

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ELIZA MICAELA SEGABINAZZI

**DESENVOLVIMENTO DE VINCA (*Catharanthus roseus*) EM CONDIÇÕES DE
EXCESSO E DÉFICIT HÍDRICO**

Alegrete, RS

2023

ELIZA MICAELA SEGABINAZZI

**DESENVOLVIMENTO DE VINCA (*Catharanthus roseus*) EM CONDIÇÕES DE
EXCESSO E DÉFICIT HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado ao Curso de Engenharia
Agrícola da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para
obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dra. Fátima Cibele
Soares

Alegrete, RS

2023

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

S454d Segabinazzi, Eliza Micaela
DESENVOLVIMENTO DE VINCA (*Catharanthus roseus*) EM
CONDIÇÕES DE EXCESSO E DÉFICIT HÍDRICO / Eliza Micaela
Segabinazzi.

48 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, DOUTORADO EM CIÊNCIA
ANIMAL, 2023.

"Orientação: Fátima Cibele Soares".

1. flores de jardim. 2. irrigação por capilaridade.
3. lâminas d'água. 4. excesso e déficit hídrico. 5.
Vinca.

**DESENVOLVIMENTO DE VINCA (*Catharanthus roseus*) EM CONDIÇÕES DE
EXCESSO E DÉFICIT HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado ao Curso de Engenharia
Agrícola da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para
obtenção do Título de Bacharela em
Engenharia Agrícola.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 03, fevereiro de 2023

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Fátima Cibebe Soares

Orientadora

(UNIPAMPA)

Giulian Rubira Gautério

(UNIPAMPA)

Paola da Rosa Lira

(UNIPAMPA)



Assinado eletronicamente por **GIULIAN RUBIRA GAUTERIO, ENGENHEIRO-AREA**, em 06/02/2023, às 15:05, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **FATIMA CIBELE SOARES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 06/02/2023, às 15:23, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **PAOLA DA ROSA LIRA, Usuário Externo**, em 06/02/2023, às 19:01, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1048589** e o código CRC **C6D3EE8C**.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Gislaine, minha maior incentivadora. Teu apoio, carinho e amor deixaram esta caminhada mais fácil, obrigada por não me deixar desistir.

Ao meu pai, Gilberto, meu maior apoiador, obrigada por fazer o possível e o impossível para que eu realize os meus sonhos.

Às minhas irmãs, Monique e Gessany, por toda amizade, amor e incentivo. Nos momentos mais difíceis vocês mostraram o quanto eu sou capaz de conseguir o que quero, obrigada.

Aos meus sobrinhos, Kauê, Lindsey, Gilberto e Antônio, vocês foram essenciais nesta caminhada, com suas palavras de apoio e incentivo.

Aos meus amigos do Grupo de Pesquisa Engenharia de Irrigação, por todo apoio e suporte para a realização deste trabalho, Alessandra, Marcelo e Sheilise. E também, aos amigos que sempre apoiaram e deram força para que eu continuasse em busca da realização deste sonho, em especial Gabriel, Matheus, Rafaela e Victor.

À minha orientadora, professora Fátima Cibele, meu respeito, admiração e inspiração só aumentaram ao longo destes anos. Obrigada por acreditar em mim e depositar tamanha confiança e responsabilidade. Tuas palavras de incentivo serão sempre lembradas para que eu nunca desista de realizar tudo o que almejo.

Por último, e mais importante, à Deus, por iluminar meu caminho com boas oportunidades, me dar serenidade, forças e equilíbrio para continuar mesmo nos momentos mais difíceis.

*“Todos querem o perfume das flores, mas poucos
sujam as mãos para cultivá-las.”*

Augusto Cury

RESUMO

O objetivo deste trabalho, foi identificar o manejo adequado da subirrigação no desenvolvimento radicular e parte aérea da *Catharantus rouseus.*, para a obtenção da lâmina ideal para a região de Alegrete-RS. O experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade Federal do Pampa, entre os meses de janeiro e abril de 2021, no município de Alegrete-RS. O experimento foi bifatorial (4x3) no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento, totalizando 48 unidades experimentais. O primeiro fator foram as alturas de lâmina (15, 30, 45 e 60 cm), e o segundo fator os tempos de subirrigação (3, 5, e 10 minutos). As mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 0,91L, preenchidos com substrato comercial. A subirrigação foi realizada em bacias plásticas de 44 cm de diâmetro e 14,5 cm de altura. Ao longo do experimento foram avaliados a estatura da planta, área foliar, número de folhas, diâmetro do caule e número de flores. Ao fim deste experimento foram destruídas 12 plantas escolhidas aleatoriamente, afim de analisar o crescimento radicular e parte aérea em função do consumo hídrico. As variáveis foram submetidas a análise de variância. Observou-se interação significativa, entre os fatores, ao nível de 1% de probabilidade, para os parâmetros altura de planta, número de folhas, número de flores e diâmetro do caule. O consumo médio diário de água foi de 5,52 mm.dia⁻¹. Os maiores valores de Kc ocorreram no estágio reprodutivo. A Vinca obteve maior crescimento, desenvolvimento e produtividade quando submetida à altura de lâmina de 45 cm e tempo de subirrigação de 5 minutos.

Palavras-Chave: flores de jardim; irrigação por capilaridade; lâminas d'água.

ABSTRACT

The objective of this work was to identify the adequate management of subirrigation in root development and aerial part of *Catharantus rouseus*, to obtain the ideal blade for the Alegrete-RS region. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Pampa, between January and April 2021, in Alegrete-RS. The experiment was bifactorial (4x3) in an entirely randomized design with four repetitions per treatment, totaling 48 experimental units. The first factor was the blade heights (15, 30, 45 and 60 cm), and the second factor was the times of subirrigation (3, 5, and 10 minutes). The seedlings were transplanted into plastic pots with a capacity of 0.91 L, filled with commercial substrate. The subirrigation was performed in plastic basins with 44cm diameter and 14.5cm height. Throughout the experiment, plant stature, leaf area, number of leaves, stem diameter and number of flowers were evaluated. At the end of the experiment, 12 randomly chosen plants were destroyed in order to analyze root growth and part area as a function of water consumption. The variables were submitted to variance analysis. Significant interaction between factors was observed, at 1% probability level, for the parameters plant height, number of leaves, number of flowers and stem diameter. The average daily water consumption was 5.52 mm.day⁻¹. The highest Kc values occurred in the reproductive stage. Vinca obtained greater growth, development and productivity when subjected to a blade height of 45cm and subirrigation time of 5 minutes.

Keywords: Garden flowers; Capillary irrigation; Water sheets.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estabelecimentos Agropecuários com Floricultura no Brasil	18
Figura 2 - Percentual de produtores de flores e plantas ornamentais nos estados brasileiros no ano de 2014	19
Figura 3 - Flores de Vinca (<i>Catharanthus roseus</i>).....	20
Figura 4 - Tanque Classe A.....	22
Figura 5 - Acumulo de calor dentro da estufa.....	24
Figura 6 - Casa-de-vegetação da área experimental do curso de Engenharia Agrícola, Unipampa, Alegrete-RS, 2022.....	25
Figura 7 - Croqui do experimento na casa de vegetação da UNIPAMPA Campus Alegrete, RS, 2021.	27
Figura 8 - Representação dos vasos distribuídos na bancada.....	27
Figura 9 - Vasos dispostos na bacia para a subirrigação.....	28
Figura 10 - Tanque Classe A.....	31
Figura 11 - Termômetro digital	31
Figura 12 - Vinca no estágio de florescimento	33
Figura 13 - Consumo hídrico (mm.dia^{-1}) da Vinca, para as diferentes lâminas de irrigação	34
Figura 14 - Valores da temperatura ao longo do ciclo da Vinca.....	35
Figura 15 - Valores médios de altura de planta (cm) da Vinca em função das diferentes cargas d'água.....	37
Figura 16 – Valores médios de altura de planta (cm) da Vinca em função do tempo de subirrigação e altura de lâmina d'água.....	37
Figura 17 - Número médio de flores computadas em função das diferentes cargas d'água.	38
Figura 18 - Número médio de folhas computadas em função das diferentes cargas d'água.	39
Figura 19 - Diâmetro médio do caule em função das diferentes cargas d'água.....	39
Figura 20 - Plantas selecionadas para destruição ao final do experimento, da esquerda para a direita: L1 (15cm), L2 (30cm), L3 (45cm) e L4 (60cm).	40
Figura 21 - Desenvolvimento radicular das diferentes subirrigação L1T1(a): lâmina de 15 cm e tempo de 3 min; L1T2(b): lâmina de 15 cm e 5 min; LIT3(c): lâmina de 15 cm e 10 min; L2T1(d): lâmina de 30 cm e 3 min; L2T2(e): lâmina de 30 cm e 5 min; L2T3(f):	

lâmina de 30 cm e 10 min; L3T1(g): lâmina de 45 cm e 3 min; L3T2(h): lâmina de 45 cm e 5 min; L3T3(i): lâmina de 45 cm e 10 min; L4T1(j): lâmina de 60 cm e 3 min; L4T2(k): lâmina de 60 cm e 5 min; L4T3(l): lâmina de 60 cm e 10 min.....	40
Figura 22 - Comprimento da parte aérea (cm) em diferentes cargas d'água e tempo de subirrigação.....	41
Figura 23 - Comprimento da raiz (cm) em diferentes cargas d'água e tempo de subirrigação.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores das lâminas e tempos da subirrigação adotados no experimento.	26
Tabela 2 - Análise de variância para os parâmetros de crescimento e desenvolvimento: altura de planta (cm), número de folhas, número de flores e diâmetro do caule.....	35
Tabela 3 - Coeficiente de cultura médio, nos diferentes estágios fenológicos da cultura, para as distintas cargas d'água.....	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivo Geral.....	16
1.2 Objetivos Específicos	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Flores Ornamentais	17
2.2 Mercado de Flores Ornamentais no Brasil	18
2.3 A flor Vinca	19
2.4 Manejo de Irrigação.....	20
2.5 Determinação de necessidade hídrica das plantas	21
2.6 Parâmetros de análises de crescimento das plantas	22
2.7 Cultivo em ambiente protegido.....	23
3 METODOLOGIA	25
3.1 Local do Experimento.....	25
3.2 Transplante de Mudas.....	25
3.3 Delineamento experimental e Descrição dos tratamentos	26
3.4 Manejo de Irrigação.....	28
3.5 Características avaliadas	29
3.5.1 Altura da planta.....	29
3.5.2 Área foliar e número de folhas	29
3.5.3 Número e diâmetro de flores	29
3.5.4 Determinação do consumo hídrico	29
3.6 Determinação do Coeficiente de cultura (Kc)	30
3.8 Análise de dados	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Consumo hídrico da planta.....	33

4.2	Parâmetros de crescimento e desenvolvimento das plantas.....	35
4.3	Coeficiente de cultura.....	42
5	SUGESTÕES.....	44
6	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS.....	46

1. INTRODUÇÃO

A produção de flores ornamentais no Brasil está em plena expansão e possui uma importância significativa para o setor do agronegócio, principalmente no mercado consumidor interno e externo. Segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura (Ibraflor), nos últimos cinco anos o setor ornamental tem obtido um crescimento bastante aceitável, considerando que a verba de marketing e propaganda tem sido muito baixa e é nula quando se trata de promover o setor como um todo. Atualmente o mercado de flores é uma importante engrenagem na economia brasileira, responsável por 209.000 empregos diretos e aproximadamente 800.000 empregos indiretos (IBRAFLOR, 2022).

