos da evapotranspiração de referência. **IRRIGA**, v. 26, n. 1, p. 134-150, 2021.

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; SAUDADE DE AGUIAR, N.; DE OLIVEIRA PEREIRA, M.; MORAES, C.; AMARAL, M. Crescimento, sobrevivência e trocas gasosas em plantas de *Eucalyptus dunnii* Maiden submetidas a regimes de irrigação e aplicação de hidrogel. **Revista Florestal Mesoamericana Kurú**, v. 17, n. 40, p. 11-20, 2020.

FERNÁNDEZ-PAVÍA, Y.L.; TREJO-TÉLLEZ, L.I. Biología, importancia económica y principales líneas de investigación en lisianthus: una especie ornamental nativa de México. **Agroproductividad**, v. 11, n. 8, p. 177-182, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GARCÍA-CAPARRÓS, P.; LAO, M. T. The effects of salt stress on ornamental plants and integrative cultivation practices. **Scientia horticulturae**, v. 240, p. 430-439, 2018.

HARGREAVES, G. H. Estimation of potential and crop evapotranspiration. **Transactions of the ASAE**, v.17, n.4, p.701-704, 1974.

HELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.38, n. 1, p.43-58, 2009.

JENSEN, M. E. **Consumptive use of water and irrigation water requirements**. American Society of Civil Engineers, New York, 215p, 1973.

JENSEN, M. E.; HAISE, H. R. Estimating evapotranspiration from solar radiation. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v. 4, n. 1, p. 15-41, 1963. <https://eprints.nwisrl.ars.usda.gov/1249/1/27.pdf>. 26 nov.2020.

JU, J. H.; YOON, Y. H.; JU, S. Y. Influência de substratos e hidrogéis no crescimento e floração de hortelã (*Mentha spicata*) em um jardim no telhado. **HortScience**, v. 56, n. 6, p. 629-633, 2021.

KASSIM, F. S.; EL-KOLY, M. F.; HOSNY, S. S. Evaluation of super absorbent polymer application on yield, and water use efficiency of grand nain banana plant. **Middle East Journal of Agriculture Research**, v. 6, n. 1, p. 188-198, 2017.

KÄMPF, A.N.; TÄKANE, R.J.; SIQUEIRA, P.T.V. **Floricultura: Técnicas de preparo de substratos**. LK/Brasília, 2006. 132p.

LINACRE, E.T. A simple formula for estimating evaporation rates in various climates, using temperature data alone. **Agricultural Meteorology**, v.18, p.409-24, 1977.

LJUBOJEVIĆ, M.; OGNJANOV, V.; MAKSIMOVIĆ, I.; ČUKANOVIĆ, J.; DULIĆ, J.; SZABÒ, Z.; SZABÒ, E. Efeitos do hidrogel no crescimento e dano visual de espécies ornamentais de *Salvia* expostas à salinidade. **LIMPO - Solo, Ar, Água**, v. 45, n. 2, pág. 1600128, 2017.

MELO ZURITA, M. D. L.; THOMSEN, D. C.; HOLBROOK, N. J.; SMITH, T. F.; LYTH, A.; MUNRO, P. G.; BRUIN, A. DE.; SEDDAIU, G.; ROGGERO, P. P.; BAIRD, J.; PLUMMER, R.; BULLOCK, R.; KEVIN COLLINS, K.; POWELL, N. Global water governance and climate change: Identifying innovative arrangements for adaptive transformation. **Water**, v. 10, n. 1, p. 29, 2018.

MENDONÇA, T. G.; QUERIDO, D. C. M.; SOUSA, C. F. Eficiência do polímero hidroabsorvente na manutenção da umidade do solo no cultivo de alface. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 4, p. 239-245, 2015.

MONTESANO, F.; VAN IERSEL, M.; BOARI, F.; CANTORE, V.; D'AMATO, G.; PARENTE, A. Sensor-based irrigation management of soilless basil using a new smart irrigation system: Effects of set-point on plant physiological responses and crop performance. **Agricultural Water Management**, v.203, p.20-29, 2018.

NASCIMENTO, C. D. V.; SIMMONS, R. W.; DE ANDRADE FEITOSA, J. P.; DOS SANTOS DIAS, C. T.; COSTA, M. C. G. Potencial de hidrogéis superabsorventes para melhorar a agricultura sob estresses abióticos. **Journal of Arid Environments**, v. 189, p. 104496, 2021.

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; FIOR, C. S.; CUNHA, F. D. S.; BERGHETTI, Á.; PEREIRA, M. D. O. Hidrogel enables use of reduction of irrigation and improves the inicial growth of *Eucalyptus dunnii* Maiden seedlings. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 106, p. 467-476, 2015.

PIROLI, J. D.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; RODRIGUES, M. A.; FERREIRA, L. D.; BORTOLÁS, F. A.; BRUNING, J. Crop coefficient of cut gerbera with water supplementation in a protected environment. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 1, 2020. doi:10.5039/agraria.v15i1a7652

RAHIMIKHOOB, H.; SOHRABI, T.; DELSHAD, M. Assessment of reference evapotranspiration estimation methods in controlled greenhouse conditions. **Irrigation Science**, v. 38, n. 4, p. 389-400, 2020.

RODRÍGUEZ-SERRANO, D.; LARA-VIVEROS, F. M.; SÁNCHEZ-HERRERA, S. G.; AGUADO RODRÍGUEZ, G. J. Uso de imágenes digitales para evaluar la respuesta colorimétrica de plantas de lisianthus, en soluciones nutritivas en sistemas hidropónicos. **Revista Terra Latinoamerica**, v. 38, n. 3, p. 499-506, 2020.

SCHWAB, N.T.; PEITER, M. X.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A.; ROBAINA, A. D.; FERRAZ, R. C. Consumo hídrico de cravina submetida a diferentes estratégias de irrigação e tamanhos de vaso. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 328-336, 2013.

SLATHIA, D.; NISA, M. U.; RESHI, M., DOLKAR, T.; HUSSAIN, S. Protected cultivation of ornamentals. **Global J. Bio-Sci. Biotech**, v. 7, n. 2, p. 302-311, 2018.

SILVA, J. C. D.; SILVA, C. B. D.; SANTOS, D. P. D.; SANTOS, M. A. L. D.; OLIVEIRA, W. J. D.; REIS, L. S. Evapotranspiration and crop coefficient of the irrigated carrot on the alagoano agrest. **Revista Ceres**, v. 65, n. 4, p. 297-305, 2018.

TATAGIBA, S. D.; DA SILVA, A. G.; PENCHEL FILHO, R. M.; DOS REIS, E. F.; RAMOS, K. A. Disponibilidade hídrica e doses de polímero hidrorretentor na produção de mudas clonais de eucalipto. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 4, p. 359-369, 2019.

TOMADONI, B.; SALCEDO, M. F; MANSILLA, A.Y; CASALONGUÉ, C. A.; ALVAREZ, V. A. Hidrogéis à base de alginato macroporoso para controlar a umidade do substrato do solo: Efeito em plantas de alface sob estresse hídrico. **European Polymer Journal**, v. 137, p. 109-953, 2020. doi:10.1007/978-3-030-19416-17.

ULLAH, I.; HANPING, M.; CHUAN, Z.; JAVED, Q.; AZEEM, A. Optimization of irrigation and nutrient concentration based on economic returns, substrate salt accumulation and water use efficiency for tomato in greenhouse. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 63, n. 12, p. 1748-1762, 2017.

7 ARTIGO 3 – LONGEVIDADE DE HASTES FLORAIS DO LISIANTHUS CULTIVADO SOB DIFERENTES DISPONIBILIDADES HÍDRICAS E SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

Longevidade de hastes florais do lisianthus cultivado sob diferentes disponibilidades hídricas e soluções de manutenção

Resumo

O lisianthus é uma espécie vegetal importante na floricultura, sendo possível ser utilizada tanto como flor de corte quanto de vaso, sendo que está entre as dez espécies de corte mais comercializadas. Contudo, ainda carece de conhecimentos e tecnologias referentes ao manejo pré e pós-colheita, visto que as flores de corte são produtos altamente perecíveis. Objetivou-se avaliar a qualidade e durabilidade de hastes florais de lisianthus, cultivadas sob diferentes disponibilidades hídricas e mantidas em soluções conservantes após a colheita, em duas condições de temperatura. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições, compostas de três hastes cada uma, envolvendo diferentes tratamentos de soluções de manutenção. Os tratamentos foram: 1. Água pura; 2. Sacarose (3g/L); 3. Sacarose (6g/L); 4. Ácido cítrico (0,75g/L) e 5. Sacarose + ácido cítrico. As avaliações foram quanto a qualidade das hastes florais de acordo critério de notas de 0 a 4, em que 4: sem defeitos visíveis e 0: hastes fora do padrão comercial. A utilização de sacarose + ácido cítrico ou apenas ácido cítrico foi eficiente na manutenção da qualidade e durabilidade pós-colheita de hastes florais de lisianthus. A maior condição hídrica durante o período de cultivo aumentou a vida útil das hastes florais do lisianthus nas duas condições de temperatura testadas.

Palavras-chave: *Eustoma grandiflorum*; flor de corte, longevidade; soluções conservantes.