Durante a pandemia (COVID-19) a jardinagem tornou-se um hobby para muitas pessoas, as plantas passaram a preencher lares que estavam vazios. No início do isolamento, o mercado de flores teve uma queda de vendas em razão do cancelamento de muitos eventos, mas ao longo dos meses foram adotadas estratégias pelos produtores e cooperativas, sendo assim o mercado voltou a ter resultados positivos. Após enfrentar meses difíceis, atualmente o mercado está em alta e crescendo cada vez mais.

A vinca é uma planta muito rústica e pouco exigente, pertence à família Apocynaceae, formada por delicadas flores simples que variam entre cores róseas, branca e roxas, com o centro de tonalidade mais forte. Podem ser cultivadas em vasos ou em jardins plantadas diretamente no solo. A floração se estende por todo o ano. Ao pesquisar sobre a vinca nota-se diversos estudos desenvolvidos na área medicinal e poucos estudos na área agrícola e agrônômica, além de ser uma flor pouco conhecida pela população consumidora.

Dentre os diversos métodos de irrigação, encontra-se o método de irrigação por capilaridade. A determinação da lâmina de água a ser aplicada em uma cultura e a frequência de irrigação são muito relevantes para prevenir a redução nos rendimentos, ocasionados pelo excesso ou déficit de umidade no solo, salinização e compactação por excesso de umidade durante as operações de preparo do solo (GIRARD et al., 2017).

Em tempos de escassez hídrica, por falta de chuva ou manejo de água mal feito, buscar alternativas para um melhor aproveitamento da água é o indicado para os produtores, afim de produzirem mais ocupando menos água. Desta forma o retorno

financeiro e alta produtividade é quase garantido se investirmos em capacitações sobre manejo de irrigação para os produtores e funcionários.

Entretanto, são escassos os estudos experimentais que relatam a quantidade certa de irrigação para a vinca. Assim, pesquisa com essa cultura é de suma importância para que produtores cultivem em pequena e grande escala, com manejo hídrico adequado, sem que a flor sofra estresse ou déficit hídrico.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência do uso da técnica de subirrigação por ascensão capilar, quando submetida a diferentes tratamentos utilizando substrato comercial na produção de vinca cultivada em ambiente protegido.

1.2 Objetivos Específicos

- Conhecer a área foliar da vinca;
- Verificar a sensibilidade da vinca com o calor;
- Avaliar o desenvolvimento radicular e aéreo da planta;
- Quantificar o consumo de água e o coeficiente de cultura da planta;
- Identificar a lâmina ideal e o tempo de subirrigação para a vinca quando irrigada por capilaridade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A partir da revisão de literatura, exibida a seguir, será possível obter informações fundamentais sobre a flor vinca, levando em consideração os aspectos gerais da cultura, os fatores climatológicos que mais a prejudicam e a importância da irrigação para o desenvolvimento e qualidade da cultura.

2.1 Flores Ornamentais

Plantas ornamentais são espécies de plantas cultivadas pela beleza estética que proporcionam ao ser humano tendo outras múltiplas funções a partir do seu cultivo (SILVA, 2019).

Segundo (TERRA E ZÜGUE, 2013) a floricultura, sendo a produção comercial de plantas ornamentais e flores, muitas vezes encontra-se à margem da discussão como atividade econômica da agricultura, por envolver produtos considerados supérfluos e restritos a uma camada social de alta renda. Mas longe de ser uma atividade supérflua, a produção comercial de flores e plantas ornamentais exerce importantes funções sociais, culturais e ecológicas, além da econômica. A função social da floricultura refere-se à utilização de pequenas propriedades rurais, que muitas vezes são consideradas impróprias para outras atividades agropecuárias, sendo uma alternativa para o pequeno produtor, oferecendo a possibilidade de fixar o homem do campo à zona rural, reduzindo o êxodo rural, assim como permite que a atividade seja familiar, por empregar pessoas de ambos os sexos e de todas as idades. Pelo alto valor comercial de seus produtos e pelo ciclo de produção das flores e plantas ornamentais ser relativamente curto, existe a possibilidade de um rápido retorno econômico, além do valor comercial dos produtos da floricultura ser normalmente elevado, em comparação com hortaliças e frutas, por exemplo.

A cadeia de flores e plantas ornamentais é extremamente dinâmica, requer constantemente ações de inovações em produtos e serviços para melhor atender à demanda do mercado por novidades, qualidade e preços competitivos. Embora alguns estados se destaquem na produção de flores e plantas, seu cultivo está presente em todo o país (Figura 1), levando renda ao interior, outra característica é o intensivo uso de mão de obra, pois mesmo que se utilize sistemas modernos, alguns cultivos necessitam de um manejo mais específico, o mesmo vale para a questão de distribuição, por exemplo, não é tão automatizado quanto a movimentação de grãos,

por exemplo, as flores precisam de maior atenção, cuidado, no transporte e manuseio (OLIVEIRA et.al., 2021).

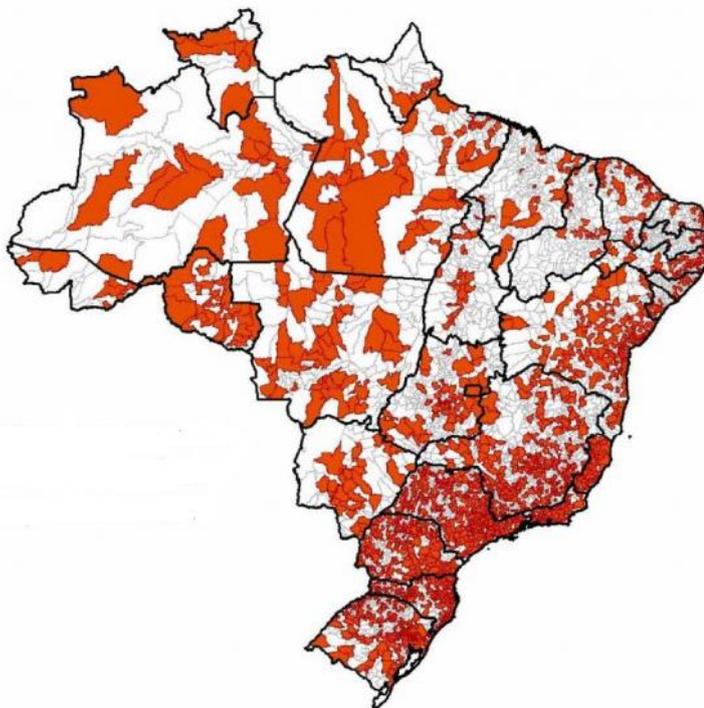


Figura 1 - Estabelecimentos Agropecuários com Floricultura no Brasil

Fonte: Miranda, Adaptado de IBGE, 2017.

2.2 Mercado de Flores Ornamentais no Brasil

Segundo os autores (JUNQUEIRA E PEETZ, 2008) ao longo dos últimos anos, a floricultura empresarial brasileira vem adquirindo notável desenvolvimento e se caracteriza já como um dos mais promissores segmentos da horticultura intensiva no campo dos agronegócios nacionais, diante disso, as importantes mudanças estruturais apontadas ao longo desta pesquisa sinalizam que o Brasil caminha, decisivamente, para a implantação de um modelo de qualidade internacional de gestão e de governança de sua Cadeia Produtiva de Flores e Plantas Ornamentais.

De acordo com Miranda (2022) o faturamento do setor cresce entre 12% e 15% anualmente. São cerca de 600 empresas atacadistas no mercado de flores e mais de 25.000 pontos de venda. Mais da metade do consumo se concentra no Estado de São Paulo e 85% no Sudeste. O mercado nacional absorve 97,5% da produção. Só uma pequena porcentagem é destinada à exportação. Os principais polos de produção (Figura 2) estão no Estado de São Paulo, em Arujá, Atibaia, Holambra e Ibiúna. Outros em Andradas, Barbacena, Munhoz (MG); Nova Friburgo, Petrópolis, Serra da

Mantiqueira (RJ); Vale do Caí (RS); Joinville (SC); e Serra da Ibiapaba (CE). Flores e folhagens tropicais são produzidas em localidades no litoral do Nordeste (AL, PE, RN e BA).

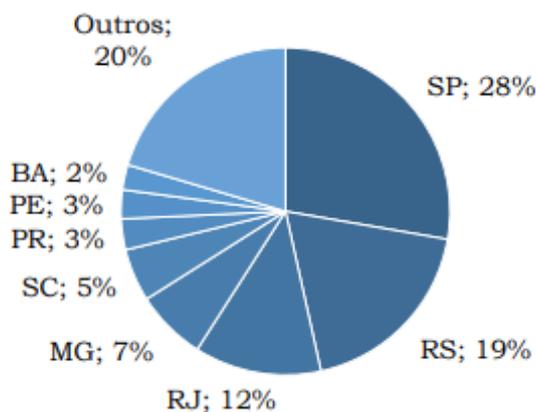


Figura 2 - Percentual de produtores de flores e plantas ornamentais nos estados brasileiros no ano de 2014
Fonte: Neves et.al., adaptado de IBRAFLOR (2015)

2.3 A flor Vinca

Vinca (*Catharanthus roseus*) também conhecida como vinca-de-Madagascar (Figura 3), vinca-de-gato, maria-sem-vergonha e boa-noite, é uma planta originária da Ilha de Madagascar no Oceano Índico, encontrando-se em processo de extinção em seu habitat natural em virtude da destruição de áreas para atividades agrícolas. Entretanto, sua disseminação para países tropicais e subtropicais tem garantido sua sobrevivência (ARAÚJO et. al., 2018).

Facilmente encontrada em jardins e projetos paisagísticos pelo seu grande apelo ornamental, apresenta-se como uma planta muito rústica e pouco exigente, com delicadas flores simples, róseas, com o centro de tonalidade mais forte. Muitas vezes surge até como planta espontânea nos jardins. Existem ainda variedades com flores de pétalas mais largas ou mais estreitas, assim como nas cores vermelha, roxa ou branca, com o centro branco ou róseo, embora não apresentem a mesma rusticidade da planta original. A folhagem é ramificada na base e suas folhas são ovaladas, com nervura central mais clara. A floração se estende por todo o ano, deve ser cultivada a pleno sol, em solo fértil e com regas regulares (PATRO, 2013).

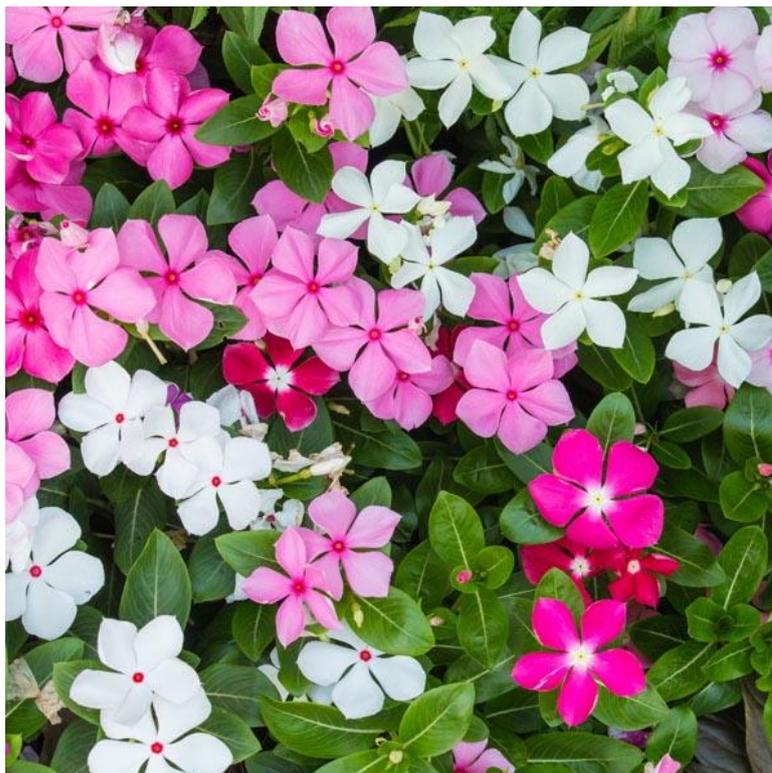


Figura 3 - Flores de Vinca (*Catharanthus roseus*)

Fonte: Mundo ecologia (2020).

O vegetal completo pode atingir uma altura média de 50 a 80 centímetros. É um vegetal perene, isto é, com ciclo de vida mais longo do que a média, contudo, costuma perder sua beleza após o período de 2 anos. As flores possuem 5 pétalas e cores variadas. Em relação à simetria floral, tais estruturas são classificadas como actinomorfas, ou seja, com simetria radial, permitindo que as flores possam ser divididas em várias partes iguais. Apresentam entre 2,5 a 9 centímetros de comprimento; sendo a largura possuindo valor médio de 3,5 centímetros. No caso dos frutos, estes são folículos, ou seja, frutos secos e deiscentes (COMO PLANTAR, 2020).

2.4 Manejo de Irrigação

A irrigação é uma das tarefas mais importantes na produção de plantas ornamentais, especialmente no cultivo em estufas, no qual as plantas são protegidas das chuvas e o aporte de água se dá exclusivamente por ela. No caso de produção de plantas em vaso, em virtude da limitação do volume para o crescimento das raízes e para o armazenamento de água, o risco de murcha, perda de folhas ou até mesmo de morte da planta é elevado. Apesar de a irrigação permitir aumentos de produção,

se feita de forma incorreta, pode trazer prejuízos, provocando estresse hídrico, estimulando a incidência de doenças e afetando a nutrição da planta (BELLÉ, 2008).

O termo manejo da irrigação é geralmente usado para descrever o procedimento mediante o qual se determina a frequência de irrigação, a lâmina (ou volume) de água a aplicar em cada evento de irrigação e a intensidade de aplicação de água (FRIZZONE, 2017).

O manejo de irrigação envolve, basicamente, a definição da época e da quantidade de água a ser aplicada. De forma geral, a quantidade de água a ser aplicada não deve ser maior do que a capacidade de retenção da água do solo ou do substrato, ou seja, deve-se conhecer a capacidade de campo (CC) do solo ou a capacidade de vaso (CV) do substrato. A capacidade de campo ou de vaso corresponde ao teor máximo de umidade no solo ou substrato após a livre-drenagem. Quando cerca de um terço dessa umidade é perdida pela evapotranspiração, deve-se irrigar. Não é recomendado deixar secar em demasia o solo ou substrato, devendo-se mantê-lo numa condição de elevado teor de água, facilmente disponível para a planta (PETRY, 2008).

Apesar de ser uma técnica de uso incipiente no Brasil, a subirrigação tem potencial para o cultivo de flores, plantas e mudas em ambientes protegidos. Um dos sistemas de subirrigação que pode ser utilizado no cultivo em recipientes, bandejas, tubetes ou vasos, são as mesas de subirrigação, que possuem bordas elevadas que, no momento da aplicação de água, são cheias até um determinado nível, fazendo com que parte do substrato seja saturada e as plantas irrigadas por capilaridade (TESTEZLAF, 2017).

Segundo Bellé (2008) a irrigação por capilaridade (subirrigação) em vasos possui vantagens como: mantém a parte aérea seca, forma um gradiente de umidade no substrato, mantendo adequada relação ar:água, economia de água, fácil manejo, boa utilização de adubos de liberação lenta.

2.5 Determinação de necessidade hídrica das plantas

O Coeficiente da cultura (K_c) é um parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas devendo, preferencialmente, ser determinado para as condições locais nos quais será utilizado (LOPES et. al, 2017).

Este coeficiente é a relação entre a evapotranspiração máxima (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o) da cultura. O K_c pode ser visto como um

método de racionalização da irrigação, diminuindo os custos e o impacto ambiental, ele determina a quantidade correta e o momento certo da aplicação da água, levando em consideração o método da irrigação empregado na área (LONGHI, 2013).

A evapotranspiração determina a retirada de água do solo, reduz a umidade disponível para a planta e define a irrigação real necessária (FRIZZONE, 2017).

A evapotranspiração de referência (ET_o) representa a demanda hídrica de uma região e depende exclusivamente das condições climáticas do local. A ET_o é a evapotranspiração de uma cultura hipotética com características semelhantes às da grama. Como o próprio nome indica, esse parâmetro é uma referência para conseguir saber a quantidade de lâmina d'água de que os diferentes cultivos necessitam, sendo medida em milímetros de água (mm) (SENAR, 2019).

De acordo com os princípios envolvidos no seu desenvolvimento, os métodos de estimativa da evapotranspiração podem ser agrupados em cinco categorias, ou seja: (i) empíricos; (ii) aerodinâmico; (iii) balanço de energia; (iv) combinados; (v) correlação dos turbilhões. Dentre os métodos empíricos, encontramos o Método do Tanque Classe A, trata-se de um método bastante simples, com custo baixo em relação aos equipamentos necessários para a estimativa da ET_o a partir de métodos combinados, e é bastante difundido nas áreas irrigadas para estimativa da necessidade de irrigação das culturas (CUNHA, 2011).

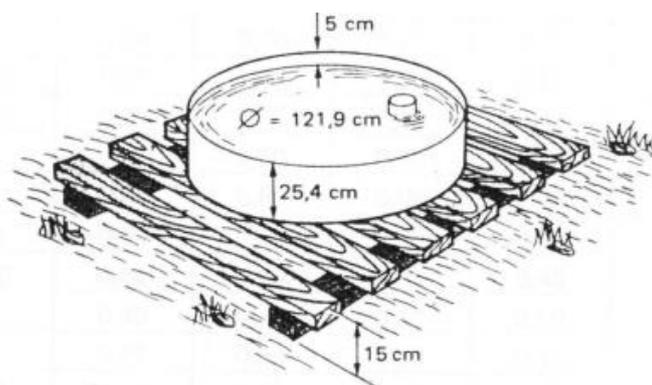


Figura 4 - Tanque Classe A
Fonte: Porto et.al, 2003.

2.6 Parâmetros de análises de crescimento das plantas

A análise do crescimento constitui uma parte da fisiologia vegetal em que se faz uso de fórmulas e modelos matemáticos para avaliar índices de crescimento das plantas, sendo muito deles relacionados com a atividade fotossintética (Benincasa, 2004). A análise de crescimento permite avaliar o crescimento final da planta como

um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total. A partir dos dados de crescimento pode-se inferir atividade fisiológica, isto é, estimar-se de forma bastante precisa, as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes (SOARES, 2008).

Segundo Peixoto (2011) o crescimento de uma planta pode ser estudado através de medidas de diferentes tipos, quais sejam: lineares, superficiais, volumétricas, peso e número de unidades estruturais. Os tipos de medidas a serem realizadas dependem de vários aspectos: (a) objetivos do experimentador; (b) disponibilidade de material a ser estudado; (c) disponibilidade de mão-de-obra; (d) disponibilidade de tempo do experimentador ou da equipe; (e) disponibilidade de equipamentos para executar as medidas.