Longevity of lisianthus flower stems grown under different water availability and maintenance solutions

Abstract

Artigo Submetido na Revista Brasileira de Ciências Agrárias

Lisianthus is among the ten most commercialized species. However, it still lacks knowledge and technologies related to pre- and post-harvest management, since cut flowers are highly perishable products. The objective was to evaluate the quality and durability of lisianthus floral flowers, grown under different water availability and maintained in preservative solutions of sucrose and citric acid, after harvest. Two experiments were carried out, one in a controlled environment and the other not. The experimental design was completely randomized, with three replications, composed of three rods each, involving different treatments of maintenance solutions. The treatments were: 1. Pure water; 2. Sucrose (3g / L); 3. Sucrose (6g / L); 4. Citric acid and 5. Sucrose + citric acid. The evaluations were regarding the quality of the flower stems according to the criterion of grades from 0 to 4, in which 4: no defects sought and 0: precipitated for the commercial standard. The use of sucrose + citric acid or only citric acid was efficient in maintaining the quality and postharvest durability of lisianthus floral flowers. The higher water condition during the cultivation period increased the useful life of the lisianthus flower stems in the two tested temperature conditions.

Keywords: *Eustoma grandiflorum*; cut flowers; longevity; preservative solutions.

INTRODUÇÃO

O lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) está dentre as espécies em constante ascensão no mercado da floricultura, estando entre as dez espécies mais comercializadas no mundo (LÓPEZ-GUERRERO et al., 2019). No Brasil se encontra entre as cinco mais comercializadas (IBRAFLOR, 2017). Além disso, é considerada a 'próxima rosa' devido ao formato semelhante a rosa, atratividade e cores vivas das flores (FANG et al., 2018).

A longevidade das flores é determinada por fatores pré e pós-colheita. Visto que, as flores de corte são produtos altamente perecíveis e para garantir a qualidade estética são necessários manejos corretos em todas as etapas produtivas. Nesse sentido, o manejo hídrico é fator primordial, uma vez que mudanças na hidratação da planta interferem no movimento dos estômatos, que são abertos quando as células-guarda estão túrgidas (OLIVEIRA et al., 2017), sendo cruciais na longevidade e qualidade floral.

Associado a isso, a temperatura tem papel fundamental no manejo das soluções. Reduzidas temperaturas tem a função de atenuar a respiração, reduzindo a produção de

etileno, retardando a degradação das reservas energéticas, estendendo a durabilidade das flores e folhagens em ambientes de conservação (SALES et al., 2015; FAVERO et al., 2017).

Soluções com função bloqueadora da ação do etileno como o íon Ag⁺ (nitrato de prata e tiosulfato de prata) e a nanop prata por exemplo, atuam inibindo o bloqueio do xilema induzido por bactérias que causa redução na absorção de água (LIU et al, 2018; NAING et al., 2017). Soluções a base de óleo possuem forte atividade antimicrobiana contra vários patógenos (SALMI et al., 2018), os germicidas por sua vez, podem ser aplicados para inibir o crescimento de microrganismos nos vasos condutores da haste (NIVETHAA; SIDHDHARTH, 2021).

Dentre as soluções amplamente utilizadas e de baixo custo estão a sacarose e o ácido cítrico. O ácido cítrico atua na redução do pH das soluções (KINFE et al, 2018), acidificando a solução e desta forma prolongando a vida útil do vaso. Também é um agente conservante com propriedades biocidas que age como antioxidante, atuando no aumento da condutância da água no xilema das flores cortadas (KUMAR et al., 2020).

A sacarose preserva as propriedades de frescor, coloração e longevidade após a colheita (PIETRO et al., 2012; COSTA, 2015), além de atuar como fonte de energia para a manutenção da respiração, assim, mantendo o equilíbrio da água e a turgidez (KUMAR et al., 2020; MURALEEDHARAN et al., 2020).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a qualidade e durabilidade de hastes florais de *lisianthus* cultivadas sob diferentes condições hídricas, mantidas em diferentes soluções conservantes após a colheita, em duas condições de ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos utilizando-se mudas provenientes da floricultura Úrsula, localizada na cidade de Nova Petrópolis/RS, que recebe as sementes da empresa Sakata Seed Corporation, com sede importadora em São Paulo.

As plantas foram cultivadas no Setor de Floricultura do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, em estufa semi-climatizada com sistema de refrigeração do tipo PadFan.

Quando atingiram o ponto de colheita (hastes com cerca de dois botões florais abertos) (IBRAFLOR, 2016), as hastes apresentavam aproximadamente quatro meses. Essas foram então colhidas, sendo identificadas conforme a disponibilidade hídrica em que foram cultivadas (maior e menor condição hídrica) e padronizadas a 50 cm, mediante o corte das hastes e imediatamente inseridas em recipientes com água até o momento da instalação do experimento.

Os experimentos pós-colheita foram implantados em duas épocas. O primeiro de 21 de maio a 9 de junho de 2019, em que as hastes foram mantidas em temperatura não controlada (ambiente), e o segundo de 06 a 24 de dezembro de 2019 mantidas sob temperatura controlada de 16°C. Ambos os experimentos permaneceram por 18 dias em uma sala pertencente ao Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, compostas de três hastes cada uma, totalizando 45 hastes florais de *lisianthus*.

Os tratamentos consistiam de diferentes soluções de manutenção onde as hastes foram imersas em recipientes com 1000 mL de soluções com os seguintes tratamentos: 1. Colocação das hastes em água pura (controle); 2. Manutenção com sacarose: hastes mantidas em recipientes contendo solução com o conservante na concentração de 3g/L; 3. Manutenção em sacarose: hastes mantidas em recipientes com a solução do conservante na concentração de 6g/L; 4. Manutenção com ácido cítrico: hastes mantidas em recipientes com a solução do conservante na concentração de 0,75g/L; 5. Manutenção em solução com sacarose + ácido cítrico: hastes mantidas em recipientes com a solução do produto na concentração de 0,20g/L+0,75g/L.

As hastes florais foram avaliadas a cada três dias após a imersão das hastes na solução até o 18º dia e permaneceram nestas condições até mostrarem sinais evidentes do início da senescência. Foram realizadas avaliações em relação à sua longevidade com manutenção de qualidade comercial por meio de análise visual comparativa de qualidade, utilizando os critérios de notas definidos a seguir: Notas de 0 a 4, em que: 4=sem defeitos visíveis; 3= flores em início de murchamento; 2= flores com murchamento e início de amarelecimento; 1= flores apresentando bordas secas e hastes começando a se curvar; 0= flores completamente secas e com acentuada curvatura das hastes.

A avaliação de longevidade das hastes foi feita visualmente por um único avaliador. Foi considerado o número de dias após a colheita em que as hastes permaneciam com bom aspecto visual, levando-se em conta os seguintes critérios: quebra das hastes, murchamento, deformação ou mudança de cor nas pétalas, e curvatura acentuada da haste.

Os dados foram submetidos a análise de variância (teste F). Quando a interação foi significativa as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro, com auxílio do software estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No experimento realizado em temperatura ambiente observou-se interação significativa entre os tratamentos (soluções conservantes x disponibilidade hídrica (DH)) na terceira avaliação (AV3). Nas avaliações em AV2, AV4, AV5 e AV6 os efeitos foram significativos quando utilizou-se as soluções conservantes sobre a vida útil das hastes florais do lisianthus. Quanto a disponibilidade hídrica (DH), houve significância nas avaliações em AV4 e AV6 (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância dos resultados obtidos para as notas de aparência das flores cortadas de lisianthus cv. 'Mariachi Blue' submetida a cinco soluções de manutenção e mantidas sob temperatura ambiente.

FV	GL	AV1 (DIA 3)	AV2 (DIA 6)	AV3 (DIA 9)	AV4 (DIA 12)	AV5 (DIA 15)	AV6 (DIA 18)
Tratamento	4	0*	0,90*	2,22*	6,52*	9,56*	10,04*
DH	1	0*	0,02	2,02*	2,50*	1,22	2,50*
Trat*DH	4	0*	0,02	0,40*	0,12	0,16	0,19
Erro	30	0	0,11	0,11	0,22	0,24	0,17
CV		0	8,72	9,61	16,05	20,7	18,56
Média		4	3,77	3,42	2,9	2,37	2,2

*significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro, respectivamente. Fonte de variação (FV); Grau de liberdade (GL); Soluções de manutenção (Tratamentos); Disponibilidade hídrica (DH); Coeficiente de variação (CV%). Variável explicativa: avaliação (AV).

Quando em temperatura controlada, a interação significativa foi observada nas avaliações AV5 e AV6. Para as avaliações em AV3 e a AV4 diferenças nas hastes foram observadas quando utilizadas as diferentes soluções e também pela utilização de DH (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância dos resultados obtidos para as notas de aparência das flores cortadas de lisianthus cv. 'Mariachi Blue' submetida a cinco soluções de manutenção e mantidas sob temperatura controlada.

FV	GL	AV1 (DIA 3)	AV2 (DIA 6)	AV3 (DIA 9)	AV4 (DIA 12)	AV5 (DIA 15)	AV6 (DIA 18)
Tratamento	4	0*	0,10	1,16*	2,72*	4,93*	9,62*
DH	1	0*	0,02	0,90*	2,02*	3,60*	5,62*
Trat*DH	4	0*	0,02	0,21	0,15	0,53*	1,37*
Erro	30	0	0,07	0,13	0,17	0,15	0,09
CV		0	6,98	9,87	13,60	15,49	16,15

Média 4 3,92 3,70 3,07 2,50 1,87
 *significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro, respectivamente. Fonte de variação (FV); Grau de liberdade (GL); Soluções de manutenção (Tratamentos); Disponibilidade hídrica (DH); Coeficiente de variação (CV%). Variável explicativa: avaliação (AV).