Segundo dos Santos (2018), a técnica de análise de crescimento, desenvolvida por cientistas ingleses permite, mediante avaliações periódicas e com a utilização de fórmulas matemáticas, a determinação do padrão de acúmulo e distribuição de massa seca nas diversas partes da planta durante o seu ciclo vegetativo e reprodutivo. Calbo et al. (1989), relatam que o uso de modelos matemáticos para expressar o crescimento e seus parâmetros derivados (área foliar, índice de área foliar, razão de área foliar, área foliar específica, etc.) é muito popular e pode, eventualmente, fornecer subsídios para melhor compreensão dos diferentes processos fisiológicos envolvidos na morfogênese da planta.

2.7 Cultivo em ambiente protegido

Segundo dos Reis (2005), as estufas (casas de vegetação) são estruturas construídas com diversos materiais, cobertas com materiais transparentes que permitem a passagem da luz solar para crescimento e desenvolvimento de plantas, como hortaliças e flores.

Originalmente o cultivo protegido de plantas era feito em ambiente construído com vidro, devido às suas excelentes propriedades físicas. Atualmente, o polietileno de baixa densidade (PEBD) é o material mais utilizado para a cobertura de “estufas agrícolas”, porque além de possuir propriedades que permitem seu uso para essa finalidade como a transparência, são flexíveis facilitando seu manuseio e possuem menor custo quando comparados ao vidro (PURQUERIO E TIVELLI, 2006).

De acordo com Wathier (2019) um dos fatores climáticos mais alterados dentro de cultivos protegidos é a temperatura. A radiação solar emitida pelo sol chega até a

estufa, atravessa o filme plástico, atinge as plantas e o chão, e a fração que não é absorvida acaba sendo refletida, fazendo o caminho inverso. No entanto, a radiação refletida encontra barreiras para atravessar o filme plástico e retornar ao meio externo, e então, acaba ficando aprisionada no meio interno. Este fenômeno, chamado de efeito estufa, é um dos fatores responsáveis por elevar a temperatura de ambientes protegidos.

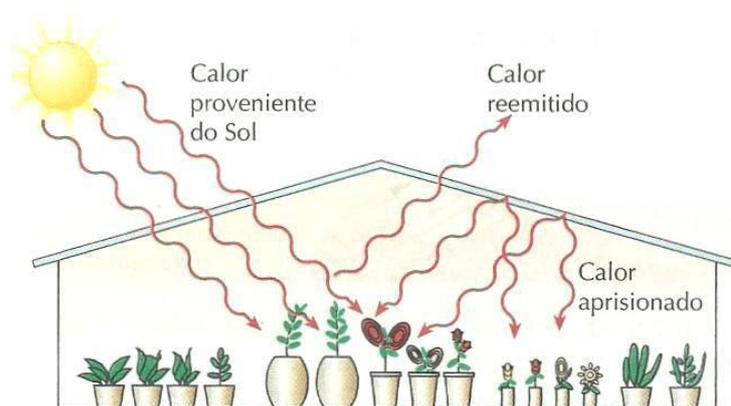


Figura 5 - Acumulo de calor dentro da estufa

Fonte: Wathier elaborado a partir de TREFIL, J.; HAZEN, R. M.

A temperatura é um fator agro meteorológico que exerce influência sobre as seguintes funções vitais das plantas: germinação, transpiração, respiração, fotossíntese, crescimento, floração e frutificação. Nos países do hemisfério norte, caracterizados por clima temperado com invernos muito rigorosos o ambiente protegido possui a finalidade de aquecimento, tornando-se uma verdadeira “estufa” para que a produção seja possível. Porém, nas condições climáticas brasileiras, consideradas tropicais e subtropicais, onde o cultivo de hortaliças é possível durante o ano todo, o aquecimento natural demasiado do ambiente pode causar problemas no cultivo das plantas (PURQUERIO E TIVELLI, 2006).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será abordado a metodologia utilizada para a execução do experimento.

3.1 Local do Experimento

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



Figura 6 - Casa-de-vegetação da área experimental do curso de Engenharia Agrícola, Unipampa, Alegrete-RS, 2022.

Fonte: o autor.

3.2 Transplante de Mudanças

As mudas utilizadas foram compradas em floricultura e transplantadas para vasos de polietileno no dia 13 de janeiro de 2021, estes com capacidade de 9,1 L preenchidos totalmente com substrato comercial. Todas as mudas tinham o mesmo tamanho e não possuíam floração. Já transplantadas foram alocadas nas bancadas de acordo com o tratamento.

3.3 Delineamento experimental e Descrição dos tratamentos

O experimento foi bifatorial 4x3, no delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições por tratamento, totalizando 48 unidades experimentais. O primeiro fator analisado foram as alturas das lâminas (L1, L2, L3 e L4) e o segundo fator os tempos de subirrigação (T1, T2 e T3).

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

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

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

Altura de Lâmina (cm)	Tempos de Subirrigação (min)		
	T1	T2	T3
15	3	5	10
30	3	5	10
45	3	5	10
60	3	5	10

Fonte: o autor.

O croqui apresentado na Figura 7 ilustra o delineamento experimental, que foi seguido para a condução do experimento, com a representação dos vasos nas bacias. A figura 8 apresenta a distribuição dos vasos sob a bancada de madeira.

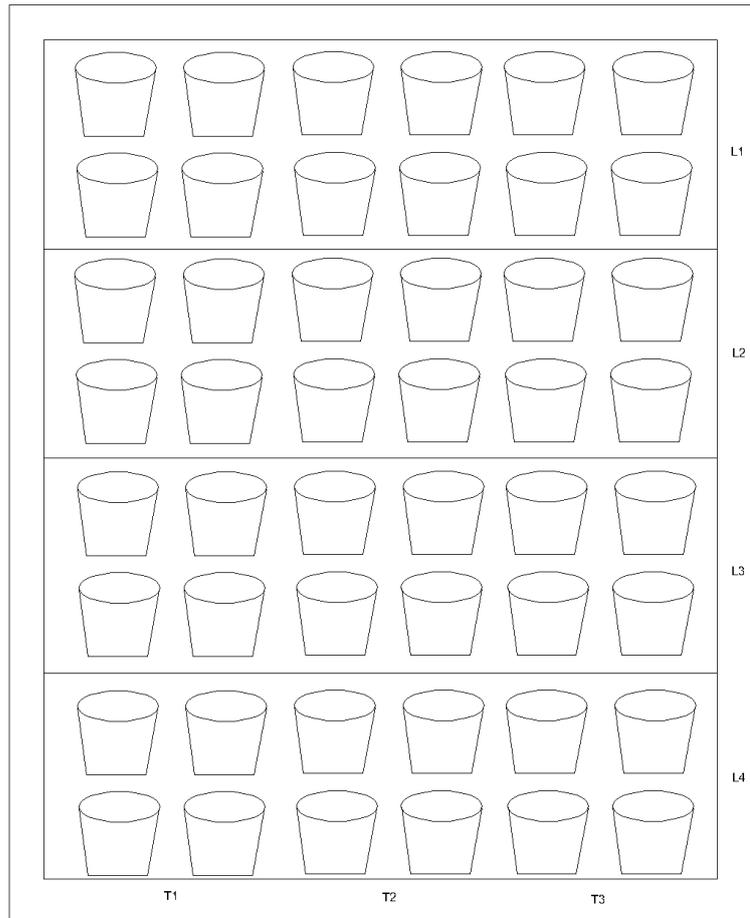


Figura 7 - Croqui do experimento na casa de vegetação da UNIPAMPA Campus Alegrete, RS, 2021.

Fonte: o autor.



Figura 8 - Representação dos vasos distribuídos na bancada.

Fonte: o autor.

3.4 Manejo de Irrigação

As irrigações ocorreram por ascensão capilar em quatro níveis de altura de lâmina de água (15, 30, 45 e 60 cm), sendo cada uma destas alturas submetidas aos tempos obtidos a partir da CV. A CV refere-se ao tempo em que o substrato alcança a capacidade máxima de absorção de água, após o processo de drenagem natural ocorrer. Os referidos tempos de subirrigação adotados, em cada carga d'água são apresentados na Tabela 1.

A subirrigação teve início oito dias após o transplante das mudas e foram conduzidas até o encerramento do experimento. Antes de iniciar a subirrigação, as mudas foram irrigadas com auxílio de regador, afim de umedecer o substrato e averiguar a necessidade de turno de rega. Para a irrigação foram utilizadas bacias plásticas de 44 cm de diâmetro e 14,5 cm de altura. O tempo registrado a partir de um cronometro digital e a altura de carga d'água com o auxílio de baldes graduados.

Em cada bacia, já preenchida com a altura de lâmina de água designada, foram dispostos quatro vasos conforme a figura 9, os mesmos tinham perfurações em sua base e com seu peso seco já conhecido, após a irrigação foi realizada a drenagem da água remanescente nos pratos de cada vaso, com provetas graduadas, a fim de determinar o consumo de água.

A subirrigação teve turno de rega fixo de 2 dias entre as irrigações, definidos conforme a demanda hídrica da cultura e devido as condições meteorológicas do interior da casa de vegetação.



Figura 9 - Vasos dispostos na bacia para a subirrigação.

Fonte: o autor.

3.5 Características avaliadas

As avaliações ocorreram mensalmente, em todas as repetições, afim de avaliar a estatura da planta, área foliar, número de flores e folhas. Ao final do ciclo, teor de umidade da parte aérea e radicular, bem como o comprimento das raízes.

3.5.1 Altura da planta

A medida da estatura da planta foi realizada com régua graduada em todas as plantas do experimento, medindo desde a base da planta na superfície do substrato, até o ponto mais elevado da planta.

3.5.2 Área foliar e número de folhas

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

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

3.5.3 Número e diâmetro de flores

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

3.5.4 Determinação do consumo hídrico

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

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

Onde:

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

M_i - Massa de substrato e água contida no vaso no início de um dado intervalo de tempo; M_{i+1} - Massa de substrato e água remanescente no final do intervalo de tempo considerado;

I - Irrigação aplicada no intervalo Δt;

D - Drenagem que ocorre no período Δt.

O método do balanço hídrico consiste na pesagem do vaso antes de ser irrigado e após, com a retirada da água que percola no perfil (drenada), fazendo com que se obtenha a variação entre a massa de substrato e a água contida no intervalo de tempo considerado, bem como a massa de substrato e água remanescente no final do intervalo de tempo considerado, sendo $M_i - M_{i+1}$, obtidos em balança de precisão de 0,01 g.

3.6 Determinação do Coeficiente de cultura (Kc)

Os coeficientes de cultura (Kc) foram definidos em dois períodos do desenvolvimento da Vinca. Estes estádios fenológicos foram estabelecidos, considerando o crescimento e desenvolvimento da espécie ao longo do ciclo.

O coeficiente de cultura (KC) foi determinado para as diferentes alturas de lâmina de água, nos tempos de subirrigação correspondentes a 25, 50, 75 e 100% da CV, para os seguintes estágios fenológicos: fase vegetativa que compreendeu o período entre o transplante e o 14º dia após o plantio (DAT); a fase de florescimento entre o 14º e o 89º DAT. A evapotranspiração de referência (ET_o) foi determinada a partir do coeficiente do tanque e a evapotranspiração diária do tanque “Classe A”. Araújo et al. (2004), afirma que para o tanque “Classe A” instalado dentro da casa de vegetação, recomenda-se utilizar o $K_p=1$.

$$E_{to} = K_p \times EV \text{ (II)}$$

Onde:

K_p - coeficiente do tanque classe A (adimensional);

EV - Evapotranspiração do tanque classe A (mm.dia⁻¹).

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

$$KC = \frac{E_{tc}}{E_{to}} \text{ (III)}$$

Onde:

KC - Coeficiente de cultura;

ET_c - Evapotranspiração real da cultura, obtida pelo balanço hídrico (mm.dia⁻¹).

As medidas de evaporação e temperatura foram realizadas diariamente pela manhã, em tanque classe A (figura 10) e em termômetro digital (figura 11), localizados dentro da casa de vegetação.



Figura 10 - Tanque Classe A

Fonte: o autor.

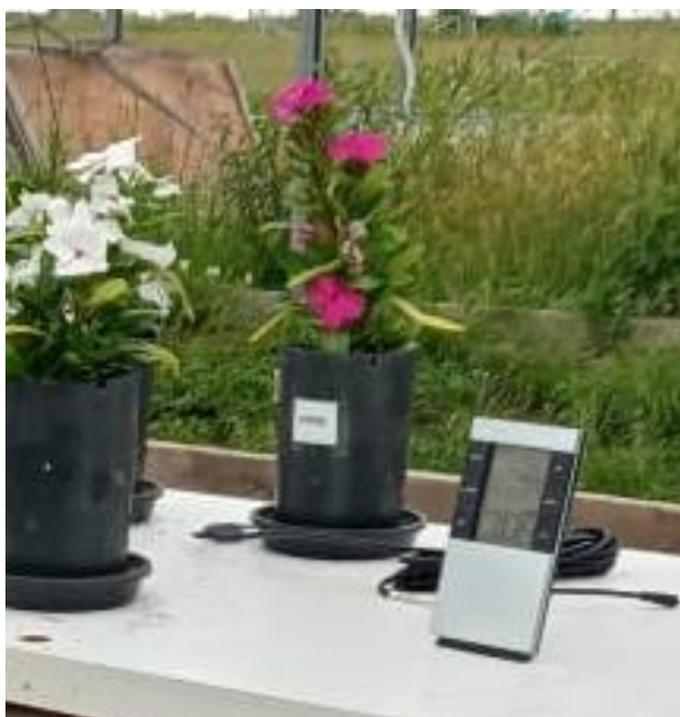


Figura 11 - Termômetro digital

Fonte: o autor.

3.8 Análise de dados

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

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Vinca (*Catharanthus roseus*) cultivada em casa de vegetação, apresentou seu ápice de desenvolvimento aos 87 dias do transplante das mudas (DAT), considerado o estágio final do experimento, onde a planta alcançou sua produção máxima de flores.

O florescimento teve início aos 14 DAT e término aos 87 DAT, as flores foram nas seguintes colorações: violáceas, rosadas, brancas e brancas com o centro avermelhado.

A figura 12 ilustra as plantas no estágio de florescimento aos 14 dias após o transplante (DAT), fase em que as plantas estavam em estado de crescimento e desenvolvimento inicial.



Figura 12 - Vinca no estágio de florescimento

Fonte: o autor.

4.1 Consumo hídrico da planta

Na figura 13 são apresentados os valores de consumo de água da Vinca ($\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$), quando submetidas as cargas d'água de diferentes alturas, ao longo de seus respectivos tempos de subirrigação. Os maiores valores de consumo de água foram alcançados nos tempos correspondentes ao T2 de cada altura de carga d'água.

Pode-se observar que o maior consumo diário para a carga d'água de 60cm, com um consumo de $8,9 \text{ mm}\cdot\text{dia}^{-1}$, ocorreu no tempo de subirrigação de 5 minutos. Também, se observou na a carga d'água de 30 cm, no tempo de subirrigação de 5

minutos, aproximadamente, metade deste consumo diário, ou seja, 4,39 mm.dia⁻¹, que equivale também ao tempo em que a planta consumiu menos água.

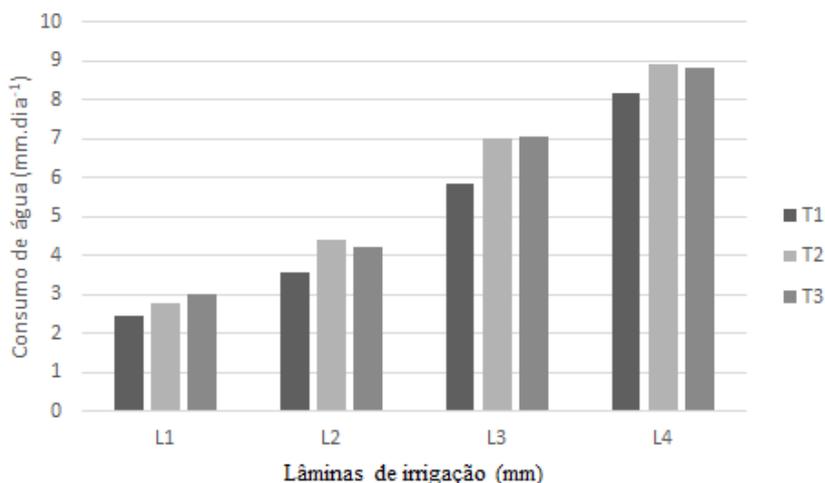


Figura 13 - Consumo hídrico (mm.dia⁻¹) da Vinca, para as diferentes lâminas de irrigação

Fonte: o autor.

Na figura 14, apresentam-se os valores de temperatura registrados no mês de janeiro à abril de 2021, estes valores foram obtidos através de monitoramento diário dentro da casa de vegetação, no período da manhã. A temperatura máxima chegou a 59,3^o no dia 24 de fevereiro de 2021, a temperatura mínima registrada foi de 11,1^o no dia 05 de fevereiro de 2021 e a temperatura média ao longo do ciclo foi de 30,04^o.

Segundo Maciel (2007), plantas de vinca toleram calor, umidade de verão e cultivos a pleno sol, permanecendo verdejante durante o outono, e suas plantas de melhor qualidade são obtidas principalmente no final da primavera ou em casas de vegetação onde há alta temperatura e altos níveis de luminosidade. Isto explica seu pleno desenvolvimento nas altas temperaturas expostas.

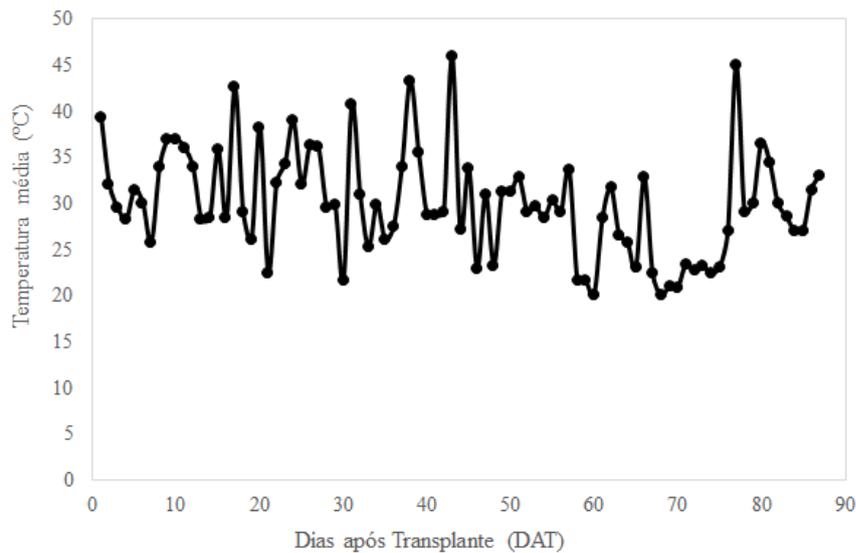


Figura 14 - Valores da temperatura ao longo do ciclo da Vinca

Fonte: o autor.

4.2 Parâmetros de crescimento e desenvolvimento das plantas

Com base nos resultados obtidos na análise de variância (tabela 2), observou-se que houve diferença significativa entre os fatores altura de carga d'água e tempo de subirrigação, ao nível de 5% de probabilidade, para os parâmetros altura de planta (cm), número de folhas, número de flores e diâmetro (cm).

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

Tabela 2 - Análise de variância para os parâmetros de crescimento e desenvolvimento: altura de planta (cm), número de folhas, número de flores e diâmetro do caule.