A análise dos dados demonstrou que nas duas condições de temperatura testadas, a maior longevidade foi verificada, em hastes com melhor condição hídrica. Embora tenhamos assumido que a interação entre os fatores foi significativa apenas em AV3 quando em temperatura ambiente e em AV4 E AV5 sob temperatura controlada, a melhor condição hídrica das hastes atuou na manutenção da turgescência.

Através dos dados apresentados pode-se inferir que as soluções de sacarose + ácido cítrico em ambos os experimentos e DH e a solução com ácido cítrico em temperatura ambiente, na menor disponibilidade hídrica se destacaram em relação as demais, proporcionando maior vida útil das hastes florais, as quais apresentaram maior qualidade até os 18 dias. Durante todas as avaliações apresentaram aspecto saudável e comercial. (Tabela 3 e 4).

Tabela 3. Médias das notas para aparência de flores cortadas de *lisianthus* cv. 'Mariachi Blue', cultivadas em diferentes condições hídricas, submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas a temperatura ambiente.

Soluções	Temperatura Ambiente											
	Dias após a colheita											
	AV1 (DIA 3)		AV2 (DIA 6)		AV3 (DIA 9)		AV4 (DIA 12)		AV5 (DIA 15)		AV6 (DIA 18)	
	Menor D.H.	Maior D.H.	Menor D.H.	Maior D.H.	Menor D.H.	Maior D.H.	Menor D.H.	Maior D.H.	Menor D.H.	Maior D.H.	Menor D.H.	Maior D.H.
Água pura	-	-	3,25 bA	3,25 bA	2,25 Cb	3 aA	1,25 cA	1,75 Ca	1,00 cA	1,25 cA	1,00 cA	1,00 dA
Água+3g L ⁻¹ de sacarose	-	-	3,50 bA	3,75 aA	3,25 Ba	3,25 bA	2,50 bA	2,75 bA	1,25 cA	1,75 cA	1,00 cA	1,50 dA
Água+6g L ⁻¹ de sacarose	-	-	4,00 aA	4,00 aA	3,00 bB	4,00 aA	2,75 bB	3,50 aA	2,25 bA	2,50 bA	1,75 bB	2,50 cA
Ác. Cítrico (0,75g L ⁻¹)	-	-	4,00 aA	4,00 aA	3,50 Bb	4,00 aA	3,00 bB	3,75 aA	2,75 bB	3,50 aA	2,75 aA	3,25bA
Ác. Cítrico+Sacarose (0,75+0,20g L ⁻¹)	-	-	4,00 aA	4,00 aA	4,00 Aa	4,00 aA	3,75 aA	4,00 aA	3,75 aA	3,75 aA	3,25 aB	4,00 aA

*Médias não seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúscula na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Neste trabalho, observa-se ganhos pela utilização da sacarose, isso ocorre possivelmente devido a esse ser fonte de substrato para a respiração e atuar na síntese da parede celular (RABIZA-ŚWIDER et al, 2020). Desta forma, a principal causa de

senescência de flores de corte é a perda de energia, necessária para os processos vitais auxiliando na manutenção do balanço de água em hastes florais.

O ácido cítrico contribui na redução do pH das soluções (KINFE et al., 2018). Segundo Rinaldi et al., (2017) os microrganismos quando submetidos a ambientes com pH ácido possuem redução da sobrevivência. Fato esse que pode ter ocorrido nesse estudo, pois houve aumento da durabilidade das hastes florais de lisianthus nos tratamentos onde foi utilizado o ácido cítrico.

TABELA 4. Médias das notas para aparência de flores cortadas de lisianthus cv. 'Mariachi Blue' cultivadas em diferentes condições hídricas, submetidas a cinco soluções de manutenção e mantidas sob temperatura controlada.

Soluções	Temperatura Controlada (16°C)											
	Dias após a colheita											
	AV1 (DIA 3)		AV2 (DIA 6)		AV3 (DIA 9)		AV4 (DIA 12)		AV5 (DIA 15)		AV6 (DIA 18)	
	Menor D.H.	Maior D.H.	Menor D.H.	Maior D.H.	Menor D.H.	Maior D.H.	Menor D.H.	Maior D.H.	Menor D.H.	Maior D.H.	Menor D.H.	Maior D.H.
Água pura	-	-	3,75 aA	3,75 aA	2,75 Bb	3,50 aA	2,0 bA	2,5 bA	1,50 bA	1,75 cA	1,00 cA	1,00dA
Água+3g L ⁻¹ de sacarose			4,00 aA	4,00 aA	3,25 bA	3,75 aA	2,75aA	2,7 bA	2,00 bA	2,00 cA	1,00 cA	1,00dA
Água+6g L ⁻¹ de sacarose	-	-	4,00 aA	4,00 aA	3,75 Aa	4,00 aA	3,00aA	3,50aA	2,00bA	2,50 bA	1,00 cB	1,75cA
Ác. Cítrico (0,75g L ⁻¹)	-	-	4,00 aA	4,00 aA	4,00 aA	4,00 aA	3,00aB	3,75aA	2,50aB	3,75 aA	1,50 bB	3,50bA
Ác. Cítrico+Sacarose (0,75+0,20g L ⁻¹)	-	-	4,00 aA	4,00 Aa	4,00 aA	4,00 aA	3,50aA	4,00aA	3,00aB	4,00 aA	3,00 aB	4,00aA

*Médias não seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúscula na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Estudos feitos por Menegaes et al., (2020) avaliando a qualidade e a durabilidade em pós-colheita das hastes florais de cártamo submetidas a diferentes soluções conservantes, verificaram efeito benéfico das soluções conservantes compostas com ácido cítrico e sacarose, corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

Resultados similares também foram observados por Sanches et al. (2017), em estudo com hastes florais de copos de leite, onde o ácido cítrico preservou a qualidade e restringiu a perda de qualidade e massa fresca das hastes.

Quanto ao tratamento onde utilizou-se somente sacarose, apesar da menor eficiência na manutenção da qualidade das hastes florais comparado a utilização dos tratamentos

com ácido cítrico ainda é notável a manutenção da qualidade das hastes comparada as hastes em que foi utilizado somente água.

No caso das hastes mantidas em soluções de sacarose de 6 g, as hastes florais se mantiveram com qualidade comercial até os 12 dias. Quando em melhor condição hídrica, as hastes apresentaram notas de 3,50 e 3,50, para temperatura ambiente e controlada, respectivamente. Contudo, as hastes com menor condição hídrica, apresentaram nota de foi 2,75 quando mantidas em temperatura ambiente e 3,00 em ambiente com temperatura controlada. O que nos mostra maior conservação das hastes florais em condições hídricas maiores (Tabela 3 e 4).

Em hastes mantidas em soluções de sacarose de 3 g, em maior disponibilidade hídrica, mantidas em temperatura ambiente e controlada, obtiveram notas de 3,25 e 3,75, respectivamente. Porém, quando mantidas em menor condição hídrica a nota nas duas condições de temperatura foi 3,25 (Tabela 3 e 4). Nesse caso, a longevidade média das hastes florais de *lisianthus* foi de 9 dias, perdendo qualidade comercial a partir do décimo dia, apresentando murchamento das flores, amarelecimento e curvatura acentuada das hastes.

Esse comportamento justifica-se, devido ao fato da água na célula vegetal ser responsável pela manutenção da turgescência e, também, pela forma e estrutura dos tecidos que não possuem rigidez (ARAÚJO et al., 2018). Desta forma, a medida que a disponibilidade hídrica diminui, ocorre a perda de turgor e murchamento das plantas, uma vez que a planta não consegue equilibrar a perda de água.

A adequada condição hídrica das hastes no momento do corte é um elemento importante na pós-colheita, pois mantém o potencial hídrico da planta constante. Portanto, a combinação dos fatores soluções de manutenção principalmente pela utilização da combinação sacarose + ácido cítrico e disponibilidade hídrica das hastes, influenciou positivamente no retardo a morte celular e fornecimento de uma fonte adicional de energia, proporcionando maior longevidade e qualidade das hastes florais.

CONCLUSÕES

A maior condição hídrica durante o período de cultivo do *lisianthus* aumenta a vida útil das hastes florais do *lisianthus* nas duas condições de temperatura testadas.

A utilização de sacarose + ácido cítrico é eficiente na manutenção da qualidade e durabilidade pós-colheita de hastes florais de *lisianthus*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo JR., G. D. N. A.; Gomes, F. T., da silva; M. J., da rosa jardim, A. M. F.; Simões, V. J. L. P.; Izidro, J. L. P. S., de Melo Leite, M. L.; Teixeira, V. I.; da Silva, T. G. F. Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão. Pubvet, v. 13, p. 148, 2018.

Bastos, F. E. A.; Stanger, M. C.; Allebrant, R.; Steffens, C.A.; Rufato, L. Conservação de rosas ‘carola’ utilizando substâncias com potencial biocida. Ornamental Horticulture, Campinas, v.22, n.1, p.107-113, 2016.