Fontes de Variação	GL ¹	SQ ⁴	QM ³	F ₄
Altura de planta (cm)				
Altura de lâmina - H	3	265,466606	88,488869	11,965*
Tempo de subirrigação - T	2	55,023704	27,511852	3,72*
Repetição	3	99,202073	33,067359	4,471*
H x T	6	336,814862	56,13581	7,59*
Resíduo (erro)	33	244,054002	7,395576	
Total	47	1.000,561248		
Número de folhas				
Altura de lâmina - H	3	2.095,229167	698,409722	3,643*
Tempo de subirrigação - T	2	60,541667	30,270833	0,158
Repetição	3	86,895833	28,965278	0,151
H x T	6	431,458333	71,909722	0,375

Resíduo (erro)	33	6326,854167		
Total	47	9000,979167		
Número de flores				
Altura de lâmina - H	3	490,895833	163,631944	10,118*
Tempo de subirrigação - T	2	13,791667	6,895833	0,426
Repetição	3	48,5625	16,1875	1,001
H x T	6	76,041667	12,673611	0,784
Resíduo (erro)	33	533,6875		
Total	44	1162,979167		
Diâmetro do caule				
Altura de lâmina - H	3	30,998056	10,332685	12,444*
Tempo de subirrigação - T	2	0,097759	0,048879	0,059
Repetição	3	3,591051	1,197017	1,442
H x T	6	5,700933	0,950156	1,144
Resíduo (erro)	33	27,401818	0,830358	
Total	44	67,789617		

¹GL: graus de liberdade; ²SQ: soma de quadrados; ³QM: quadrado médio; 4F: F tabelado; * significativo ao nível de 5% probabilidade.

A figura 15 apresenta as médias de altura de planta em função dos fatores altura de lâminas de irrigação. A altura máxima encontrada foi de 20,83 cm, para a altura de lâmina 60 cm que equivale a 100% da CV. Este valor é baixo, pois se cultivada em canteiros ou vasos, geralmente, atinge de 30 a 60 cm de altura. No entanto, pode chegar a 1 metro se tiver condições adequadas de desenvolvimento (PLANTEI, 2019). A mínima eficiência técnica (MET) correspondeu a lâmina de irrigação com reposição de 30% da CV, com isso indica-se utilizar lâminas maiores que possibilitem o aumento da cultura. Entretanto, observa-se na figura 16 que a diferença entre lâminas d'água é significativa, onde as plantas submetidas as cargas d'água de 45 e 60 cm, obtiveram melhor desempenho no seu crescimento.

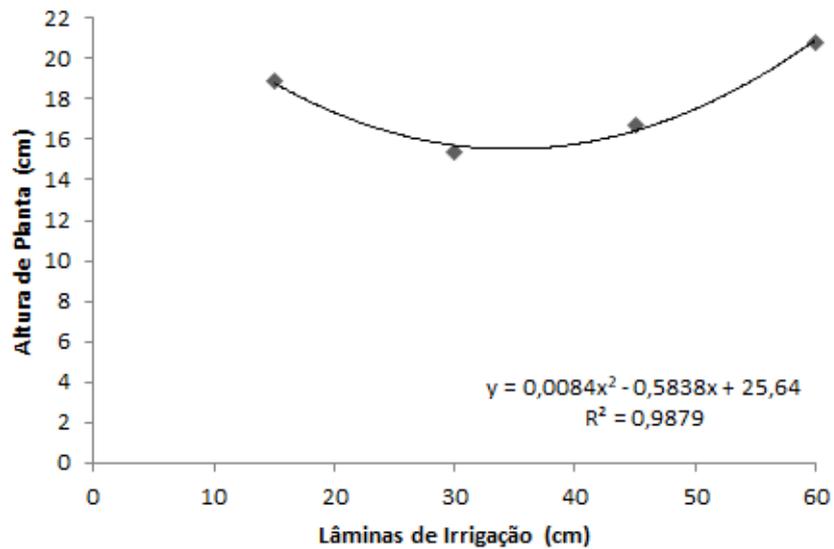


Figura 15 - Valores médios de altura de planta (cm) da Vinca em função das diferentes cargas d'água.

Fonte: o autor.

A figura 16 apresenta as médias de altura de planta em função dos fatores altura de lâmina e tempo de subirrigação. A altura máxima encontrada foi de 21,79 cm para a altura de lâmina de 60 cm e tempo de subirrigação de 10 minutos, que representa 100% da CV. Com estes resultados, verifica-se que o porte da planta tende a aumentar com o acréscimo da altura da carga d'água e quanto mais próximo ao tempo da CV na subirrigação.

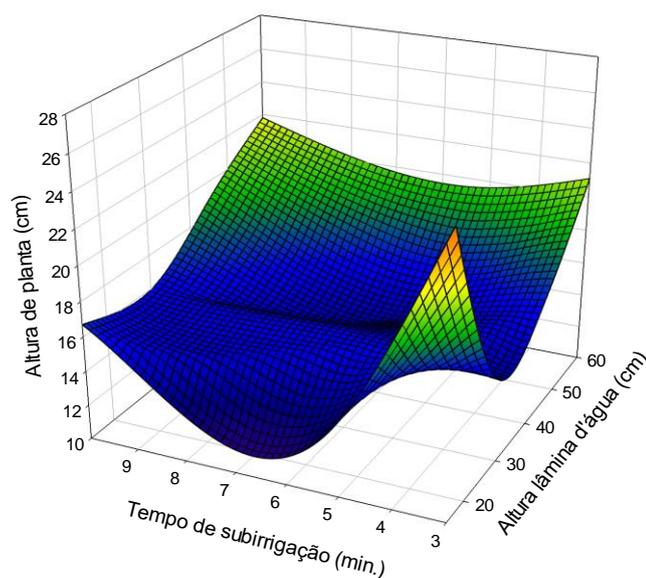


Figura 16 – Valores médios de altura de planta (cm) da Vinca em função do tempo de subirrigação e altura de lâmina d'água.

Fonte: o autor.

O número de flores foi computado aos 87 DAT, a figura 17 apresenta as médias de produção de flores por planta. A produção máxima, de 14 flores por planta, foi alcançada na carga d'água em que a planta foi submetida a 60cm. Pode-se observar no gráfico que na lâmina com altura de 60cm, obteve-se a máxima eficiência técnica (MET) afirmando que quanto maior a carga d'água, maior vai ser a sua floração.

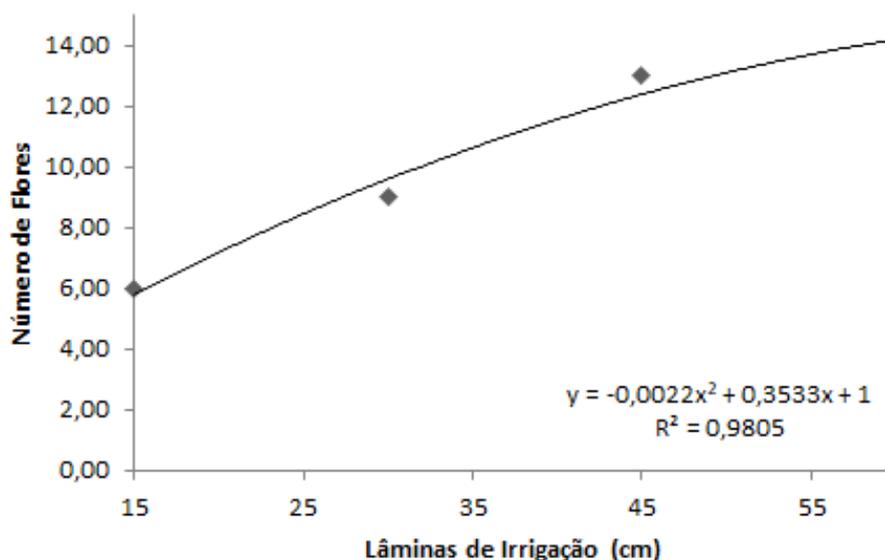


Figura 17 - Número médio de flores computadas em função das diferentes cargas d'água.

Fonte: o autor.

O número de folhas foi computado a partir do 14 DAT, a figura 18 apresenta as médias de folhas por planta. O valor máximo de folhas encontrado foi de 67 folhas na lâmina 4 com carga d'água de 60 cm. Aos 37 DAT houve um severo ataque de praga (formigas), fase em que a cultura estava em seu pleno crescimento. Para controlar o ataque, foram utilizadas iscas para controle de formigas, nos vasos e sobre as bancadas. Após o ataque, as plantas iniciaram novamente o crescimento foliar. Por causa disso, o ciclo de cultivo aumentou e o ataque justifica o baixo número de folhas contabilizadas ao longo dos 87 DAT. O gráfico mostra que a mínima eficiência técnica (MET) foi obtida na lâmina 2, com altura de 30 cm, esta foi a mais atingida no ataque de pragas.

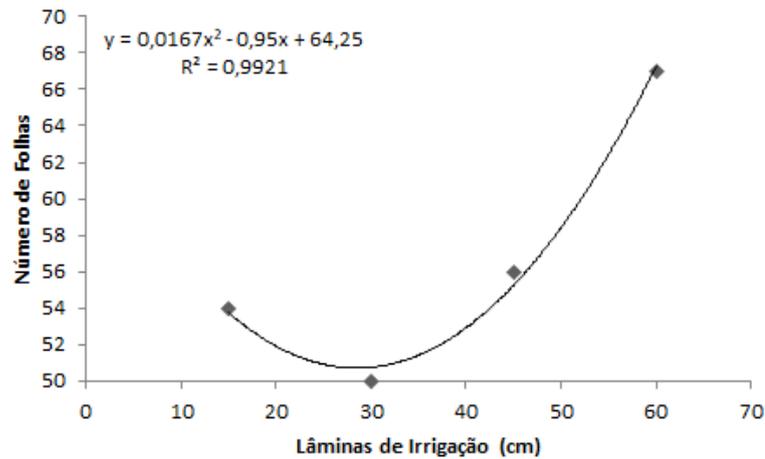


Figura 18 - Número médio de folhas computadas em função das diferentes cargas d'água.

Fonte: o autor.

Nota-se na figura 19, que o diâmetro médio do caule cresce conforme aumenta a altura da carga d'água, sendo o diâmetro máximo de 6,8 cm, observado na maior altura de carga d'água 60cm, conseqüentemente é a máxima eficiência técnica (MET).

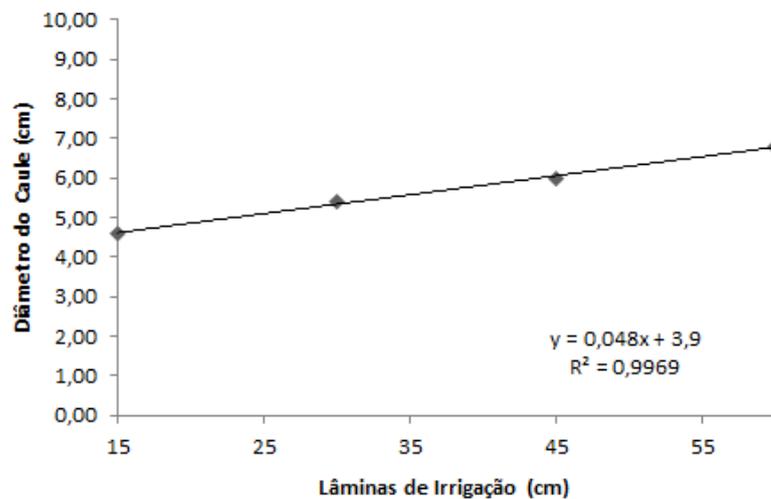


Figura 19 - Diâmetro médio do caule em função das diferentes cargas d'água.

Fonte: o autor.

Ao final do experimento, foi feita uma amostragem aleatória de 12 plantas, uma planta por tratamento, para avaliar o crescimento da parte aérea e radicular. Na figura 20 é possível observar que houve grande diferença entre os tratamentos, onde as de maior carga d'água (45 e 60cm) obtiveram um melhor desenvolvimento que as de menor carga d'água (15 e 30cm).



Figura 20 - Plantas selecionadas para destruição ao final do experimento, da esquerda para a direita: L1 (15cm), L2 (30cm), L3 (45cm) e L4 (60cm).

Fonte: o autor.

A figura 21 representa o sistema radicular das plantas após destruição do experimento. Com este estudo foi possível analisar que as plantas da lâmina 1 sofreram um déficit hídrico, consequentemente um tamanho menor de raiz. As plantas da lâmina 3 destacaram-se pelo seu crescimento de raiz ter sido o maior de todo o experimento. Já as plantas da lâmina 4, sofreram um excesso hídrico, isso porque o consumo de água foi maior. Segundo BORTOLO (2009) as plantas cultivadas sob níveis reduzidos de água no solo diminuem o crescimento.



Figura 21 - Desenvolvimento radicular das diferentes subirrigação L1T1(a): lâmina de 15 cm e tempo de 3 min; L1T2(b): lâmina de 15 cm e 5 min; L1T3(c): lâmina de 15 cm e 10 min; L2T1(d): lâmina de 30 cm e 3 min; L2T2(e): lâmina de 30 cm e 5 min; L2T3(f): lâmina de 30 cm e 10 min; L3T1(g): lâmina de 45 cm e 3 min; L3T2(h): lâmina de 45 cm e 5 min; L3T3(i): lâmina de 45 cm e 10 min; L4T1(j): lâmina de 60 cm e 3 min; L4T2(k): lâmina de 60 cm e 5 min; L4T3(l): lâmina de 60 cm e 10 min.

Fonte: o autor.

Sabendo a quantidade de água necessária a ser fornecida às plantas, é possível garantir um manejo racional da mesma, reduzindo custos, evitando desperdício ou a sua falta, sendo ainda possível, melhorar a quantidade do produto final (MARQUES et. Al., 2017). Ao observar as raízes dispostas uma ao lado da outra (Figura 21), o comprimento é semelhante, mas podemos ver a diferença do volume

de raiz, de um extremo ao outro e foi possível analisar que a melhor planta em crescimento radicular são as da lâmina 3 (g, h, i), com 45 cm de carga d'água.

Na figura 22, pode-se observar a diferença no comprimento da parte aérea entre as plantas, o gráfico mostra que as plantas submetidas a carga d'água de 45 cm e tempo de subirrigação de 5 minutos tiveram o maior crescimento.

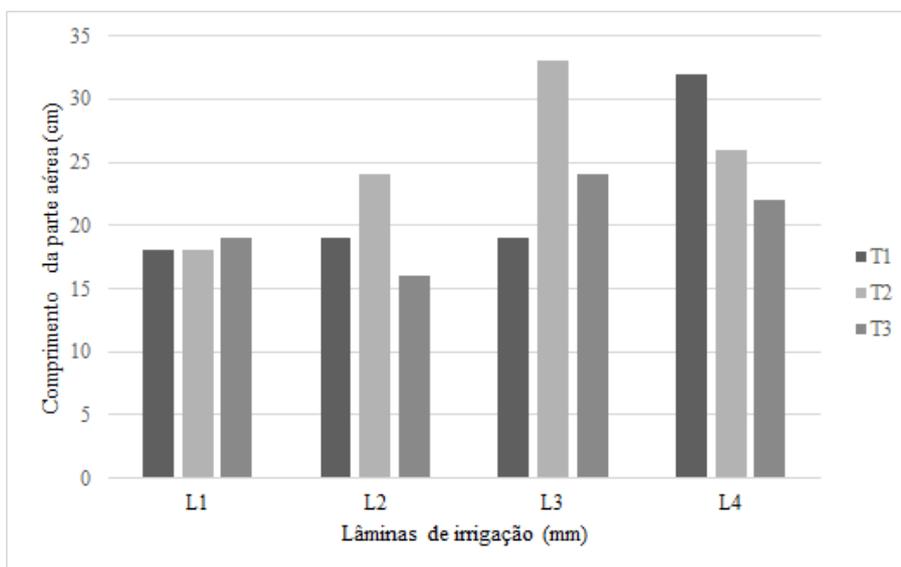


Figura 22 - Comprimento da parte aérea (cm) em diferentes cargas d'água e tempo de subirrigação.

Fonte: o autor.

Na figura 23, pode-se observar a diferença no comprimento da raiz entre as plantas, o gráfico mostra que as plantas submetidas a carga d'água de 45 cm e tempo de subirrigação de 5 minutos tiveram o maior crescimento. Nota-se que na lâmina 1 o desempenho foi expressivo no comprimento da raiz, isso pode ter acontecido porque segundo Carlesso e Santos (1998), o déficit hídrico estimula a expansão do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do perfil do solo. Na lâmina 2 o desempenho foi o menor observado, constatando que as plantas também sofreram déficit hídrico na carga d'água de 30 cm.

Na lâmina 4 com carga d'água de 60 cm a planta sofreu estresse hídrico, pontuando os tempos de subirrigação de 5 e 10 minutos, vale ressaltar que se o intervalo de irrigação dos vasos fosse maior que dois dias, estas não teriam sofrido excesso hídrico.

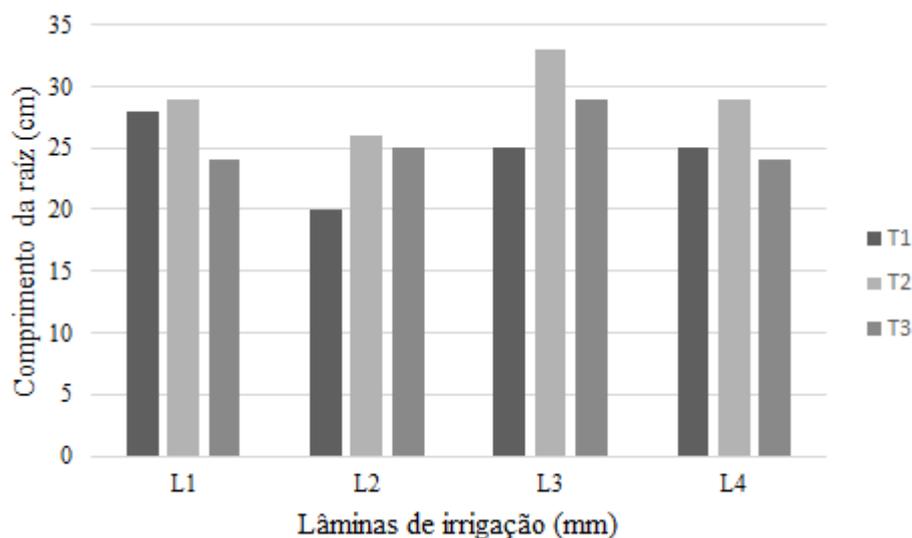


Figura 23 - Comprimento da raiz (cm) em diferentes cargas d'água e tempo de subirrigação.

Fonte: o autor.

A lâmina 3 obteve o melhor desenvolvimento tanto em crescimento radicular quanto o crescimento da parte aérea. Pode-se observar que a carga d'água de 45cm submetida a subirrigação de 5 minutos foi a melhor combinação, com um consumo de água médio de ET_c 7 mm.dia⁻¹ e um desenvolvimento significativo em relação as demais, portanto fica definido como o conjunto de lâmina e tempo ideal para cultivo de Vinca.

4.3 Coeficiente de cultura

Para determinação dos estágios fenológicos da espécie *Catharanthus roseus*, foi analisado o comportamento das plantas ao longo do ciclo, correspondendo assim Fase I - estágio vegetativo e Fase II - estágio reprodutivo. Tendo em vista esse entendimento e levando em conta o balanço hídrico e a evapotranspiração de referência, determinou-se os coeficientes de cultura (K_c) para ambas as fases (tabela 3).

Tabela 3 - Coeficiente de cultura médio, nos diferentes estágios fenológicos da cultura, para as distintas cargas d'água

Estágios de Desenvolvimento	DAT	Eto	Etc	Kc
Lâmina de 25% da CV				
Fase I	0 à 14	8,74	1,63	0,19
Fase II	14 à 87	7,69	2,35	0,31
Lâmina de 50% da CV				

Fase I	0 à 14	8,74	2,42	0,28
Fase II	14 à 87	7,69	3,85	0,50
Lâmina de 75% da CV				
Fase I	0 à 14	8,74	4,68	0,54
Fase II	14 à 87	7,69	5,56	0,72
Lâmina de 100% da CV				
Fase I	0 à 14	8,74	7,42	0,85
Fase II	14 à 87	7,69	8,53	1,11

DAT: Dias após o transplante; Eto: Evapotranspiração de referência; Etc: Evapotranspiração da cultura; Kc: Coeficiente da cultura.