Costa, R. R.; Costa, L. C.; Carneiro, G. G., Ribeiro, W. S.; Barbosa, J. A.; Finger, F. L. Postharvest quality of *Heliconia wagneriana* pulsed with sucrose. Acta Horticulturae, v.1060, p. 201-206, 2015. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1060.29>.

Da Silva, E. N.; Cruz, R. R. P.; Ribeiro, L. S.; Pimentel, A.; Travassos, C. R. D. M. S.; De Souza Melo, J. F.; da silva, J. G; Ribeiro, W. S. Determinação do ponto de colheita de flores de *Tropaeolum majus* L. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v. 8, n. 1, p. 37-43, 2018.

Fang, F.; Oliva, M.; Ehi-eromosele, S.; Zaccai, M.; Arazi, T.; Oren-shamir, M. Successful floral-dipping transformation of post-anthesis lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) flowers. The Plant Journal, v.96, n. 4, p. 869-879, 2018. <https://doi.org/10.1111/tpj.14076>

Favero, B. T.; Lima, G. P. P.; Dole, J. *Curcuma alismatifolia* vase life. Ornamental Horticulture, Campinas, v.23, n.1, p.101-106, 2017. <https://doi.org/10.14295/oh.v23i1.989>

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

Instituto Brasileiro de Floricultura. IBRAFLOR. Critério de classificação lisianthus de corte. Holambra, SP: IBRAFLOR, 2016. Disponível em:<<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=163>>. Acessado em: março de 2021.

Instituto Brasileiro de Floricultura - IBRAFLO. Mercado de flores. Holambra, SP: IBRAFLO, 2017. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/site/wp-content/uploads/2017/12/Boletim-Ibraflor-12-2017.pdf>. Acesso em: março de 2021.

Kinfe, L. G. B.; Yosief, R.; Mehari, S.; Maekele, S.; Rao, G. S. Impact of Different Preservative Solutions on Extending Vase Life of Rose (*Rosa hybrid*) Cut Flowers. *Biosciences*, p. 3562, 2018.

Kumar, S.; Srivarshini, H.; Sanjeevkumar, K.; Ajishmuralidharan, S. K.; Sudhagar, R. Effect of nano silver, sucrose and citric acid on extending the vase life of cut carnation cv. Domingo. *Plant Archives*, v. 20, n. 2, p. 3782-3784, 2020.

Liu, J.; Zhang, Z.; Li, H.; Lin, X.; Lin, S.; Joyce, D. C.; HE, S. Alleviation of effects of exogenous ethylene on cut 'Master' carnation flowers with nano-silver and silver thiosulfate. *Postharvest Biology and Technology*, v. 143, p. 86-91, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.04.017>

López-Guerrero, A. G.; Rodríguez-Hernández, A. M.; Mounzer, O.; Zenteno-Savín, T.; Rivera-Cabrera, F.; Izquierdo-Oviedo, H.; Soriano-Melgar, L. DE A. A. Effect of oligosaccharins on the vase life of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) cv. 'Mariachi blue'. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, v.95, n.3, p. 316 - 324, 2019. <https://doi.org/10.1080/14620316.2019.1674698>

Naing, A. H.; Win, N. M.; Han, J. S.; Lim, K. B.; Kim, C. K. Role of nano-silver and the bacterial strain *Enterobacter cloacae* in increasing vase life of cut carnation 'Omea'. *Frontiers in plant science*, v. 8, p. 1590, 2017. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01590>

Nivethaa, P. J; Sidhdharth, G. Role of Botanicals and Essential Oil in Enhancing the Vase Life of Flowers. *Biotica Research Today*, v. 3, n. 1, p. 030-032, 2021.

Oliveira, H. P.; Ribeiro, T. B.; Machado, A. S.; Silva, L. O.; Oliveira Júnior, A. R. Respostas fisiológicas de forrageiras ao déficit hídrico e baixas temperaturas. *Nutritime Revista Eletrônica*, v. 14, n. 5, p. 7008–7014, 2017.

Pietro, J.; Mattiuz, B. H.; Mattiuz, C. F. M.; Rodrigues, T. J. D. Manutenção da qualidade de rosas cortadas cv. Vega em soluções conservantes. *Revista Brasileira de Horticultura*

Ornamental, v. 30, n. 1, p. 64-70, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000100011>

Rabiza-Świder, J.; Skutnik, E.; Jędrzejuk, A.; Lukaszewska, A. Postharvest Treatments Improve Quality of Cut Peony Flowers. *Agronomy*, v. 10, n. 10, p. 1583, 2020. <http://doi.org/10.3390/agronomy10101583>

Rinaldi, M. M.; Fialho, J. D. F.; Vieira, E. A.; Oliveira, T. A. R. D.; Assis, S. F. D. O. Utilização de ácido cítrico para a conservação pós-colheita de raízes de mandioca. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 20, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.07217>

Sales, T. S.; Paiva, P. D. O.; Manfredini, G.M.; Nascimento, A. M. P.; Castro, M. L. R. Water relations in calla lily flower stems harvested at different opening stages. *Ornamental Horticulture, Campinas*, v. 21, n. 3, p. 368-375, 2015. <https://doi.org/10.14295/oh.v21i3.736>

Salmi, M. S.; Hoseini, M.F.; Heidari, M.; Daneshvar, M.H. Prolongando a vida útil de rosas cortadas (*Rosa hybrida* L.) cv. Bacara por óleos essenciais. *Advances in Horticultural Science*, v. 32, n. 1, p. 61-69, 2018.

Sanches, A. G; Silva, M. B; Moreira, E. G. S; Costa, J. M; Cosme, S. S. Relação entre o estágio de abertura floral e *pulsando* a vida útil do copo de leite. *Revista de Agricultura Neotropical*, v.4, n.3, p.9-14, 2017. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i3.1400>

Santos, M. N.; Tolentino, M. M.; Mapeli, A. M. Vase life of cut *Lilium pumilum* inflorescences with salicylic acid. *Ornamental Horticulture, Campinas*, v.24, n.1, p.44-49, 2018. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v24i1.1148>

Senapati, A. K.; Raj, D.; Jain, R.; Patel, N. L. Advances in packaging and storage of flowers. *Commercial horticulture*, v. 34, p. 473-488, 2016.

8 DISCUSSÃO GERAL

O lisianthus é considerado uma das espécies de maior importância econômica no mercado nacional e internacional. Visto que as flores de corte são produtos altamente perecíveis, torna-se imprescindível o conhecimento e o desenvolvimento de tecnologias referentes ao manejo pré e pós-colheita. Contudo, para alcançar a qualidade que o mercado exige, é necessário um manejo hídrico eficiente durante todo período de produção.

Considerando que o padrão de qualidade da haste floral é decisivo para o sucesso da produção, os experimentos realizados a cada final do ciclo de cultivo do lisianthus, observou-se que, de forma geral, as hastes produzidas com hidrogel, proporcionaram uma adequada condição hídrica das hastes no momento do corte, sendo este um fator importante na pós-colheita, pois mantem o potencial hídrico da planta constante.

Além disso, pode-se inferir que as soluções de sacarose + ácido cítrico nas duas condições de temperatura testadas e disponibilidade hídrica, nas duas épocas, proporcionaram maior vida útil às hastes florais, que apresentaram maior qualidade até os 18 dias com aspecto saudável e comercial, bem como a solução com ácido cítrico em temperatura ambiente.

Esse comportamento ocorreu, possivelmente pela utilização da sacarose, devido sua fonte de energia para a respiração (RABIZA-ŚWIDER et al, 2020), sendo necessária para os processos vitais auxiliando na manutenção do balanço de água em hastes florais.

O ácido cítrico, por sua vez, contribui na redução do pH das soluções (KINFE et al., 2018), uma vez que os microrganismos quando submetidos a ambientes com pH ácido possuem redução da sobrevivência.

Considerando a importância de se ampliar e aprimorar estudos sobre a produção do lisianthus, verificou-se que consumo hídrico, obteve um comportamento crescente, tanto com o aumento da dose do hidrogel, quanto com o aumento do nível de irrigação, nas duas épocas de cultivo. Esse resultado é indicativo da contribuição dos tratamentos utilizados em relação à manutenção da umidade do solo, sendo esse fator de suma importância para as flores de corte, que possuem sistema radicular limitado ao espaço do vaso e demandam grande disponibilidade hídrica.

No que se refere a eficiência do uso da água, na primeira época foi observado um crescimento constante até a lâmina de 80% da CRV, com os melhores resultados entre as lâminas de 80 e 100% da CRV e doses de hidrogel entre 3 e 6 gramas. Na segunda época, os

melhores resultados foram encontrados entre as lâminas de 60% e 100%, independente da dose de hidrogel testada.

Em razão da irrigação ser aplicada diretamente sobre a base da planta, observou-se uma redução nas perdas evaporativas da água aplicada, mesmo nas menores lâminas de reposição testadas. Essa intensificação da eficiência de aplicação da água, influenciou sobre a resposta do hidrogel maximizando a EUA.

Portanto, o hidrogel é uma opção conveniente e economicamente viável em condições de déficit hídrico, visto que os polímeros retentores de água possibilitam o retardamento da ocorrência e intensidade do déficit hídrico (FELIPPE et al., 2020). Contudo, embora o hidrogel tenha contribuído para melhorar as variáveis do presente estudo, o que realmente proporcionou melhores resultados foram as lâminas de irrigação.