Fonte: o autor.

Nota-se que os valores obtidos de Kc para Fase I ficaram entre 0,19 e 0,85. Na fase II, os resultados foram mais elevados, variando entre 0,31 e 1,11. De acordo com Bernardo et al. (2009) o estágio reprodutivo precisa de quantidade maior de água por estar no início do florescimento.

Os resultados corroboram os observados por Lira (2021), a autora obteve resultados entre 0,4 e 0,54 no estágio reprodutivo. Esta compatibilidade nos resultados pode ter ocorrido devido às condições as quais as culturas estiveram expostas durante o ciclo.

5 SUGESTÕES

Aconselha-se a reprodução deste experimento, utilizando o conjunto ideal encontrado de lâmina com altura de 45 cm e tempo de subirrigação 5 minutos, afim de analisar novamente os parâmetros de crescimento e desenvolvimento da Vinca;

Recomenda-se a produção do experimento, em vasos de maior capacidade e diferentes substratos;

Pode-se também analisar a produção do experimento em vasos suspensos, aproximando mais de como é produzido comercialmente.

6 CONCLUSÃO

Levando em consideração, as metodologias adotadas e as condições climáticas em que o experimento foi conduzido, é possível concluir:

- A irrigação interferiu diretamente no crescimento da cultura da Vinca, a maior reposição, de 60 cm de altura de lâmina, com consumo de 8,9 mm.dia⁻¹ inibiu o desenvolvimento radicular, ocasionando a planta ao excesso hídrico, sendo assim não é recomendável adotar manejo com reposição de lâminas acima deste nível, quando a água for um fator limitativo para a agricultura;
- A lâmina 3 e tempo 2 com consumo de 7 mm.dia⁻¹ e 45 cm de altura de lâmina resultou no maior desenvolvimento radicular, sendo assim, fica definido como o conjunto ideal para produção de Vinca.
- A área foliar da Vinca pode ser regulada através da quantidade de água e tempo de subirrigação aplicado;
- A Vinca apresenta potencial produtivo para ser utilizada em ornamentação de jardins, na região Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul;
- Os coeficientes da cultura obtidos para a espécie variaram de 0,19 em 25% da capacidade de vaso, na fase I e 1,11 em 100% da capacidade de vaso, na fase II;

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, F. S. A.; FREIRE, F. das C. O.; GONÇALVES, F. J. T.; LIMA, J. S.; GUEDES, M. I. F. **Fungos endofíticos associados às plantas de *Catharanthus roseus* no Estado do Ceará.** EMBRAPA – Comunicado Técnico, Fortaleza – CE, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1093262/fungos-endofiticos-associados-as-plantas-de-catharanthus-roseus-no-estado-do-ceara>>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- BENICASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas).** Jaboticabal. FUNEP. 2004. 42p.
- BORTOLO, D.P.G.; MARQUES, P.A.A.; PACHECO, A.C. **Teor e rendimento de flavonoides em calêndula (*Calendula officinalis* L.) cultivada com diferentes lâminas de irrigação.** Revista Brasileira Plantas Mediciniais, Botucatu – SP, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/KmDjFxpLJSpzgzpJNLSTsS/?lang=pt#>. Acesso em: 26 de jun. 2021.
- CALBO, A.G., SILVA, W.L.C., TORRES, A.C. **Comparação de modelos e estratégias para análise de crescimento.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.1, n.1, p. 1-18, 1989.
- CUNHA, A. R. **Coeficiente do tanque Classe A obtido por diferentes métodos em ambiente protegido e no campo.** Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 2, p. 451-464, Londrina, 2011.
- DURAN, C.B. **Avaliação do desenvolvimento da Capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) cultivada em vaso com irrigação por capilaridade em casa de vegetação.** 2017. 56 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete - RS, 2017.
- FRIZZONE, J. A. **Necessidade de água para irrigação.** Dep. Eng. Rural - ESALQ/USP, CEP: 13418-900, Piracicaba – SP, 2017. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Frizzone/LEB_1571/TEXTO_COMPLEMENTAR_2_-_NECESSIDADE_DE_AGUA_PARA_IRRIGACAO.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2022.
- GIRARDI, L. B., PEITER, M. X., ROBAINA, A. D., PIMENTA, B. D., Ben, L. H., RODRIGUES, S., ... & BRUNNING, J. (2017). **Influência da temperatura e da irrigação no número de hastes totais de *Alstroemeria x hybrida*.** REVISTA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. Disponível em: <<http://revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/electronica/article/view/4391>>. Acesso em: 16 jul. 2022.
- IBRAFLOR. **O mercado de flores no Brasil.** Disponível em: <<https://www.ibraflor.com.br/numeros-setor>>. Acesso em: 16 jul. 2022.
- JUNQUEIRA, A. H. PEETZ, M. da. S. **Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente.** Disponível em: <<https://ornamentalhorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/view/230>>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- LIRA, P. da R. **Influência de diferentes substratos e lâminas de irrigação no cultivo da espécie *Dianthus chinensis* L.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Pampa, Curso de Engenharia Agrícola, Alegrete, 2021. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/riu/6017>. Acesso em: 22 jan. 2023.
- LONGHI, L. M. **Determinação do coeficiente de cultura (Kc) e evapotranspiração da cultura do alho na região do planalto catarinense.** Projeto acadêmico (graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Curitiba. Ciências Rurais, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/117344/Projeto-Luiz%20Marcelo%20Longhi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 jul. 2022.
- LOPES, O. D. KOBAYASHI, M. K. OLIVEIRA, F. G. ALVARENGA, I. C. A. MARTINS, E. R. CORSATO, C. E. **Determinação do coeficiente de cultura (Kc) e eficiência do uso de água do alecrim-pimenta irrigado.** Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Z4D4yvWC3FM4cMkDZbRwkh/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

- MACIEL, S. da C. **Caracterização de um novo Potyvirus causador de mosaico foliar e variação floral em Catharanthus roseus**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-16102007-103409/publico/ScheilaMaciel.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2023.
- MARCOLINI, M. W.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C. **Equações de regressão para a estimativa da área foliar de couve-folha**. Científica, v.33, n.2, p.192- 198, 2005.
- MARQUES, A. A. P., RICHTER, M. E. do A., MORENO, M. A., SANTOS, H. T. DOS. NETO, O. N. de S. (2017). **Efeito do estresse hídrico sobre a produção de flores de Lisianthus**. I CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA, 2017. Disponível em: https://aph.aphorticultura.pt/wpcontent/uploads/2019/10/efeito_do_estresse_h%C3%ADrico_sobre_a_produ%C3%A7%C3%A3o_de_flores_de_lisianthus.pdf. Acesso em: 26 jun. 2021.
- MIRANDA, E. de. **Para não dizer que não falei das flores**. Disponível em: <https://revistaoeste.com/revista/edicao-109/para-nao-dizer-que-nao-falei-das-flores/>. Acesso em: 16 jul. 2022.
- MUNDO ECOLOGIA. **Como plantar vinca em casa?** Disponível em: <https://www.mundoecologia.com.br/plantas/como-plantar-vinca-em-vaso-em-casa/>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- OLIVEIRA. C. B. NASCIMENTO. T. da R. 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, mar-abr, 2021.
- PATRO. R. **Vinca – Catharanthus roseus**. Disponível em: <Vinca - Catharanthus roseus - Jardineiro.net>. Acesso em: 16 jul. 2022.
- PLANTEI. **Flor Vinca-de-Madagascar: Como plantar**. Plantei Garden Center, 2019. Disponível em: <https://blog.plantei.com.br/como-plantar-a-vinca-de-madagascar/>. Acesso em: 26 jan. 2023.
- PEIXOTO. C. P. CRUZ. T. V. da. PEIXOTO. M. de F. da S. P. **Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e práticas**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/analise%20quantitativa.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2022.
- PETRY. C. **Plantas ornamentais: aspectos para a produção**. 2. ed., rev. e ampl. – Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. 202p.: il.; 21cm.
- PURQUERIO, L.F.V. TIVELLI, S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, SP, 2006. Disponível em http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/19.pdf. Acesso em: 18 jul. 2022.
- REIS. N. V. B. dos. **Construção de estufas para produção de hortaliças nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste**. EMBRAPA – Circular Técnica, Brasília - DF, dez. 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355126/9124396/Constru%C3%A7%C3%A3o+de+estufas.pdf/8bec74eb-2206-44ff-9aad-538141520c4a>. Acesso em: 06 fev. 2023.
- SANTOS. D. M. M. dos. **Análise do crescimento vegetal**. Disponível em: <https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/biologia/DURVALINAMARIAM.DOSSANTOS/texto-12-conceitos-de-analise-do-crescimento-atualizado-2018.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2022.
- SANTOS. R. F., CARLESSO. R. **Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.3, p.287-294, 1998. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/sptHSNGpfSCjGZ656yBJwnN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Irrigação: gestão e manejo**. Brasília: Senar, 2019. 84 p; il. 21 cm.
- SILVA, L. S. **Plantas ornamentais**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/biologia/plantas-ornamentais/>. Acesso em: 16 jul. 2022.

SOARES, F. S. de J. **Aplicação da giberelina líquida na superação da dormência, germinação e crescimento inicial de espécies florestais.** Disponível em:
<<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp086069.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

TERRA, S. B. ZÜGE, D. P. P. de O. **Floricultura: A produção de flores como uma nova alternativa de emprego e renda para a comunidade de Bagé-RS.** Disponível em:
<<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/conexao>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações.** Disponível em:
<https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/testezlaf_irrigacao_metodos_sistemas_aplicacoes_2017.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2022.

THORNTHWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate.** Geography Review, New York, v.38, n.1, p.55-94, jan. 1948.

WATHIER, G. **A dinâmica do microclima em ambientes protegidos.** Disponível em:
<<https://elysios.com.br/blog/a-dinamica-do-microclima-em-ambientes-prottegidos/#:~:text=AC%C3%9AMULO%20DE%20CALOR,refletida%2C%20fazendo%20o%20caminho%20inverso>>. Acesso em: 18 jul. 2022.