Nesse estudo, verificou-se que melhor resposta para peso fresco foi observada com as lâminas entre 80 e 100% da capacidade de retenção do vaso (CRV) e com as maiores doses de hidrogel testadas (6 e 9 g), atingindo valores de até 60g de peso fresco nas duas épocas de cultivo.

Contudo, na segunda época, ocorreram temperaturas elevadas no final do ciclo, assim, verificou-se que o hidrogel teve maior influência no peso fresco em relação a primeira época, constatando que o mesmo contribuiu diretamente para a retenção de água no substrato provocando atraso nos sintomas de estresse hídrico.

A demanda hídrica das plantas é diferenciada de acordo com a sua fase fenológica, necessitando assim, de um coeficiente de cultivo específico para cada uma das fases. Assim, no presente estudo observou-se, que os valores de coeficientes culturais (K_c 's) são crescentes acompanhando o desenvolvimento da cultura até a fase PF, onde atingem seu ápice. Posteriormente, devido a redução da demanda hídrica, foi possível observar que os valores de K_c 's diminuem progressivamente na fase de queda de florescimento.

Observou-se diferença nos valores de k_c 's em relação as épocas de cultivo. Isso ocorreu provavelmente devido à redução da demanda hídrica da cultura, uma vez que, que na primeira época, os valores de umidade relativa e temperatura do ar foram mais elevados e ocorreram picos durante certos períodos do ciclo da cultura, o que possivelmente contribuiu para o aumento nos valores de K_c 's em relação a segunda época.

Além disso, de acordo com da Silva et al. (2017), a diferença nos valores de K_c 's estimados por distintas metodologias e atribuem essa oscilação ao fato de cada metodologia

considerar número distinto de variáveis na estimativa do valor de ETo estimado, o que resultará em valores de Kc heterogêneos entre os métodos considerados no trabalho.

No que se refere ao crescimento e componentes de rendimento do *lisianthus*, cultivado sob diferentes disponibilidades hídricas e doses de hidrogel, ficou evidenciado que o aumento das lâminas de irrigação e das doses de hidrogel aumentaram a altura das plantas. No entanto, de forma geral, quando as plantas não receberam hidrogel, as lâminas de irrigação mais altas proporcionaram maior altura das plantas nas duas épocas de cultivo.

O diâmetro da haste das plantas de *lisianthus* no primeiro cultivo, diferentemente da altura, foi alto nas lâminas de irrigação intermediárias e nas menores doses de hidrogel. No entanto, no segundo cultivo, tanto as menores doses de hidrogel quanto as altas doses, necessitaram de lâminas de irrigação maiores para as plantas atingirem maiores diâmetro da haste, já doses intermediárias de hidrogel precisaram de lâminas de irrigação entre 80 e 100% da CRV. Da mesma forma que a altura, houve maior necessidade de água nas maiores doses de hidrogel para manter um maior diâmetro da haste.

Na primeira época, observou-se que as lâminas de irrigação e das doses de hidrogel aumentaram a produção de botões pelo *lisianthus*. Na segunda época, as maiores doses de hidrogel foram mais responsivas para o número de botões. Isso pode ser devido a maior retenção de água pelo substrato causada pelo hidrogel (MENDONÇA et al., 2013). Em plantas de calêndula a adição de hidrogel como condicionador atuou como mitigador dos efeitos do estresse hídrico (DIVINCULA et al., 2020).

O comprimento total, a área superficial e o volume das raízes avaliados somente ao final da segunda época de cultivo, apresentaram melhores resultados quando se utilizou lâminas de irrigação entre 60 e 100 % da CRV. Em relação a utilização do hidrogel, verificou-se que houve decréscimo em função das doses de hidrogel. Os menores valores foram observados para a dose de 6 g de hidrogel. Por outro lado, o maior diâmetro médio das raízes foi encontrado na dose de 9 g de hidrogel

O aumento das doses de hidrogel provocaram redução do crescimento e engrossamento das raízes do *lisianthus*. A redução do crescimento das raízes pode estar relacionada com uma maior disponibilidade de água nas maiores doses de hidrogel, esse comportamento pode ser explicado devido a ação do hidrogel em aumentar a disponibilidade da água, não estimulando as raízes a crescer, porém aumentando a emissão de raízes secundárias.

Esse resultado indica que a lâmina de irrigação aplicada ao substrato com hidrogel estava prontamente disponível para as plantas corroborando com o encontrado por Navroski et

al. (2016) onde relatam a ação do hidrogel em promover melhor retenção de água e uso pelas plantas.

Por fim, verificou-se que lâminas de irrigação com aproximadamente 80% da CRV são mais indicadas para o crescimento e produção do lisianthus, conferindo hastes longas e firmes, pois, embora o hidrogel tenha contribuído para melhorar as variáveis do presente estudo, o que realmente configurou melhores resultados foram as lâminas de irrigação testadas.

9 CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os resultados obtidos nesse estudo, pode-se concluir que:

- A adição polímero hidroretentor hidrogel no substrato atuou como mitigador dos efeitos do estresse hídrico sobre as plantas, contudo, o que realmente configurou melhores respostas quanto à altura, diâmetro e a produção de botões das hastes florais de lisianthus foram as lâminas de irrigação.

- As lâminas de irrigação de aproximadamente 80% da capacidade de retenção do vaso são mais indicadas para o crescimento e produção do lisianthus.

- O comprimento total, a área superficial e o volume das raízes das plantas do lisianthus apresentaram melhores resultados quando se utilizou lâminas entre 60 e 100 % da CRV. Em relação a utilização do hidrogel, verificou-se que houve decréscimo em função das doses testadas,

- Existe diferença entre épocas de cultivo e condições meteorológicas, pois o presente estudo sugere que o uso de hidrogel melhora os níveis de produção do lisianthus de corte, a economia e o balanço hídrico em situações de déficit de irrigação.

- O consumo hídrico, obteve um comportamento crescente, tanto com o aumento da dose do hidrogel, quanto com o aumento do nível de irrigação, nas duas épocas de cultivo.

- A eficiência do uso da água, na primeira época obteve um crescimento constante até a lâmina de 80% da capacidade de retenção do vaso, e doses de hidrogel entre 3 e 6 gramas. Na segunda época, os melhores resultados foram encontrados entre as lâminas de 60% e 100%, independente da dose de hidrogel testada.

- A maior condição hídrica durante o período de cultivo do lisianthus aumenta a vida útil das hastes florais nas duas condições de temperatura testadas.

- A utilização da sacarose + ácido cítrico é o mais eficiente dos tratamento testados na manutenção da qualidade e durabilidade pós-colheita de hastes florais de lisianthus que perdurou em até 18 dias.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, I., DOLE, J. M., AMJAD, A., AHMAD, S. Dry storage effects on postharvest performance of selected cut flowers. **HortTechnology**, v. 22, p. 463-469, 2012.
- ALLEN, R. G.; PRUITT, W. O.; WRIGHT, J. L.; HOWELL, T. A.; VENTURA, F.; SNYDER, R.; ITENFISU, D.; STEDUTO, P.; BERENGENA, J.; BASELGA, Y. J.; SMITH, M.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; PERRIER, A.; ALVES, I.; WALTER, I.; ELLIOTT, R. A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ETo by FAO56 Penman–Monteith method. **Agriculture Water Management**, v. 81, p. 1-22, 2006.
- ALMEIDA, E. F. A., PAIVA, P. D. de O., LIMA, L. C. de O., RESENDE, M. L., FONSECA, J., TAVARES, T. S. Pós-colheita de copo de leite: efeito de diferentes conservantes comerciais e armazenamento a frio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p.1189-1194, 2008.
- ALMEIDA, J. M.; CALABONI, C.; RODRIGUES, P. H. V. Pigmentos em hastes de flores de lisianthus sob diferentes redes de sombra fotosseletivas. *Horticultura Ornamental*, v. 27, p. 535-543, 2021.
- ALVES, C. M. L. **Produção e pós-colheita de Lisianthus cultivado em ambiente protegido**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- ALVES, E. S.; LIMA, D. F.; BARRETO, J. A. S.; SANTOS, D. P.; SANTOS, M. A. L. Determination of cultivation coefficient to radish culture through drainage lysimetry. **Irriga, Botucatu**, v. 22, n. 1, p. 194-203, 2017.
- ARAÚJO E. M; OLIVEIRA J. B; ARAÚJO E. M; LEDO E. R. F; MAIRTON G. da SILVA M. G. Desempenho de métodos de estimativa de eto correlacionados com a equação padrão Penman Monteith fao56, em cidades do estado do Ceará. **Revista ACTA Tecnológica - Revista Científica**, v. 5, n. 2, 2010.
- ARAÚJO, J. S.; ANDRADE, A. P. de; RAMALHO, C. I.; AZEVEDO, C. A. V. de. Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 152-157, 2009.
- ARSENAULT, J. L.; POULCUR, S.; MESSIER, C.; GUAY, R. WinRhizoTM, a Root-measuring System with a Unique Overlap Correction Method. **HortScience**, Alexandria, v. 30, p. 906, 1995.
- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 1, n. 1, p. 23-31, 2002.
- BACKES, F. A. A. A. **Cultivo de lisianto (*Eustoma grandiflorum* (raf.) shinner3s) para corte de flor em sistemas convencional e hidropônico**. Tese doutorado, Viçosa – MG, 2004, 118p.

BACKES, F. A. A. L., BARBOSA, J. G., SEDIYAMA, M. A., MARTINEZ, H. E. P., CECON, P. R., BARBOSA, M.S. Produção de lisianto cultivado em vasos com diferentes soluções nutritivas e formas de condução. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n.1, 2006.

BACKES, F. A. A. L.; BARBOSA, J. G.; BACKES, R. L.; RIBEIRO, J. M. O.; MORITA, R. M. Produção de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) em vaso sob diferentes densidades de plantas. Maringá, **Acta Sci. Agron.** v. 27, p. 237-241, 2005.

BARBOSA, B. D. S.; OLIVEIRA, F. G.; FIGUEIREDO, F. P. Determinação do coeficiente de cultivo (Kc) do capim Tanzânia irrigado no Norte de Minas Gerais. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 11-20, 2015.

BÄR C. S. L. L. **Disponibilidade hídrica e cinza vegetal no cultivo de gérbas de vaso**. 2017. 63p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Mato Grosso. Mato Grosso. 2017.

BATISTA, R. O.; FURTINI NETO, A. E.; DECCETTI, S. F.; VIANA, C. S. Morfologia radicular e cinética de absorção de nutrientes por clones de Cedro Australiano. **Revista Caatinga**, Mossoró – RN, v. 29, n. 1, 2016.

BEVEVIDES, J. G.; LOPEZ, D. Formula para El caculo de la evapotranspiracion potencial adaptada al tropico (15° N - 15° S). **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 20, n. 5, p. 335-345, 1970.

BEOZZI, S. **Valorização de resíduos orgânicos na formulação de substratos alternativos à turfa para a produção de plantas aromáticas envasadas em modo de produção biológico**. 2013. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013.

BERTONHA, A.; FRIZZONE, J. A.; MARTINS, E. N.; Irrigação e adubação nitrogenada na produção de laranja pêra. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 1, n. 3, p. 537-542, 1999.

BOGARIM, E. P. A. Uso de hidrogel no desenvolvimento de espécies nativas, visando aplicação em áreas degradadas. Dourados: UFGD, 2014. 48f. Dissertação Mestrado.

BRAINE, Maria Simone de Castro Pereira. FLORES E PLANTAS ORNAMENTAIS. **Caderno Setorial Etene**, Banco do Nordeste do Brasil, v. 95, n. 4, p. 1-16, set. 2019. Mensal. Instituto Brasileiro de Floricultura (2018). 7 Bilhões é o tamanho do mercado das flores no Brasil. Campinas: IBRAFLOR. Recuperado de <https://www.ibraflor.com.br/blog-ibraflor/7-bilh%C3%B5es-%C3%A9-otamanho-do-mercado-dasflores-no-brasil>.

BUAINAIN, A. M.; FILHO, H. M. de. S.; GUANZIROLI, C.; BATALHA, M. O. **Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil: características, desafios e obstáculos**. Campinas: Unicamp, 2007. p. 129-159.

ÇAKIR, R.; KANBUROGLU-ÇEBI, U.; ALTINTAS, S.; OZDEMIR, A. Irrigation scheduling and water use efficiency of cucumber grown as a spring-summer cycle crop in solar greenhouse. **Agricultural Water Management**, Amsterdam - Holanda, v. 180, p. 78-87, 2017.

CAMARGO, A. P. Balanço hídrico no estado de São Paulo. (**Boletim**, n. 116). 3. Ed. Campinas: IAC, 1971. 24 p.

CAMARGO M. S., L. K. SHIMIZU, M. A. SAITO, C. H. KAMEOKA, S. C. MELLO E Q. A. C. CARMELLO. Crescimento e absorção de nutrientes pelo *Lisianthus (Eustoma grandiflorum)* cultivado em solo. **Horticultura Brasileira**. v. 22, p. 143-146, 2004.

CONCEIÇÃO, B.S.; LIMA, L. A.; SANT'ANA, J. do V.; THEBALDI, M. S. Disponibilidade hídrica e cinética da liberação de potássio em diferentes substratos para produção de mudas. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 602-614, 2015.

CARDUCCI, C. E.; OLIVEIRA, G. C.; ZEVIANI, W. M.; LIMA, V. M. P.; SERAFIM, M. E. Bimodal pore distribution on soils under conservation management system for coffee crop. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, p. 291-302, 2013.

CARVALHO, R. P.; CRUZ, M. C. M.; MARTINS, L. M. Frequência de irrigação utilizando polímero hidroabsorvente na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 518-526, 2013.

CASAI, L. K. N.; BORGES, L. S.; SOUSA, V. Q.; LIMA, M. Aproveitamento de resíduo de soja e palha de arroz como substrato para produção de mudas de jambu. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasília, 2017.

CEPEA–Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada –ESALQ/USP. **Mercado de trabalho do agronegócio brasileiro: 4º tri de 2019**. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP, 2020. Disponível em: [em: <https://www.cepea.esalq.usp.br>](https://www.cepea.esalq.usp.br). Acesso em: 23/02/2022.

CHANG, J.; WU, X.; WANG, Y.; MEYERSON, L. A.; GU, B. J.; MIN, Y.; XUE, H.; PENG, C. H.; YING GE, Y. Does growing vegetables in plastic greenhouses enhance regional ecosystem services beyond the food supply? **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 11, p. 43-49, 2013.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

COELHO, E. F.; SANTOS, M. R.; COELHO FILHO, M. A. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em latossolo de tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 175-178, 2005.

CONSTANTIN, E. C. **Diagnóstico da produção de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) de corte no Distrito Federal**. (Tese de Mestrado) Universidade de Brasília, FAV, 2014.

CRITTEN, D. L.; BAILEY, B. J. A review of greenhouse engineering developments during the 1990s. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 112, p. 1-22, 2002.

da SILVA, J. R.; HELDWEIN, A. B.; HINNAH, F. D.; BRAND, S. I., PUHL, A. J.; LEONARDI, M. Ajuste das Equações de Estimativa da Evapotranspiração de Referência para Bento Gonçalves e Lagoa Vermelha – RS. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n°.7, p. 3096 - 3107, 2018.

da SILVA, M. G.; BATISTA, L. D. S.; DE CARVALHO, C. M. Estimativa da Evapotranspiração de Referência por Penmanmonteith Fao 56 Usando Dados Meteorológicos Limitados em Aracaju, Sergipe. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 10, n. 4, 2016.

DELAZARI, F. T.; FERREIRA, M. G.; SILVA, G. H. DA; DARIVA, F. D.; FREITAS, D. S. DE; NICK, C. Eficiência no uso da água e acúmulo de matéria na batata-doce em função de lâminas de irrigação. **Irriga**, v. 22, p. 115-128, 2017.

DURIGAN, M. F. B., B. MATTIUZ, T. J. D. RODRIGUES; C. F. M. MATTIUZ. Uso de soluções de manutenção contendo ácido cítrico, cloro ou 8-HQC na conservação pós-colheita de flores cortadas de gérbera “Suzanne”. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. Campinas-SP, v. 19, p. 107-116, 2013.

EKEBAFE, L. O.; OGBEIFUN, D. E.; OKIEIMEN, F. E. Polymer Applications in Agriculture. **Biokemistri**, v. 23, n. 2, p. 81-89, 2011.

FAGGION, F.; OLIVEIRA, C. A. S.; DEMÉTRIOS, C. Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 2, n. 1, p. 187-190, 2009.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R., QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p.29-37.

FERMINO, M. H. **Substratos: composição, caracterização e métodos de análise**. Guaíba: **Agro livros**, 2014. 112 p.

FISCHER, S. Z.; STUMPF, E. R. T.; CASTRO, C. M.; BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G. Durabilidade de rosas, gérberas e crisântemos comercializados em Pelotas-RS. **Ornamental Horticulture**, v. 21, n. 1, p. 113-118, 2015.

FREITAS, E. C. S.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA NETO, S. N. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 509-519, 2017.

GIRARDI, L. B.; PEITER, M. X.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A.; SOARES, F. C.; VALMORBIDA, I. Disponibilidade hídrica e seus efeitos sobre o desenvolvimento radicular e a produção de gipsofila envasada em ambiente protegido. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 17, n. p. 501 - 509, 2012.

GIRARDI, L. B.; PEITER, M. X.; PIMENTA, B. D.; BRUNING, J.; RODRIGUES, S. A. R.; KIRCHNER, J. H. Crescimento e desenvolvimento da alstroemeria x hybrida quando submetida a diferentes capacidades de retenção de vaso. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 1191-1200, 2017. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v11n100561>.

GIRARDI, L. B.; PEITER, X. P.; BELLÉ, R. A.; ROBAINA A. D.; TORRES R. R.; KIRCHNER, J. H.; BEN, L. H. B. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da alstroemeria (*Alstroemeria x hybrida*) cultivada em estufa. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 817-829, 2016.

GRUSZYNSKI, C. **Informações básicas para cultivo Comercial do Lisianthus ou Eustoma para corte**. Gramado: ASCAR/EMATER-RS, 2007. Acesso em 18 de set. de 2019.

HARBAUGH, B. K. **Flower breeding and genetics**. California: Springer, 2006.

HARBAUGH, B. K. Flowering of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Cultivars influenced by photoperiod and temperature. **HortScience** v. 30, p. 1375-1377, 1995.

HARGREAVES, G. H. Estimation of potential and crop evapotranspiration. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 17, n. 4, p. 701-704, 1974.

HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Estimation of potential evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage**, v. 108, n. 3, p. 225-230, 1982.

HELDWEIN, A. B., STRECK, N. A., STURZA, V. S., LOOSE, L. H., ZANON, A. J., TOEBE, M., SOUZA, A. T. de., PETERS, M. B., KARLEC, F. Plastocrono e rendimento de feijão-de-vagem cultivado sob ambiente protegido e no ambiente externo em semeadura tardia no outono. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 768-773, 2010.

IBRAFLO. Instituto Brasileiro de Floricultura. **Dados mercado interno**. São Paulo, 2018. Disponível em <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=213>> Acesso em: 16 de jan. de 2019.

IBRAFLO. Instituto Brasileiro de Floricultura. **Números do Setor: Mercado interno**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=256>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

IBRAFLO - Instituto Brasileiro De Floricultura. **Situação atual do mercado de flores e plantas ornamentais**. Disponível em:<<https://www.ibraflor.com.br/post/situa%C3%A7%C3%A3o-atual-do-mercado-de-flores-e-plantas-ornamentais>>. Acesso em: 24/02/2022.

ICHIMURA, K.; SHIMAMURA, M.; HISAMATSU, T. Role of ethylene in senescence of cut *Eustoma* flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 14, p. 193-198, 1998.

JENSEN, M. E. Consumptive use of water and irrigation water requirements. **American Society of Civil Engineers**, New York, 1973. 215p.

JENSEN, M. E.; HAISE, H. R. Estimating evapotranspiration from solar radiation. **Journal of the Irrigation and Drainage Division-ASCE**, New York, v. 4, n. 1, p. 15-41, 1963.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Sustainability in Brazilian floriculture: introductory notes to a systemic approach. **Ornamental Horticulture**, v. 24, p. 155-162, 2018.

KÄMPF, A. N.; TAKANE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. **Floricultura: técnicas de preparo de substratos**. Brasília: LK Editora e Comunicação, 2006. 132p.

KAMPF, A. N. et al. **Floricultura: técnicas de preparo de substratos**. Brasília: LK, 2006. 132p.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros, 2005. 256 p.

KITTAS, C.; KATSOULAS, N.; BARTZANA, T. Structures: designer, technology and climate control. In: BAUDOIN, W., et al. (ed.). **Good agricultural practices for greenhouse vegetable production in the South East European countries**. FAO: Rome, 2017. p. 29-52. (Plant Production and Protection Paper, 230).

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Recursos Renováveis**, v. 4, p. 43-63, 2015.

KOHN, L. S.; CARDUCCI, C. E.; SILVA, K. C. R.; BARBOSA, J. S., FUCKS, J. S.; BENEVENUTE, P. A. Desenvolvimento das raízes de linho (*Linum usitatissimum* L.) em dois anos de cultivo sobre Cambissolo Húmico. **Revista Ciência Agrária**. v. 17, n. 1, p. 36-41, 2016.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. (2001). Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**. v. 2, p. 171-182, 2001.

KUMAR, P.; ROUPHAEL, Y.; CARDARELLI, M.; COLLA, G. Vegetable Grafting as a Tool to Improve Drought Resistance and Water Use Efficiency. **Front. Plant Sci**. v. 8, p. 1130, 2017.

KUMAR, S.; BARMAN, K.; SHARMA, S. manejo pós-colheita de flores comerciais. Em: SIDDIQI, MW; ALI, A. (eds.). Manejo pós-colheita de culturas hortícolas: **práticas de preservação da qualidade**. Cleveland: Apple Academic Press, 2016. 386p.

LINACRE, E.T. A simple formula for estimating evaporation rates in various climates, using temperature data alone. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 18, p. 409-24, 1977.

LIU, F.; STÜTZEL, H. Biomass partitioning, specific leaf area, and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to drought stress. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 102, p. 15-27, 2004.

LOPES, M. B. S. TAVARES, T. C. O.; VELOSO, D. A.; SILVA, N. C.; FIDELIS, R. R. Cowpea bean production under water stress using hydrogels. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 47, n. 1, p. 87-92, 2017.

LÓPEZ-MATA, E.; TARJUELLO, J. M.; JUAN, J. A.; BALLESTEROS, R.; DOMÍNGUEZ, A. Effect of irrigation uniformity on the profitability of crops. **Agricultural Water Management**. v. 98, p. 190-198, 2010.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnars. In: LORENZI, H.; MOREIRA de SOUZA, H. (Org.). **Ornamental plants in Brazil**. São Paulo: Plantarum, p. 615, 2008.

LUDWIG, F.; FERNANDES, D.M.; GUERRERO, A.C.; VILLAS BOAS, R.L. LASCHI, D. Substratos no desenvolvimento de cultivares de gérbera envasada. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 21, n. 2, p. 177-184, 2015.

MANTOVANI, E.C; DELAZARI, F.T.; DIAS, L.E.; ASSIS, I.R.; VIEIRA, G.H.S.; LANDIM FM. Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**. v. 31, p. 602-606, 2013.

MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 2, p. 53-57, 2010.

MARQUES, P. A. A.; FRIZZONE, J. A.; PERES, F. C. Uso da árvore de decisão na escolha da lâmina de irrigação da pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para Ilha Solteira, Estado de São Paulo. **Revista Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 321-327, 2004.

- MASHHADIAN, N. V.; TEHRANIFAR, A.; BAYAT, H.; SELAHVARZI, Y. Salicylic and citric acid treatments improve the vase life of cut Chrysanthemum flowers. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 14, p. 879-887, 2012.
- MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; PERES, J. G.; SOUZA, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.
- MENEGAES, J. F.; SWAROWSKY, A.; BACKES, F. A. A. L.; BELLÉ, R. A.; FILHO, H. J. I. Consumo hídrico de calla lily submetida ao manejo de irrigação via solo e teores de cobre. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 74-86, janeiro-março, 2017.
- MONTEIRO, M. M., VIEIRA, D. A, SILVA-NETO, C.M., GATTO. A, VENTUROLI, F. Abordagem multivariada do uso do hidrogel em espécies nativas do cerrado em área degradada. **Revista Tree Dimensional**, ProFloresta, Goiás, v. 1, n. 1 p. 3-14, 2016.
- MONTEIRO, R. O. C.; COLARES, D. S.; COSTA T. R. N.; LEÃO, M. C. S.; de AGUIAR, J. V.; Função de resposta do meloeiro a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 24, n. 4. p.455-459, 2006.
- MOUSINHO, F. E. P.; COSTA, R. N. T.; SOUZA, F. D.; GOMES FILHO, R. R. Função de resposta da melancia à aplicação de água e nitrogênio para as condições Edafoclimáticas de Fortaleza, CE. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 8, n 3, p. 264-272, 2003.
- NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO M. M.; REININGER, L. R. S.; MUNIZ, M. F. B.; PEREIRA, M. O. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 315-328, 2015a.
- NAVROSKI, M. C.; NICOLETTI, M. F.; LOVATEL, Q. C.; PEREIRA, M. O.; TONETT, E. C; MAZZO, M. V.; MENEGUZZI, A.; FELIPPE, D. Efeito do volume do tubete e doses de fertilizantes no crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Agrarian**, Dourados, v. 9, n. 31, p. 26-33, 2016.
- NETO, O. N. de S. **Limites de umidade e concentrações de potássio na solução do solo no cultivo do lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) fertirrigado em ambiente protegido**. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba. São Paulo, p. 122. 2017.
- NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J.; DAMATTO JUNIOR, E. R. Soluções de condicionamento em pós-colheita de inflorescências de antúrio. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 219-225, abr. 2014.
- OHKAWA, K. Technology of floriculture. *Eustoma*. **Cultural practice and flowering control**, 2003.
- OLIVEIRA, C. B.; DA ROSA NASCIMENTO, T.; SILVA, R. G. R.; LOPES, I. C. A cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no Brasil: uma revisão sobre o segmento. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 6, n. 2, p. 180-200, 2021.
- OLIVEIRA, E. C., CARVALHO, J. A., REZENDE, F. C., ALMEIDA, E. F. A., REIS, R. P. Função de produção para a roseira cultivada em sistema de produção integrada. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, v. 24 n.6, p. 473-483, 2016.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; REZENDE, F. C.; ALMEIDA, E. F. A.; REIS, S. N.; MIMURA, S. N. Evapotranspiração da roseira cultivada em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 314-321, 2014.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; REZENDE, F. C.; ALMEIDA, E. F. A.; REIS, S. N.; MIMURA, S. N. Rendimento de rosas cultivadas em ambiente protegido sob diferentes níveis de irrigação. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 14-24, 2016.

OLIVEIRA, G. M. DE; SANTIAGO, E. J. P.; LEITÃO, M. DE M. V. B. R.; ROCHA, R. DE C.; GONÇALVES, I. S.; SILVA, R. R. da. Estimativa da evapotranspiração de referência para ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v. edição especial, p. 21-30, 2017.

OLIVEIRA, G. M. de; SANTIAGO, E. J. P.; LEITÃO, M. de M. V. B. R.; ROCHA, R. de C.; GONÇALVES, I. S.; SILVA, R. R. da. Estimativa da evapotranspiração de referência para ambiente protegido. **Irriga**, v. edição especial, p. 21-30, 2017.

PADRÓN, R. A. R.; NOGUEIRA, H. M. C. M.; CERQUERA, R. R.; ALBINO, G. D.; NOGUEIRA, C. U. Caracterização físico-hídrica do solo argissolo amarelo para estabelecimento de projeto e manejo de irrigação. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 4, n. 1, p. 36-47, 2015.

PANAMERICA SEED 2005. Disponível em <http://www.panamseed.com/media/Culture/PAS/LisianthusCutflower.pdf> Acesso em: 28/01/2019.

PANJ, F.G., KUMARI, S.; PARMAR, P. B. Effect of growing media properties and its correlation study in gerbera production. **The Bioscan**. v. 9, n. 1, p. 79-83, 2014.

PEREIRA, L. G. **Produção de Hastes Florais em Gérberas Submetidas a Diferentes Tensões de Água no Solo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

PIERRET, A.; GONKHAMDEE, S.; JOURDAN, C.; MAEGHT, J. IJ_Rhizo: An open-source software to measure scanned images of root samples. **Plant Soil**, v. 373, n. 1-2, p. 531-539, 2013.

PILAU, F. G.; BATISTTI, B.; SOMAVILLA, SCHWERZ, L. Basal temperature, crop growth cycle duration and growing degree-days of crambe. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 958-964, 2011.

RABIZA-SWIDER, J.; ROCHALA, J.; JEDRZEJUK, A.; SKUTNIK, E.; ŁUKASZEWSKA, A. Symptoms of programmed cell death in intact and cut flowers of clematis and the effect of a standard preservative on petal senescence in two cultivars differing in flower longevity. **Postharvest Biology and Technology**, v. 118, p. 183-192, 2016.

RAMOS, K. A. **Disponibilidade hídrica e hidrorretentores na produção de mudas clonais de eucalipto**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. 2012.

REIS, L. S.; SOUZA, J. L.; AZEVEDO, C. A. V. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.3, p.289- 296, 2009.

RIBEIRO, M. S.; SILVA, E. L. da; MOURA, D. C. de M.; DANTAS, A. A. A. Coefficients of culture (kc) and vegetative growth of Acaiá Cerrado associated to growth degrees-day. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 220-232, junho, 2009.

RODRIGUES, P. Cooperação prevê avanços tecnológicos no cultivo protegido de hortaliças. **Hortaliças em Revista**, n. 17, p. 6-9, 2015.

ROH, M. S., HALEVY, A. H., WILKINS, H. F., 1989. *Eustoma grandiflorum*. In: **Handbook of Flowering**. CRC Press, Boca Raton, FL.

ROH, M. S., LAWSON, R. H., 1984. The lure of Lisianthus. *Greenhouse. Manager* 2, p. 103-121.

ROJAS-MORALES, A. BELEM G.; MORALES-ROSALES, EDGAR J.; MORALES-MORALES, E. JAVIER; ESTRADA-CAMPUZANO, GASPAR; FRANCO-MORA, OMAR; LÓPEZ-SANDOVAL, JOSÉ A. Índice de Verdor de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnors) en Función de la Concentración de 6-Bencilaminopurina **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 40, n. 4, 2017.

RONI, M. D. Z. K.; ISLAM, M. D. S.; SHIMASAKI, K. Response of *Eustoma* leaf 426 phenotype and photosynthetic performance to LED light quality. **Horticulturae**, v.3, n.4, 427 p.50, 2017.

ROSA, A. - **Ibraflor prevê falência de 66% dos produtores de flores e plantas ornamentais** – 28/03/2020 - Disponível em: <https://www.ibraflor.com.br/post/ibraflor-prev%C3%AA-fal%C3%Aancia-de-66-dos-produtores-de-flores-e-de-plantas-ornamentais>>. Acesso em: 23/02/2022.

SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L. W.; SANTOS, T. A. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 404-411, 2009.

SANTANA, M. J.; WACHSMUTH R.; SGOBI, M. A.; ALMEIDA, F DA S. Evapotranspiração e coeficiente de cultura do tifton-85 em Uberaba/MG. **Global Science And Technology**, Rio Verde, v. 3, n. 3, p. 39-50, 2016.

SANTIAGO, E. J. P; OLIVEIRA, V. E. A; DA SILVA, R. R; GONÇALVES, I. S.; OLIVEIRA, G. M. Ajuste da equação de Hargreaves e Samani a partir de dados lisimétricos para o município de Juazeiro-BA. **Irriga & Inovagri**, edição especial, p. 108-114, 2016.

SANTOS, M. H. L. C.; SANTOS, E. E. F.; LIMA, G. P. P. Soluções conservantes em sorvetão pós-colheita. **Ciência Rural**, v. 38, p. 2354-2357, 2008.

SCHWAB, N. T.; PEITER, M. X.; BELLÉ, A. R.; BACKES, F. A. A. L.; ROBAINA, A. D.; FERRAZ, R. C. Consumo hídrico de cravina submetida a diferentes estratégias de irrigação e tamanhos de vaso. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 328-336, 2013.

SEYDMOHAMMADI, Z.; ZEYNAB, R.; REZVANIPOUR, S. Accelerating the growth and flowering of *Eustoma grandiflorum* by foliar application of nano-ZnO and nanoCaCO₃. **Plant Physiology Reports**, p.1-9, 2019.

SILVA, J. S. da. **Crescimento e distribuição de raízes finas de *Acacia mangium* Willd e *Mimosa caesalpinifolia* Benth. submetida a dois sistemas de manejo de solo.** 2017. 54 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, RN. 2017.

SILVA, P. A. M.; PEREIRA, G.M.; REIS, R. P.; LIMA, L. A.; TAVEIRA, J. H. S. Função de resposta da alface americana aos níveis de água e adubação nitrogenada. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1266-1271, 2008.

SOARES, F. C., RUSSI, J. L., ABREU, G. T. de., DURAN, C. B., BORTOLÁS, F. A., LEAL, A. F. Evolução radicular da cultivar ‘gold jewel’ de *kalanchoe blossfeldiana* poelln cultivada em distintas lâminas de irrigação. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 9038-9046, 2019.

SOARES, F. C.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; PARIZZI, A. R. C.; RAMÃO, C. J.; VIVAN, G. A. Resposta da produtividade de híbridos de milho cultivado em diferentes estratégias de irrigação. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 36-50, 2010.

SONEGO, G; BRACKMANN, A. Conservação pós-colheita de flores. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, p. 473-479, 1995.

SOUSA NETO, O. N. **Limites de umidade e concentrações de potássio na solução do solo no cultivo do lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) fertirrigado em ambiente protegido**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 112 p. 2017.

STRUWE, L.; ALBERT, V.A. **Gentianaceae- Systematics and natural history**. Cambridge, Cambridge University Press, 625 p. 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TÜZEL, Y.; ÖZTEKIN, G.B. Crop diversification, management and practical uses. In: BAUDOIN, W., et al. (ed.). **Good agricultural practices for greenhouse vegetable production in the South East European countries**. Rome: FAO, 2017. p.105-122. (Plant Production and Protection Paper. 230).

VALE, I. G.; DELGADO, A. R. S.; VENTURA, S. D. Sistemas de viabilidade agrícola sustentáveis. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 2, p. 342-351, 2016.

VEILING HOLAMBRA. **Padrão de qualidade Ibraflor**. 2014. Disponível em:<<https://www.ibraflor.com.br/publicacoes/vw.php?cod=74>>. Acesso em: 12 de ago. de 2019.

VENDRUSCOLO, E. P.; MARTINS, A. P. B.; CAMPOS, L. F. C.; BRANDAO, D. C.; NASCIMENTO, L. M.; SELEGUINI, A. Produção de mudas de batata-doce de baixo custo em diferentes substratos e níveis de enfolhamento de estacas. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 2, p. 102-109, 2017.

VICENTE, M. R., MENDES. A. A., SILVA, N. F., OLIVEIRA, F. R., MOTTA JÚNIOR, M. G., LIMA, V. O. B. Uso de gel hidrorretentor associado à irrigação no plantio do eucalipto. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v. 9, n. 5, p. 344-349, 2015.

Winrhizo. Winrhizo is a complete plant root measurement and analysis systems for agricultural and forestry research. 1996. Disponível em:<http://regent.qc.ca/assets/winrhizo_about.html>. Acesso em: 18 de set. de 2019.

YAMADA, A.; T. TANIGAWA; T. SUYAMA, T. MATSUNO; T. KUNITAKE. Red:far-red light ratio and far-red light integral promote or retard growth and flowering in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. **Scientia Horticulturae** v. 120, p. 101-106, 2009.

YAMADA, M. **Incidência de artrópodes e características fitotécnicas de lisiantoss 436 (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinners) sob diferentes condições em cultivo protegido.** 437 2014. 84f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade 438 de Agronomia, Porto Alegre, RS, 2014.

ZACCAI, M.; EDRI, N. Floral transition in lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). **Scientia Horticulturae**. v. 95, p. 333-340, 2002.

ZAMBAN, D.T. **Fenologia e efeito da utilização de doses de boro e cálcio sobre a produção de tomate italiano em duas épocas de cultivo.** 2014, 77f. Dissertação (Mestrado) do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de Santa Maria para obtenção do grau de mestre em agronomia, UFSM. Santa Maria, 2014.

ZHANG, W.; LI, X; CHEN, F; LU, J. Accumulation and distribution characteristics for nitrogen, phosphorus and potassium in different cultivars of *Petunia hybrida* Vilm. **Scientia Horticulturae**. v. 141, p. 83-90, 2012.